



PROGETTO AUTOFITOVIV

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

SINTESI DEI RISULTATI E LINEE GUIDA



GIOVANI *si*



Regione Toscana

Copyright© 2022 Associazione Vivaisti Italiani

Sede Legale:

Via Abbi Paziienza 18- 51100 Pistoia

Sede operativa:

Via G. Deledda, 30/7, 51100 Pistoia

contatti: 0573-913321

info@vivaistiitaliani.it

www.vivaistiitaliani.it

Coordinamento e Revisione:

Francesca Giurranna

Emilio Resta

Impaginazione e Stampa:

Agricom srl

www.agricomsrl.it

I^a edizione luglio 2022



PARTENARIATO EUROPEO PER L'INNOVAZIONE
IN MATERIA DI PRODUTTIVITÀ E SOSTENIBILITÀ
DELL'AGRICOLTURA

Capofila: ASSOCIAZIONE VIVAISTI ITALIANI

PROGETTO AUTOFITOVIV

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

SINTESI DEI RISULTATI E LINEE GUIDA



GIOVANI sì



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)



Sommario

Progetto "AUTOFITOVIV" e partenariato 6

Introduzione 8

Risultati

Manuale tecnico Sistemi di monitoraggio per la gestione fitosanitaria in ambito florovivaistico 9

Controllo di fitofagi chiave delle colture ornamentali mediante l'impiego di mezzi sostenibili 31

Ottimizzazione gestione sanitaria: alien pest 39

Linee guida per il campionamento del suolo e dei terricci nel monitoraggio dei nematodi fitoparassiti 61

Linee guida per il controllo dei nematodi fitoparassiti con tecniche a basso impatto ambientale 69

Ottimizzazione gestione fitosanitaria: acari 75

Linee guida per il controllo di malattie causate da *Phytophthora* spp. in vivaio 79

Messa a punto di metodi speditivi per il controllo di organismi nocivi in ingresso e monitoraggio per oidi e ruggini 83

Gestione sostenibile della flora nell'attività vivaistica: lotta alle infestanti 87

PROGETTO “AUTOFITOVIV” E PARTENARIATO

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-AGRI), 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, originatosi da una specifica esigenza del territorio produttivo, 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 ecocompatibili di difesa fitosanitaria.

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, il paesaggio e in definitiva la biodiversità naturale dei luoghi in cui le coltivazioni vengono attuate. Pertanto, 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.

Nel progetto si è voluto guardare anche a strategie di difesa ecocompatibili che possano dare alle aziende indicazioni sia sull’uso sostenibile dei prodotti fitosanitari normalmente impiegati nei piani di difesa, ma anche sull’applicazione di metodologie alternative a quelle convenzionali, comprese quelle per il contenimento delle infestanti.

Per quanto sopra, con le attività sperimentali previste dal Progetto sono state realizzate azioni volte alla riduzione del rischio di introduzione di patogeni e fitoparassiti, al fine di implementare un “Protocollo per l’Autocontrollo fitosanitario”, e sono stati valutati metodi alternativi o integrativi alla lotta chimica per ridurre l’impiego di prodotti fitosanitari.

In particolare sono stati messi a punto metodi speditivi che permettano una diagnosi precoce di particolari fitopatologie; grazie all’installazione di captaspore e trappole per insetti, oltre a sensori per rilevare le condizioni microclimatiche, sono stati validati sistemi di allerta su alcune principali fitopatologie e fitoparassiti; sono stati testati prodotti alternativi, a minore impatto ambientale, per la difesa in vivaio e il contenimento delle infestanti; sono state fornite informazioni agronomiche da implementare nelle strategie di difesa in vivaio.

Il trasferimento dell’innovazione ad un elevato numero di produttori del comparto vivaistico è avvenuto grazie alle azioni di formazione ed informazione, come previsto nel

Progetto attraverso specifici corsi di formazione, workshop, presentazioni pubbliche, produzione di materiale informativo, attivazione di canali di comunicazione di massa e visite aziendali.

Il progetto 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 degli Studi 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.

E' possibile reperire le informazioni integrali del progetto dal sito dell'Associazione Vivaisti Italiani, www.vivaistiitaliani.it, oppure accedendo direttamente al sito di progetto, www.autofitoviv.eu.

INTRODUZIONE

La presente pubblicazione, redatta dall'Associazione Vivaisti, ha lo scopo di evidenziare sinteticamente i risultati del Progetto e divulgarne le indicazioni emerse nell'ambito delle attività svolte.

Obiettivi del progetto erano infatti:

- incentivare le aziende ad adottare criteri autonomi di controllo, tesi ad evitare l'introduzione di organismi da quarantena;
- dimostrare l'efficacia di mezzi di lotta sostenibili o alternativi ai metodi di difesa convenzionali contro insetti, acari, nematodi e infestanti.

La realizzazione del primo obiettivo ha previsto la collocazione nei piazzali di opportune trappole per il monitoraggio di insetti alieni e in contemporanea la messa a punto di sistemi speditivi di diagnosi molecolare, mentre per il secondo obiettivo si sono verificate strategie alternative a quelle convenzionali, adottate ad oggi dalle aziende. Entrambi gli obiettivi hanno messo in evidenza la necessità di una più stretta e continuativa collaborazione con gli istituti di ricerca.

In questo volume sono riportate le indicazioni emerse in merito a:

- Messa a punto di reti di monitoraggio dedicate alle coltivazioni vivaistiche, messa a punto di sistemi di alert dedicati ai principali problemi parassitari delle specie in vivaio, strategie alternative alla lotta convenzionale e buone pratiche agronomiche:
 - Manuale tecnico sistemi di monitoraggio per la gestione fitosanitaria in ambito florovivaistico;
 - Controllo di fitofagi chiave per colture ornamentali mediante l'impiego di mezzi sostenibili;
 - Linee guida per il campionamento del suolo e dei terricci nel monitoraggio dei nematodi fitoparassiti;
 - Linee guida per il controllo dei nematodi fitoparassiti con tecniche a basso impatto ambientale;
 - Ottimizzazione gestione fitosanitaria: Acari;
 - Linee guida per il controllo di malattie causate da *Phytophthora* spp. in vivaio;
 - Monitoraggio di oidi e ruggini;
 - Gestione sostenibile nella lotta alle infestanti.
- Gestione delle emergenze legate agli organismi esotici, con particolare riferimento agli insetti dannosi alle piante in coltivazione nei vivai e individuazione di metodi speditivi che permettano una diagnosi precoce di possibili problemi parassitari eventualmente presenti sulle piante di nuova introduzione in vivaio:
 - Schede identificative "Alien pests" e collocazione di trappole;
 - Sviluppo di protocolli LAMP multiplex e convalida della tecnologia LAMP come metodo di diagnosi molecolare da applicare in campo.

PROGETTO AUTOFITOVIV

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

MANUALE TECNICO SISTEMI DI MONITORAGGIO PER LA GESTIONE FITOSANITARIA IN AMBITO FLOROVIVAISTICO

Sonia Cacini - Beatrice Nesi

Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria
Centro di Ricerca Orticoltura e Florovivaismo (CREA-OF)
Sede di Pescia - Via dei Fiori 8, 51017 (PT)

Sommario

Introduzione	9
Le reti di monitoraggio dedicate alle coltivazioni florovivaistiche	10
Il monitoraggio di parametri ambientali <i>extra-intra canopy</i>	12
Il monitoraggio di temperatura e umidità del suolo/substrato	13
Principali fitoparassiti a carico delle specie vivaistiche e uso di sistemi ai <i>alert</i> ..	16
Il monitoraggio finalizzato alla prevenzione di fitopatogeni fungini	16
Il monitoraggio finalizzato alla prevenzione di insetti e acari	20
Buone pratiche agronomiche relative alle reti di monitoraggio	23
Bibliografia	27

Introduzione

Il Progetto AUTOFITOVIV ha avuto, tra i suoi obiettivi principali, quello di 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, è sempre più necessario 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 prevedere l'eventuale presenza di fitoparassiti anche su materiale vegetale asintomatico e di individuare i momenti più indicati per attuare mezzi di controllo preventivi (Traversari *et al.*, 2021).

L'importanza del monitoraggio ambientale è oggi ampiamente riconosciuta e molti sono stati i progressi nel 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>; Romani *et al.*, 2020). 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 efficiente ed efficace. Le soluzioni tecnologiche disponibili sono oggi molte, a partire dalle tecniche di biologia molecolare di *detection* precoce, l'applicazione di sensori *proximal* e *remote sensing* (es., iperspettrale, imaging termico, ecc.), nonché l'uso di modelli previsionali basati sull'acquisizione di dati tramite l'applicazione di reti di monitoraggio.

I modelli previsionali possono rappresentare un ottimo strumento di gestione d'impianti di coltivazione intensiva trovando ampia applicabilità d'uso che spazia dalla stima delle rese qualitative e produttive (es., de Visser *et al.* 2006), fino alla gestione agronomica (Massa *et al.* 2011) e della logistica di raccolta. I modelli applicabili alla previsione d'insorgenza di malattie possono essere sia analitici, sia globali. I primi si basano su un insieme d'informazioni molto complesse che tengano conto di tutti i singoli elementi che concorrono allo sviluppo di un evento epidemico, dalle condizioni climatiche e fenologiche, fino allo studio accurato di tutto il ciclo infettivo del patogeno preso in considerazione. Esempi di questa tipologia di modello possono essere A-SCAB (ticchiolatura del melo), RUSTPRI (ruggine del frumento) o POWPRI (oidio del frumento) e TOM-CAST (*Alternaria dauci*; *A. solani*). I modelli globali considerano invece il sistema pianta-patogeno come un'unica entità, andando a cercare una relazione diretta tra causa ed effetto. Un esempio di questa tipologia di modello è IPI (peronospora della patata e del pomodoro). Un esempio di modello specifico applicabile al settore florovivaistico è quello proposto da Xu (1999,a).

Analoghe considerazioni possono essere fatte per quanto riguarda il controllo di insetti e acari. In questo caso i principali modelli impiegati sono di tipo fenologico, che si suddividono a sua

volta in modelli: i) modelli basati sulle sommatorie termiche, ovvero basati sui gradi giorno GDD (*Growing Degree Days*) e che prevedono il momento di comparsa di un insetto mediante la somma di temperature efficaci e; ii) modelli fenologici previsionali, che non prevedono la densità di una popolazione, ma il momento di comparsa di un certo evento fenologico e il suo andamento. I modelli fenologici sono basati sul principio per cui tali organismi fitofagi di norma rispondono a soglie termiche sotto o sopra le quali il loro ciclo biologico viene interrotto. Nella maggior parte dei casi, tali organismi presentano soglie termiche inferiori oppure intorno a 0 °C, mentre a temperature superiori il loro sviluppo tende ad aumentare sempre più rapidamente, per poi rallentare di nuovo a temperature intorno ai 30 °C e ad arrestarsi in corrispondenza di temperature eccessive (soglia termica superiore). Tali valori soglia sono caratteristici per ogni specie e ne definiscono lo sviluppo in funzione della temperatura. Inoltre, ogni stadio fenologico (uovo-larva-pupa-adulto) possiede soglie di sviluppo peculiari, e quindi sommatorie termiche peculiari. Inoltre, è necessario ricordare che alcuni fitofagi, quali per esempio acari eriofidi, sono scarsamente influenzati dall'andamento delle temperature e pertanto non ci si può avvalere in modo efficace di tali modelli.

Allo stato attuale, tuttavia, poco è stato studiato e pochi sono i modelli previsionali dedicati a patogeni e parassiti tipici delle specie ornamentali, pertanto, il progetto AUTOFITOVIV ha consentito una prima valutazione di soglie climatiche di insorgenza di fitoparassiti tipici di piante ornamentali di particolare interesse, rispetto all'andamento climatico registrato nelle stagioni vegetative 2020 e 2021, nell'ambito della durata del progetto.

Nel presente manuale sono quindi raccolte informazioni finalizzate ad un uso efficace delle reti di monitoraggio ambientale, dei sistemi di *alert* e alla correlazione dei dati meteorologici con le condizioni favorevoli allo sviluppo dei fitoparassiti, nonché linee guida di buone pratiche agronomiche da applicare in funzione del monitoraggio microclimatico.

Le reti di monitoraggio dedicate alle coltivazioni florovivaistiche

Le reti di monitoraggio microclimatico possono essere sistemi di controllo di variabili ambientali più o meno complesse, la cui configurazione è legata a diversi fattori, tra cui l'ampiezza dell'area da monitorare, la tipologia delle colture e quella dei fitoparassiti oggetto di controllo, nonché il costo stesso della soluzione individuata. Sul mercato ad oggi è disponibile una varietà di soluzioni modulari, spesso complete di sistema di trasmissione dati in *cloud*, collegate a *software* gestionali, in grado di fornire servizi per la gestione in remoto di alcune funzionalità, quali, ad esempio, la gestione dell'irrigazione, a costi sicuramente variabili, che possono essere considerati sostenibili anche per piccole-medio aziende. Tuttavia, la gestione fitosanitaria è strettamente legata alla disponibilità di modelli previsionali efficaci, ovvero validati in funzione dell'ambiente climatico in cui si applicano e quindi implementabili in *software* gestionali in grado di fornire *alert* specifici. Se da un lato per colture afferenti al settore agroalimentare tali modelli sono già disponibili e i servizi di *alert* sono forniti anche direttamente dai Servizi Fitosanitari Regionali (es.,

https://agroambiente.info.regione.toscana.it/agro18/mod_aedita_model), per le colture florovivaistiche, i modelli effettivamente applicabili in maniera diretta sono pochi e comunque non validati rispetto alle condizioni climatiche in cui operano le aziende coinvolte nel Progetto AUTOFITOVIV afferenti al Distretto florovivaistico di Pistoia.

In tale contesto appare evidente come un'adeguata scelta della configurazione delle reti di monitoraggio in vivaio, possa rappresentare uno strumento utile per una gestione sostenibile delle colture, grazie all'opportunità di intervenire in maniera tempestiva/preventiva rispetto alla possibile insorgenza di problematiche fitosanitarie. Di seguito sono riportate alcune indicazioni utili riguardo ai sensori disponibili sul mercato, al loro impiego, nonché rispetto alla configurazione e corretta installazione di una rete di monitoraggio.

Il primo elemento base di ogni rete di monitoraggio è costituito da una stazione agro-meteorologica, che già di per sé è in grado di fornire informazioni utili per ambienti produttivi omogenei e non particolarmente estesi, senza necessità di integrare con ulteriori sensori all'interno della coltivazione. Le stazioni agro-meteorologiche di norma forniscono le seguenti informazioni: temperatura e umidità dell'aria, punto di rugiada, bagnatura fogliare, pressione, pioggia, radiazione solare globale e vento (direzione e velocità). Tali informazioni possono essere implementate con altra sensoristica, come quella specifica per la radiazione fotosinteticamente attiva (PAR), oltre a equazioni di calcolo all'interno del *software* di elaborazione dati per la stima dell'evapotraspirazione potenziale (ETP) e reale (ETR), a fronte dell'inserimento dei coefficienti colturali (Kc) di riferimento. Questi ultimi dati possono essere impiegati per la gestione in remoto dell'irrigazione delle colture a Kc noto, tramite opportuna implementazione del *software* di gestione dei dati meteo, soluzione oggi fornita da numerose aziende del settore specializzato nel monitoraggio agro-meteorologico. Tali sistemi sono spesso in grado di monitorare i parametri ad intervalli di tempo molto stretti, anche inferiori a 5 minuti, restituendo i dati in formato grafico o tabellare.

Fondamentale, per una corretta gestione dei modelli previsionali e dei sistemi di gestione in remoto di operazioni colturali quali l'irrigazione, è l'opportunità di ampliare i punti di monitoraggio aggiungendo sensori in punti sensibili o ad elevata variabilità rispetto al dato generale fornito dalle stazioni agro-meteorologiche, la cui corretta installazione viene effettuata su paleria libera, in aree aperte, prive di elementi di ostacolo rispetto alla misura del vento, della radiazione solare, ecc., e poste a circa 1,5/2 metri di altezza dal suolo.

Il monitoraggio legato al solo uso di stazioni meteo è relativo a condizioni atmosferiche generali, *extra-canopy*, mentre le condizioni microclimatiche che si verificano a livello della pianta, ovvero *intra-canopy* (all'interno della chioma della pianta) o a livello dell'apparato radicale, possono fortemente influenzare i cicli biologici dei diversi fitoparassiti. Parametri locali da monitorare rispetto a insorgenza di fitoparassiti tellurici, ovvero a carico di apparato radicale e colletto, quali nematodi o malattie fungine come *Phytophthora* spp., sono la temperatura e l'umidità del suolo/substrato di coltivazione, mentre per quanto riguarda fitoparassiti a carico della parte aerea della pianta, lo sono le condizioni microclimatiche *intra-canopy* di parametri

quali temperatura e umidità dell'aria e bagnatura fogliare. La scelta delle tipologie di sensori da impiegare e il contestuale dimensionamento della rete di monitoraggio, ovvero numero e disposizione dei sensori stessi, è funzione di diversi parametri, quali specie/cultivar, area di coltivazione, sesto di impianto, caratteristiche del suolo/substrato, orografia e finalità di utilizzo (es., gestione irrigua, nutrizione, gestione fitosanitaria, ecc.) al fine di consentire una corretta e completa acquisizione dei dati micrometeorologici. In figura 1 sono riportati due esempi di reti di monitoraggio dedicate al settore florovivaistico, dove è ben visibile sia la presenza di sensori *extra-canopy*, che *intra-canopy*. Di seguito sono riportati in dettaglio le caratteristiche dei diversi sensori disponibili, loro eventuali punti di forza e criticità, nonché consigli per un loro corretto utilizzo.

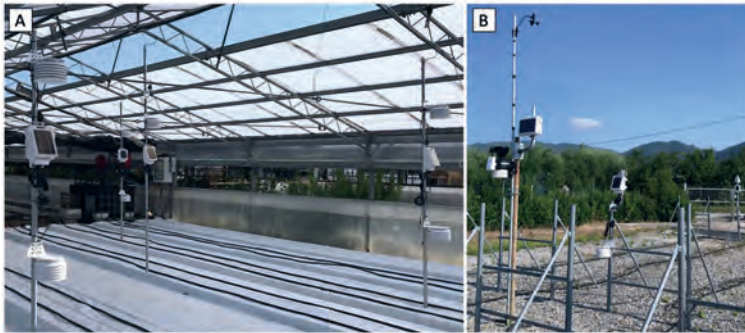


Figura 1. Esempio di reti di monitoraggio ambientale per la valutazione e messa a punto di modelli previsionali relativi a malattie fungine di specie ornamentali, applicate sia a colture fuori suolo protette (A), che di pieno campo (B). Tali reti sono attualmente installate ed in uso presso il CREA Centro di ricerca Orticoltura e Florovivaismo, sede di Pescia (PT), nell'ambito del Progetto AgroFiliere. Immagine tratta da Traversari et al. (2021).

Il monitoraggio di parametri ambientali *extra-intra canopy*

I parametri che maggiormente influenzano lo sviluppo di fitopatie a livello di *canopy* e per i quali è utile un monitoraggio diretto *intra-canopy* e diffuso all'interno della coltura, sono temperatura, umidità dell'aria e bagnatura fogliare. Il vento, velocità e direzione, insieme alla pioggia, possono notevolmente influenzare la diffusione di eventuali fitopatogeni, con effetti diretti sulla diffusione di spore di agenti fungini causali di malattie, quali oidio e ruggine. Tuttavia, per questi ultimi parametri, di norma, è sufficiente il dato rilevato dalla stazione meteo a servizio della rete di monitoraggio. Per il vento, può essere utile aggiungere punti di rilevamento specifici, nel caso di parcelle colturali che presentino un'esposizione diversa rispetto ai venti principali rilevati dalla stazione meteo (presenza di barriere, ecc.).

I sensori disponibili sul mercato per il monitoraggio di questi parametri sono numerosi e dai prezzi variabili. La loro scelta normalmente si basa sulla sensibilità e accuratezza del sensore stesso. È necessario ricordare che i sensori di temperatura e umidità dell'aria devono essere opportunamente schermati da sole, pioggia e vento diretto e che in tal senso esistono due

tipologie di schermi, a ventilazione passiva e attiva, non sempre direttamente forniti con il sensore. Per quanto riguarda invece i sensori di bagnatura fogliare, essi possono essere danneggiati se esposti a sostanze corrosive quindi, se posizionati *intra-canopy*, è necessario fare attenzione nell'applicazione di trattamenti fitosanitari. Infine, ricordiamo che la sensoristica *intra-canopy*, dedicata alla bagnatura fogliare, può essere sostituita dall'applicazione di opportuni modelli di stima della stessa, come quello proposto da Gleason *et al.* (1994), successivamente implementato da Kim *et al.* (2002).

In figura 2 sono riportati alcuni esempi di sensori disponibili sul mercato per il monitoraggio agro-meteorologico, impiegabili anche per specifici monitoraggi *intra-canopy*.

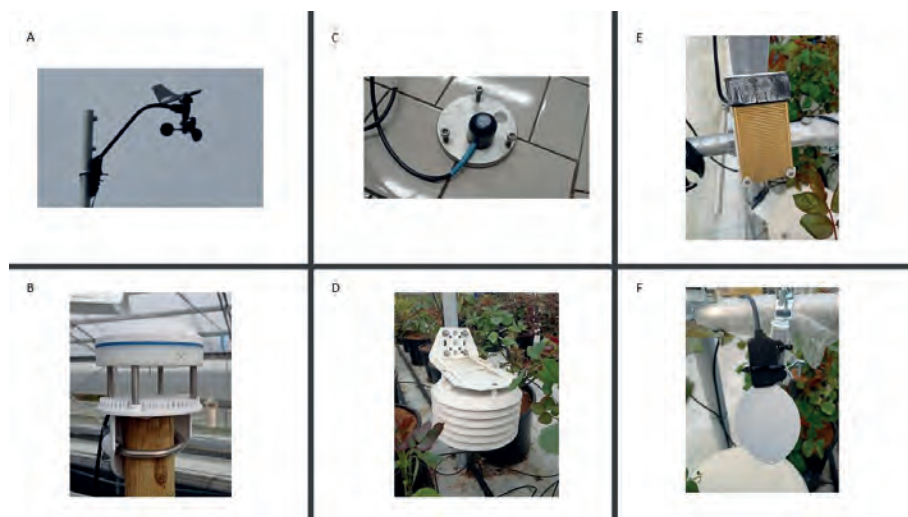


Figura 2. Esempi di sensori per il monitoraggio microclimatico, sia *intra* che *extra-canopy*. In particolare: A) anemometro per rilevazione di velocità e direzione del vento, risoluzione 0,1 m/s (Davis Instruments, USA); B) anemometro ultrasonico per la rilevazione di velocità e direzione del vento, risoluzione 0,01 m/s (ATMOS 22, Meter Enviroment, USA); C) sensore per la rilevazione della radiazione fotosinteticamente attiva (sensore di PAR - Apogee Instruments, Inc., USA); D) sensori di rilevamento di temperatura e umidità dell'aria alloggiati in schermo solare passivo (Davis Instruments, USA); E) sensore di bagnatura fogliare (Davis Instruments) e; F) sensore di bagnatura fogliare Phytos 31 (Meter Enviroment, USA).

Il monitoraggio di temperatura e umidità del suolo/substrato

Il monitoraggio della temperatura del suolo/substrato di coltivazione può essere affidato a sensori mono-parametro dedicati, di cui esistono diverse varianti in commercio, oppure possono essere impiegati sensori multi-parametro, in grado di rilevare contemporaneamente anche umidità del suolo e/o conducibilità elettrica della soluzione circolante. Questi ultimi sensori sono basati su metodo di rilevamento elettromagnetico. Anche in questo caso, come ricordato nel

sotto-paragrafo precedente, esistono numerose soluzioni in commercio che differiscono per prezzo, accuratezza e sensibilità del dato. Nel dettaglio si riportano diverse tipologie di sensori dedicati al monitoraggio del contenuto idrico del suolo, che possono essere così suddivisi:

- Sensori a misura diretta del potenziale idrico:
 - Metodo tensiometrico: strumenti costituiti da coppe porose semi-permeabili, collegate ad un sistema di monitoraggio della pressione (es., manometro), che scambiano acqua con il terreno, fino al raggiungimento di equilibrio tra la pressione misurata all'interno della cella porosa a quella dei pori del suolo.
 - Metodo della resistenza elettrica: sensori che si basano sulla misura della variazione della resistenza elettrica tra elettrodi, causata dalla variazione del contenuto idrico del suolo.
- Sensori a misura del contenuto volumetrico di acqua:
 - Metodo elettromagnetico: tali sensori (xDR) si dividono in sonde basate su tecnologia FDR (*Frequency Domain Reflectometry*) e TDR (*Time Domain Reflectometry*). Entrambe sfruttano la proprietà di propagazione delle onde elettromagnetiche ad alta frequenza all'interno del suolo che dipende in gran parte dal contenuto d'acqua del mezzo. Un loro corretto utilizzo deve prevedere la conoscenza delle caratteristiche fisiche del mezzo in cui vengono utilizzate, compresi i valori relativi a capacità per l'acqua (di campo o di contenitore), punto di appassimento e quindi acqua disponibile. Come già ricordato, sensori combinati sono in grado di fornire informazioni relative anche a temperatura e conducibilità elettrica.

I tipi di sensori sopra descritti sono normalmente impiegati per la gestione dell'irrigazione e sono disponibili in varie tipologie rispetto al volume di suolo esplorabile. Essi sono quindi impiegabili sia in contenitore, che per colture arboree in pieno campo in cui è necessario esplorare volumi di maggiore consistenza rispetto allo sviluppo dell'apparato radicale, in rispetto delle specifiche caratteristiche tecniche dei sensori stessi. Fondamentale per un loro corretto utilizzo è il loro posizionamento all'interno di contenitori o nel suolo. I sensori di temperatura e di umidità del suolo devono essere in grado di fornire indicazioni precise rispetto al volume di suolo esplorato dall'apparato radicale e non devono essere direttamente influenzati da fattori esterni, come gli interventi irrigui, non devono quindi essere mai collocati in prossimità dei punti goccia. In figura 3 sono riportati alcuni esempi, di posizionamento non corretto rispetto alla zona radicale da monitorare, applicabili sia a sensori di umidità del suolo, che di temperatura e/o multi-parametro.

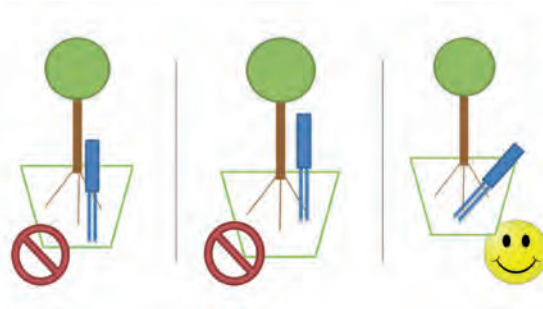


Figura 3. Esempi relativi al corretto impiego di sensori per il monitoraggio di parametri quali temperatura e umidità del suolo rispetto al volume di suolo/substrato, ovvero zona radicale, da monitorare. A sinistra e al centro sono riportati due esempi di posizionamento non corretto: i) nell'immagine a sinistra viene monitorato solo parte del volume di suolo esplorato dalle radici; ii) nell'immagine al centro, il sensore non è completamente immerso nel suolo e quindi non può garantire una misura corretta (es., i sensori di tipo xDR non riescono a misurare a causa delle interferenze dovute all'aria). Nell'immagine a destra invece è riportato un esempio di corretto posizionamento. Tali schemi sono applicabili sia a condizioni di coltivazione in contenitore che in pieno campo. Si ricorda che il sensore deve inoltre essere distanziato da eventuali punti goccia.

Infine, in figura 4 sono riportati alcuni esempi di sensori per il monitoraggio delle condizioni del substrato disponibili sul mercato.

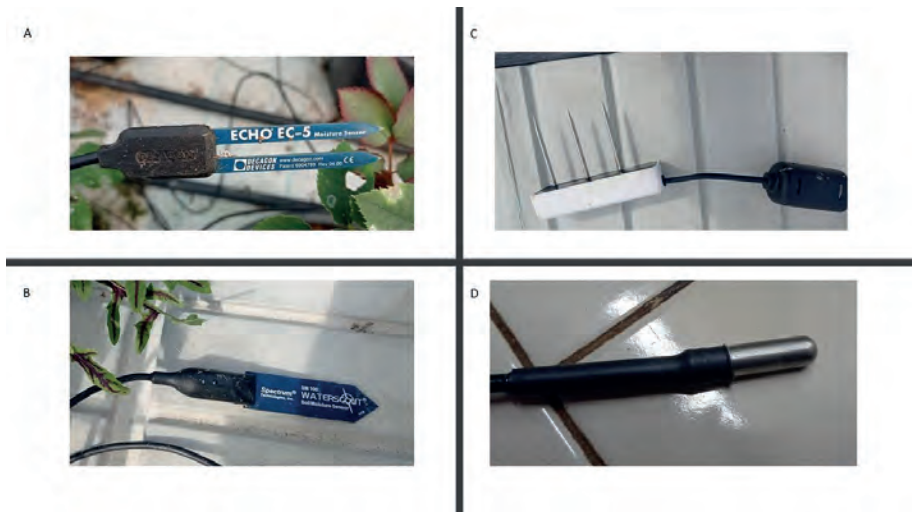


Figura 4. Esempi di sensori per il monitoraggio relativo alle condizioni di suolo/substrato di coltivazione. In particolare: A) sensore di umidità del suolo ECH2O EC-5 (Decagon Devices, USA); B) sensore di umidità del suolo WaterScout SM 100 (Spectrum Technologies, Inc., USA); C) sensore per la rilevazione di umidità del suolo, temperatura e conducibilità elettrica (Teros12 – Meter Enviroment, USA); D) sensore di rilevamento di temperatura del suolo (HP-1 – Meter Enviroment, USA);

Principali fitoparassiti a carico delle specie vivaistiche e uso di sistemi di *alert*

I fitoparassiti a carico delle specie ornamentali sono sicuramente numerosi e in grado di causare danni ingenti rispetto agli standard quali-quantitativi richiesti per questa tipologia di prodotto. Nell'ambito del progetto AUTOFITOVIV sono state individuate alcune specie ornamentali e i loro rispettivi fitoparassiti target su cui effettuare il monitoraggio microclimatico. In particolare, le specie ornamentali oggetto di monitoraggio durante le stagioni vegetative 2020 e 2021, sono state:

- *Magnolia 'Susan'*, *Quercus* spp., *Pyrus calleryana 'Chanticleer'* e *Prunus cerasifera 'Pissardii'*, **per la loro particolare sensibilità ad agenti patogeni causa di odio e ruggine, oltre ad afidi e acari**. Le coltivazioni di *Magnolia* spp. e *Quercus* spp. oggetto di osservazione sono state quelle in pieno campo, mentre per *Pyrus* spp. e *Prunus* spp. è stato fatto riferimento a coltivazioni in contenitore.
- *Photinia × fraseri 'Red Robin'* e *Prunus laurocerasus*, **per la loro particolare sensibilità a *Grapholita molesta*, ovvero la tignola del pesco**. Il monitoraggio ha riguardato coltivazioni in contenitore. Tale attività è stata svolta in collaborazione con il partner P7 (Università degli Studi di Firenze - Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali - DAGRI), responsabile del WP7.

Il controllo di tali aree è stato effettuato tramite ricorso a stazioni agrometeorologiche Netsens dotate di sensori per il monitoraggio in continuo di temperatura e umidità dell'aria, pressione atmosferica, punto di rugiada, bagnatura fogliare, pioggia, radiazione solare e vento (velocità e direzione). Tali stazioni sono gestite tramite *software* in *cloud*, ad accesso riservato (<https://live.netsens.it/login.php>), dal quale è possibile scaricare i dati su base oraria e in grado di fornire dati relativi a medie e all'evapotraspirazione potenziale ed effettiva in funzione del coefficiente culturale impostato.

Il monitoraggio finalizzato alla prevenzione di fitopatogeni fungini

Gli agenti patogeni fungini per i quali sono state calcolate le ore cumulate favorevoli al loro sviluppo, in funzione sia del monitoraggio climatico:

- su magnolia, genere *Erysiphe* spp., agente di oidio, sono state utilizzate le soglie di temperatura e umidità dell'aria, come riportate da Goidanich (1994): i) temperature comprese tra 12 e 31 °C e, ii) umidità relativa superiore a 75%;
- su quercia, è stato fatto riferimento alle soglie indicate per *Erysiphe alphitoides* Marçais e Desprez-Loustau (2014): i) temperature comprese tra 10 e 30 °C e, ii) umidità relativa superiore a 75%;
- su *Pyrus calleryana 'Chanticleer'*, è stato fatto riferimento alle soglie indicate per *Podosphaera leucotricha*, agente di oidio, da Holb (2013), Miletić *et al.* (2012) e Xu (1999,b): i) temperature comprese tra 10 e 25 °C, e ii) umidità relativa superiore a 80% per periodi cumulati di almeno 3 giorni consecutivi;

→ su *Prunus cerasifera* 'Pissardii', genere *Tranzschelia* spp., agente di ruggine, è stato fatto riferimento alle soglie riportate da Ram e Gupta (1999): i) temperature comprese tra 15 e 30 °C, e ii) umidità relativa superiore a 70% o, iii) presenza di pioggia.

I risultati relativi al calcolo delle ore cumulate favorevoli giornaliere, calcolate in riferimento a oidio su *Magnolia* 'Susan', ovvero valutate sul genere *Erysiphe* spp., sia per l'anno 2020, che per l'anno 2021, sono riportati in figura 5, mentre in figura 6 sono riportati i risultati relativi a *E. alphitoides* su quercia.

L'analisi dei dati ha evidenziato come le condizioni favorevoli all'insorgenza di oidio, sia su magnolia che su quercia, legato per entrambe le specie ad agenti patogeni afferenti al genere *Erysiphe*, 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. Poiché le soglie di intervento specifiche per *E. alphitoides* non si discostano molto da quelle impiegate per la valutazione di oidio su magnolia, è possibile, laddove la problematica sia da imputare al genere *Erysiphe*, se pur su specie diverse, fare riferimento a tali soglie, tenendo sempre comunque presente, la specifica sensibilità delle specie/cultivar rispetto a oidio.

Il calcolo giornaliero delle Ore favorevoli cumulate, valutato anche rispetto all'andamento storico registrato nel corso degli anni, può dare indicazioni precise sul momento in cui effettuare interventi a carattere preventivo, a partire da metà aprile, in questo caso specifico. Nel caso di cultivar particolarmente sensibili può essere consigliabile l'impiego di ulteriori sensori per il monitoraggio di temperatura e umidità dell'aria *intra-canopy*, in grado quindi di fornire indicazioni più accurate rispetto alla possibile insorgenza di oidio.

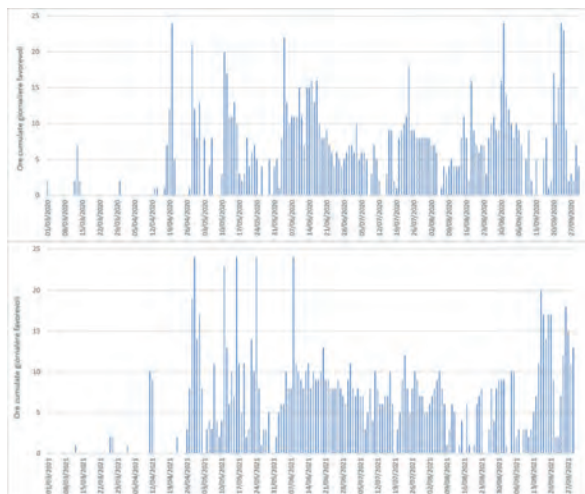


Figura 5. Grafici relativi al calcolo delle ore cumulate favorevoli all'insorgenza di oidio (*Erysiphe* spp.) su *Magnolia* 'Susan' per gli anni 2020 (in alto) e 2021 (in basso). Soglie di verifica: temperatura dell'aria compresa tra 12 °C e 31 °C e umidità relativa > 75 %.

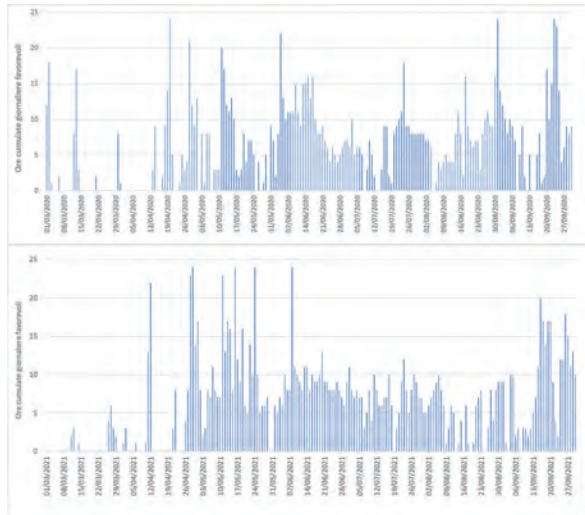


Figura 6. Grafici relativi al calcolo delle ore cumulative favorevoli all'insorgenza di oidio (*Erysiphe alphitoides*) su *Quercus* spp. per gli anni 2020 (in alto) e 2021 (in basso). Soglie di verifica: temperatura dell'aria compresa tra 10 °C e 30 °C e umidità relativa > 75 %.

Per quanto riguarda la coltivazione in contenitore di *Pyrus calleryana* 'Chanticleer' i risultati sono riportati in figura 7, dove è stata evidenziata anche la presenza di piogge che sembrano aver influenzato la diffusione di *Podosphaera leucotricha*, limitandone l'incidenza soprattutto nel 2021, annualità caratterizzata da una primavera piuttosto piovosa, in termini di giornate di pioggia, rispetto al 2020. Tale aspetto ha peraltro trovato conferma relazionando tali dati alla gestione fitosanitaria applicata nei due anni, ovvero frequenza e tipologia di intervento. In particolare, nel 2020 è stato necessario un intervento di tipo curativo, mentre nel 2021 sono stati effettuati unicamente due interventi a carattere preventivo.

Risulta evidente quindi come la presenza di giornate favorevoli a partire dalla seconda metà di aprile, in assenza di piogge abbondanti, sia fondamentale per la diffusione di tale patogeno, rendendo necessari interventi a carattere preventivo, già a partire da tale periodo.

L'analisi dei dati relativi ai diversi agenti causali di oidio ha evidenziato come le condizioni favorevoli, relativamente a temperatura e umidità dell'aria, si verificano indistintamente nello stesso periodo, ma anche come i diversi agenti di una stessa malattia (nel caso specifico *Erysiphe* e *Podosphaera* per oidio) possano essere fortemente influenzati anche da altri fattori, quali la presenza di piogge. Nello specifico, se da un lato l'effetto abbattente delle piogge sulla diffusione delle spore di oidio è noto, è sempre necessario ricordare che non tutti gli agenti fungini responsabili di oidio ne sono influenzati. Tali informazioni sono fondamentali in un'ottica di gestione razionale degli interventi di prevenzione e controllo di oidio.

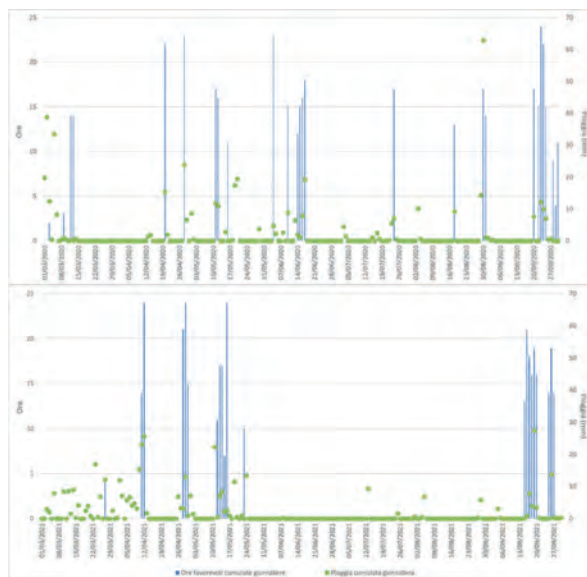


Figura 7. Grafici relativi al calcolo delle ore cumulative favorevoli all'insorgenza di oidio (*Podosphaera leucotricha*) su *Pyrus calleryana* 'Chanticleer' per gli anni 2020 (in alto) e 2021 (in basso). Soglie di verifica: temperatura dell'aria compresa tra 10 °C e 30 °C e umidità relativa > 80 % per almeno tre giorni consecutivi.

Per quanto riguarda l'analisi dei dati meteorologici in riferimento a *Tranzschelia* spp. su *Prunus cerasifera* 'Pissardii', i relativi risultati sono riportati in figura 8. In entrambe le stagioni vegetative, condizioni favorevoli allo sviluppo del patogeno sono state osservate a partire dalla seconda metà di aprile, mentre le due annualità si sono differenziate in termini di numero di giorni con presenza di condizioni favorevoli durante la stagione tardo-primaverile/estiva, con una maggiore incidenza osservata per l'anno 2020. Nei due anni di osservazione sono stati effettuati trattamenti fitosanitari curativi nel periodo estivo a partire dal mese di giugno, in corrispondenza dei quali è stata rilevato un indice di gravità, inteso come percentuale di presenza di sintomi visibili sulle foglie rispetto alla superficie fogliare totale, con percentuali sempre maggiori al 40%. È evidente quindi come, per questo agente patogeno, sia sufficiente la presenza di condizioni favorevoli, seppur non continuative durante la stagione vegetativa, a innescare una prima infezione, che se non preventivamente evitata o immediatamente contenuta, può portare a gravi infezioni che inficiano la crescita delle piante.

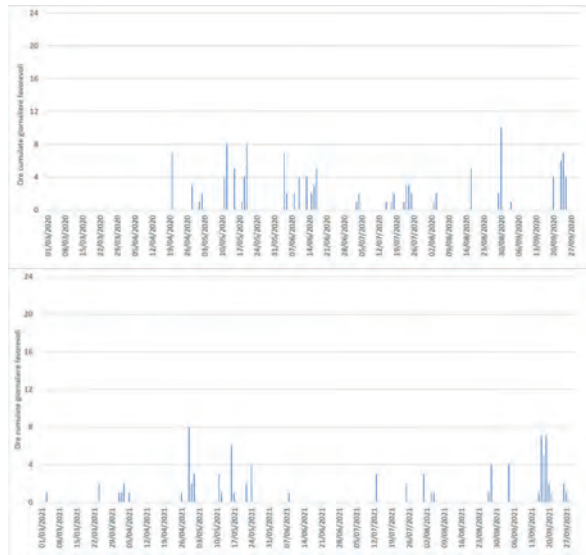


Figura 8. Grafici relativi al calcolo delle ore cumulative favorevoli all’insorgenza di ruggine (*Tranzschelia* spp.) su *Prunus cerasifera* 'Pissardii' per gli anni 2020 (in alto) e 2021 (in basso). Soglie di verifica: temperature comprese tra 15 e 30 °C, e umidità relativa superiore a 70% o presenza di pioggia.

Appare evidente quindi come un’appropriata analisi dei dati meteorologici, abbinata a opportuni controlli in loco, sia uno strumento utile in grado di fornire *alert* relativi alla possibile insorgenza di fitopatogeni dannosi, consentendo quindi di intervenire in maniera preventiva ed evitando trattamenti fitoterapici ritardati, ovvero in condizioni di infezione troppo avanzata, ormai di difficile controllo.

Il monitoraggio finalizzato alla prevenzione di insetti e acari

I principali fitoparassiti delle specie ornamentali da esterno per cui è stato effettuato il calcolo dei gradi giorno inerente ai cicli biologici degli stessi sono stati:

- *Grapholita molesta*, tignola del pesco, su *P. x fraseri* 'Red Robin' e *P. laurocerasus*, per cui è stato fatto riferimento, nel calcolo dei GDD (*Growing Degree Days*), alle 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; <https://ipm.ucanr.edu/PHENOLOGY/ma-oriental-fruit-moth.html>).

Nello specifico sono state testate come soglie di temperatura minima il valore di 7,2 °C (Murray, 2020), soglia massima 32,2 °C e gradi giorni cumulati generazione-generazione 535.

→ Afidi e ragnetto rosso su *P. cerasifera* 'Pissardii', *P. calleryana* 'Chanticleer' e altre specie di interesse vivaistico, per i quali è stato fatto riferimento alle soglie di temperatura, per i rispettivi calcoli dei gradi giorno, a quanto riportato da <https://ipm.ucanr.edu/MODELS/>. Nello specifico per la valutazione dell'incidenza di:

- Afidi, è stato impiegato il metodo di calcolo a singolo seno con taglio verticale e sono state utilizzate le soglie di riferimento specifiche per *Myzus persicae*, afide verde, ovvero come temperature soglia 4 °C e 28 °C, come gradi giorno necessari alla comparsa della prima generazione, il valore di 133,4 e come gradi giorno cumulati stadio ninfa-stadio ninfa, il valore di 152,5.
- Ragnetto rosso, sono stati valutati gli andamenti dei gradi giorno cumulati per *Tetranychus urticae*, relativamente alle sole colture di pieno campo, ovvero metodo di calcolo dei gradi giorno singolo seno, soglia di temperatura minima 11,7 °C, soglia massima 40 °C, gradi giorno necessari alla comparsa della prima generazione il valore di 108,6 e gradi giorno cumulati, stadio uovo-uovo, il valore di 120,5.

In figura 9 è riportato l'andamento dei gradi giorno cumulati per la stagione vegetativa 2021, nonché la cadenza e numero delle generazioni stimate a confronto con le reali catture di adulti (in collaborazione con Università degli Studi di Firenze - Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali - DAGRI). 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*.

L'elaborazione di tali dati ha confermato come il metodo dei gradi giorno sia uno strumento utile nel controllo di questo fitoparassita, non solo nel caso di tecniche di controllo tradizionali, ovvero uso di fitofarmaci, ma anche per l'applicazione di tecniche eco-sostenibili efficaci, quali la confusione sessuale o più correttamente nominato *Mating Disruption* (MD), consentendo un'adeguata scelta delle tempistiche per il posizionamento di trappole e diffusori di feromoni.

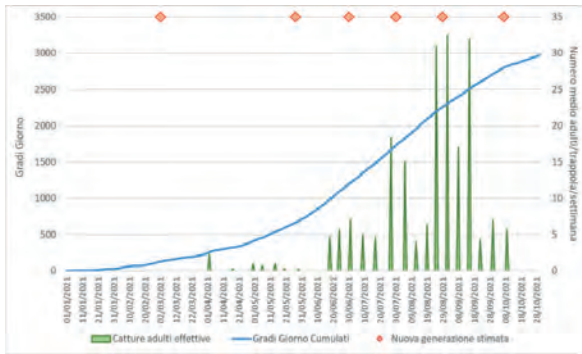


Figura 9. Grafico relativo al calcolo dei gradi giorno cumulati per *Grapholita molesta*, la tignola del pesco per l’anno 2021. Per il calcolo dei gradi giorno è stato impiegato il metodo del singolo seno a taglio orizzontale, impiegando come soglie di temperatura inferiore 7,2 °C e superiore 32,2 °C. 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 di progetto DAGRI, dell’Università degli Studi di Firenze.

Lo strumento dei gradi giorno cumulati può rappresentare un valido aiuto anche nella gestione di insetti, quali gli afidi, che possono comparire già tra fine febbraio e inizio marzo, divenendo però particolarmente dannosi con il progredire della stagione primaverile, in concomitanza della quale la velocità di riproduzione dell’insetto aumenta rapidamente, con generazioni sempre più ravvicinate tra loro (Fig. 10), nonché spesso sovrapposte.

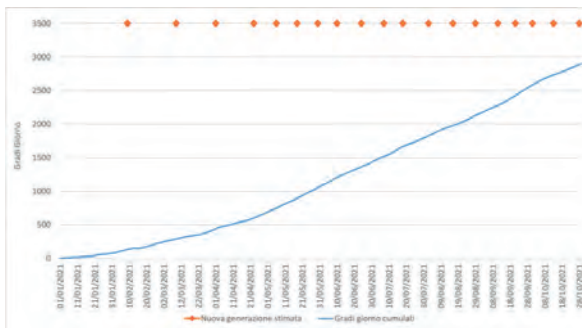


Figura 10. Grafico relativi al calcolo dei gradi giorno cumulati per afidi nell’anno 2021. Per il calcolo dei gradi giorno è stato impiegato il metodo del singolo seno a taglio orizzontale, utilizzando come soglie di temperatura inferiore 4 °C e superiore 28,8 °C. In arancio sono evidenziate le date relative alla comparsa della prima generazione (133,4) e di nuove generazioni, impiegando come valore di gradi giorno cumulati per il passaggio da una generazione all’altra, il valore di 152,5.

Simili considerazioni possono essere fatte anche rispetto al principale acaro tetranchide dannoso per le piante ornamentali, ovvero *Tetranychus urticae* (Fig. 11).

Ai fini di interventi tempestivi è necessario quindi effettuare un'attenta valutazione della curva dei gradi giorno, in modo da poter individuare il periodo a partire dal quale il susseguirsi delle diverse generazioni diviene sempre più ravvicinato.

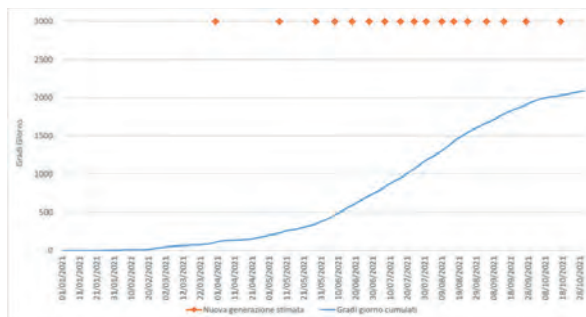


Figura 11. Grafico relativo al calcolo dei gradi giorno cumulati per ragnetto rosso, *Tetranychus urticae*, per l'anno 2021. Per il calcolo dei gradi giorno è stato impiegato il metodo del singolo seno, utilizzando come soglia di temperatura minima 11,7 °C, soglia massima 40 °C, gradi giorno necessari alla comparsa della prima generazione il valore di 108,6 e gradi giorno cumulati, stadio uovo-uovo, il valore di 120,5.

Buone pratiche agronomiche relative alle reti di monitoraggio

L'impiego di reti di monitoraggio microclimatico, come ormai noto, nonché ricordato nei paragrafi precedenti, può rappresentare un ottimo sistema di supporto alle decisioni in ambito vivaistico, consentendo, in particolare, una gestione razionale di acqua (*i.e.*, interventi irrigui in funzione del reale fabbisogno della coltura) e fitofarmaci (*es.*, possibilità di interventi preventivi, supporto all'impiego di strumenti di controllo alternativi, quali trappole a feromoni).

L'efficacia ed efficienza delle reti di monitoraggio è strettamente legato alla loro corretta progettazione e dimensionamento in funzione delle specie coltivate, sestì di impianto, modalità di coltivazione (*i.e.*, pieno campo e/o fuori suolo), esposizione, impiantistica adottata, organizzazione dei piani colturali, ecc. Non ultima come importanza è da considerare la struttura aziendale, intesa sia come disponibilità di personale adeguatamente formato per il loro impiego e in grado di valutare gli *output* forniti dai *software* di elaborazione dei dati derivanti dalle reti stesse, sia come capacità economica per installare e mantenere tali reti.

Allo stato attuale, uno degli aspetti critici legati all'impiego di reti di monitoraggio in ambito vivaistico, dove spesso convivono sistemi colturali diversi e numerose specie vegetali caratterizzate da esigenze e criticità agronomiche molto diversificate tra loro, è costituito dai costi

di acquisto e manutenzione della sensoristica dedicata, nonché dai costi di gestione legati ai servizi di raccolta e gestione dati *in cloud*, questi ultimi spesso offerti come servizi in abbonamento dalle aziende specializzate nel settore del monitoraggio agro-meteorologico. Una copertura capillare di aziende di medio-grandi dimensioni, spesso caratterizzate da corpi aziendali diffusi sul territorio, in grado di rispondere alle necessità di colture diverse, può infatti comportare costi di installazione e gestione piuttosto elevati, nonostante i benefici in termini di sostenibilità economica derivanti dalla possibilità di razionalizzare l'uso di acqua e agrochimici. In un'ottica di gestione economica sostenibile, interessante è sicuramente la possibilità di utilizzare tali reti a livello di consorzi di aziende, tramite una progettazione razionale di una rete di stazioni meteorologiche condivise, posizionate in punti strategici rispetto alle aziende consorziate, a cui abbinare punti di rilevamento micrometeorologici, in funzione di esigenze specifiche.

È utile ricordare che l'impiego di reti di monitoraggio, non necessariamente deve interessare tutti i settori di un'azienda, intesi come aree coltivate, andando a privilegiare colture di pregio o altre particolarmente sensibili a fitoparassiti specifici, o caratterizzate da particolari esigenze idriche.

Ai fini di una corretta gestione fitosanitaria del vivaio è inoltre opportuno valutare i dati forniti da sistemi decisionali di supporto, quali sistemi di *alert*, rispetto alle cure culturali adottate, come gli interventi di fertilizzazione, la gestione irrigua (ivi compresa la conoscenza di pH e conducibilità elettrica dell'acqua irrigua) e altri interventi quali potature, oltre l'impiego di ulteriori sistemi di monitoraggio, quali trappole a feromoni e/o cromotropiche, e la conoscenza delle condizioni pedologiche/tipologia di substrato in cui si accresce l'apparato radicale.

A tal fine una conoscenza approfondita delle caratteristiche fisiche del suolo/substrato colturale costituisce uno strumento fondamentale per una corretta gestione irrigua delle colture, evitando quindi l'instaurarsi di condizioni di stress per l'apparato radicale e/o di condizioni favorevoli all'insorgenza di patogeni a carico dello stesso, quali ristagni idrici.

L'impiego di sensori di umidità del suolo non può comunque prescindere dalla conoscenza delle caratteristiche fisiche del suolo o dei substrati stessi ai fini di una corretta taratura, ovvero interpretazione del dato letto da tali strumenti, normalmente espresso in volume di acqua su volume di suolo/substrato.

Tra i parametri utili in tal senso sono da ricordare densità apparente, porosità totale, capacità per l'aria (CA), capacità di campo/contenitore (CC), acqua disponibile (AD) e andamento della curva di ritenzione. Molto utile inoltre è la conoscenza delle caratteristiche chimiche di suolo e substrati in modo da poter bilanciare correttamente i piani di fertilizzazione e poter effettuare eventuali interventi correttivi rispetto a possibili fattori di stress abiotico (es., pH eccessivamente alcalino). Analisi chimiche approfondite di suolo e substrati devono prevedere la conoscenza di parametri quali il contenuto in macro, meso e micronutrienti, rapporto C/N, salinità, capacità di

scambio cationico, ecc. Tuttavia, laddove tali analisi non siano disponibili, possono essere fornite prime informazioni utili anche da parametri, quali pH e conducibilità elettrica.

In tabella 1 è riportata, a titolo esemplificativo, la caratterizzazione chimico-fisica di substrati, in miscela o matrice singola, comunemente impiegati nel settore florovivaistico, mentre in figura 12 sono riportati i rispettivi andamenti delle curve di ritenzione idrica. I valori di conducibilità elettrica e pH sono influenzati rispettivamente dalla presenza o meno di fertilizzanti a cessione controllata, nonché da eventuale aggiunta di correttivi per il pH. Altro dato interessante è la ripartizione dell'acqua disponibile in quota di acqua facilmente disponibile (AFD, valore compreso tra -1 e -5 kPa in figura 12) e acqua di riserva (AR, valore compreso tra -5 e -10 kPa in figura 12). La valutazione della percentuale di acqua di riserva è infatti determinante nella programmazione di turni e orari per la gestione irrigua. Nel caso, ad esempio, di scarsa acqua disponibile, ma soprattutto di una quota di acqua di riserva molto bassa, è infatti necessario preferire interventi ravvicinati nel tempo. Tuttavia, occorre ricordare che la capacità di contenitore (CC, valore a -1 kPa), nonché i correlati valori di AFD e AR, sono fortemente influenzati da forma e altezza del vaso. All'aumentare dell'altezza, infatti, la CC si riduce proporzionalmente a causa della maggiore influenza del potenziale gravitazionale.

Tabella 1. Caratterizzazione chimico-fisica dei substrati, matrici singole o miscele, normalmente impiegati in ambito florovivaistico.

Composizione substrato	CE	pH	DA	PT	Volume acqua a -1 kPa	Volume aria a -1 kPa	AFD	AR	AD
	$\mu\text{S cm}^{-1}$		g cm^{-3}	%	%	%			
Torba bionda baltica granulometria 0-40	148	3,7	0,08	95,4	69,7	25,7	20,4	5.1	25,5
Torba :perlite 75:25 v v ⁻¹ (per alveolo/ taleggio)	191,2	5,67	0,12	93,3	58,52	35,73	23,5	5,0	28,5
Torba:pomice 60:40 v v ⁻¹ + fertilizzante a cessione controllata	618,3	4,81	0,25	86,8	52,54	34,30	19,2	4,9	24,1
Midollo di cocco:fibra di cocco corta 70:30 v v ⁻¹	137,2	4,00	0,10	93,0	55,73	37,23	19,0	3,8	22,8
Midollo di cocco:pomice 70:30 v v ⁻¹	233,4	7,1	0,28	85,5	53,6	32,4	13,7	4,5	18,2
Fibra di legno stabilizzata	166	6,9	0,15	91,0	41,3	49,2	12,2	0,8	13,0
<i>Standard di riferimento*</i>		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.

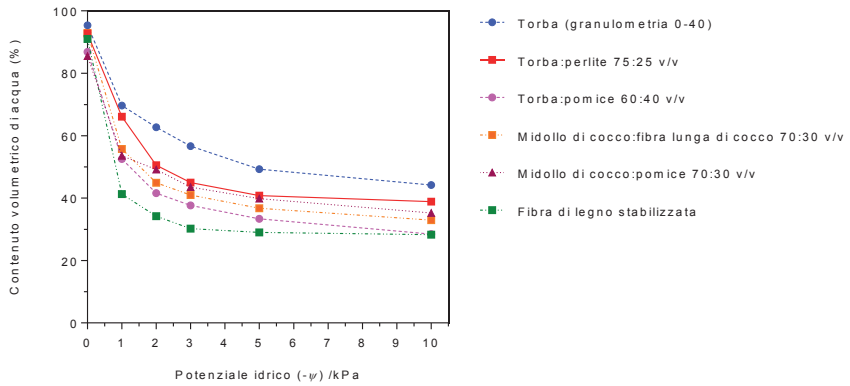


Figura 12. Andamento delle curve di ritenzione idrica di substrati, singola matrice o miscela, tipicamente impiegati in ambito florovivaistico.

In figura 13 è infine riportato, a titolo esemplificativo, l'andamento di una curva di ritenzione idrica per un terreno franco-sabbioso. È evidente che la gestione irrigua di colture in suolo sia diversa dalla gestione in substrato, laddove il valore di capacità di campo corrisponde a una tensione di -30 kPa (-10 kPa in caso di terreni sabbiosi), mentre il punto di appassimento corrisponde a valori di -1500 kPa.

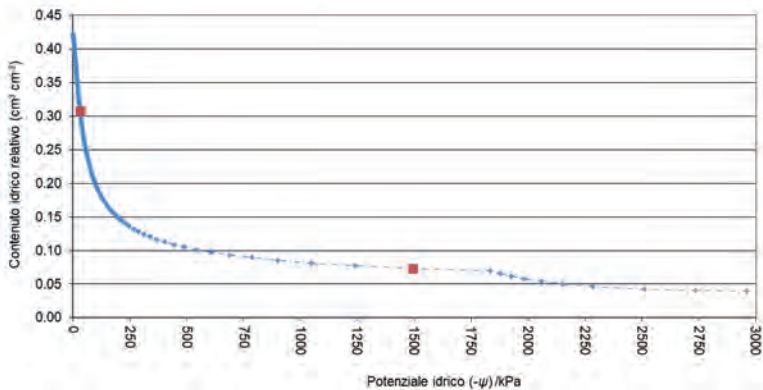


Figura 13. Esempio di curva di ritenzione idrica per un terreno franco sabbio (densità apparente pari a 1,31 g cm⁻³). I punti in rosso rappresentano rispettivamente la capacità di campo (- 30 kPa) e il punto di appassimento (-1500 kPa).

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>

DE VISSER P.H.B., VAN DER HEIJDEN GWAM, MARCELIS L.F.M., CARVALHO S.M.P., HEUVELINK E., (2006). *A functional-structural model of chrysanthemum for prediction of ornamental quality*. Acta Horticulturae. pp 59-66. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2006.718.5>

GLEASON M. L., TAYLOR S. E., LOUGHIN T. M., KOEHLER K. J. (1994). *Development and validation of an empirical model to estimate the duration of dew periods*. Plant Dis. 78: 1011-1016.

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>

KIM K. S., TAYLOR S.E., GLEASON M. L., KOEHLER K. J. (2002). *Model to Enhance Site-Specific Estimation of Leaf Wetness Duration*. The American Phytopathological Society, Publication no. D-2001-1217-02S. <https://doi.org/10.1094/PDIS.2002.86.2.179>

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>

MASSA D., INCROCCI L., MAGGINI R., BIBBIANI C., CARMASSI G., MALORGIO F., PARDOSSI A. (2011). *Simulation of crop water and mineral relations in greenhouse soilless culture*. Environmental Modelling & Software 26:711-722. doi: 10.1016/j.envsoft.2011.01.004.

Miletić N., Tamaš N., Vukša P., Pfaf-Dolovac E., Dolovac, N. (2012). *Influence of shading on the development of Podosphaera leucotricha under field conditions*. In Bulgarian Journal of Agricultural Science, 18(2), 178-184.

conv_7581

MURRAY M. (2020). *Using degree days to time treatments for insect pests*. All Current Publications. Paper 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.

ROMANI M., RAPI B., CACINI S., MASSA D., MATI F., ROCCHI L., SABATINI F., BATTISTA P. (2020). *A Support System for High-Quality Urban Green Management in Tuscany*. SCIRES-IT Volume 10, Issue 2: 37 – 52 DOI: 10.2423/i22394303v10n2p37

TRAVERSARI S., CACINI S., GALIENI A., NESI B., NICASTRO N., PANE C. (2021). *Precision Agriculture Digital Technologies for Sustainable Fungal Disease Management of Ornamental Plants*. Sustainability, 13(7), 3707. <https://doi.org/10.3390/su13073707>

XU, X. M. (1999,a). *Effects of temperature on the latent period of the rose powdery mildew pathogen, Sphaerotheca pannosa*. Plant pathology, 48(5), 662-667.

Xu X.M. (1999,b). *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>



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE
DAGRI
DIPARTIMENTO DI SCIENZE
E TECNOLOGIE AGRARIE,
ALIMENTARI, AMBIENTALI E FORESTALI



GIOVANI SI



PROGETTO AUTOFITOVIV

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

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

Patrizia Sacchetti - Marzia Cristina Rosi

Università degli Studi di Firenze

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari e Forestali (DAGRI)

Introduzione

Il progetto AUTOFITOVIV 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 e limitarne l'impatto sull'ambiente.

Le azioni hanno riguardato:

- 1) applicazione della tecnica "Mating Disruption" (MD) per proteggere rosacee ornamentali, soprattutto *Prunus laurocerasus* e *Photinia × fraseri* 'Red Robin' dal lepidottero tortricide *Grapholita molesta* (Busck) che può causare intense infestazioni a carico dei germogli;
- 2) impiego di nematodi e funghi entomopatogeni per limitare gli attacchi dei curculionidi del genere *Otiorynchus* (soprattutto *O. cribricollis*, *O. sulcatus*, *O. rugosostriatus*) che si sviluppano a carico di radici e foglie di *P. laurocerasus* e altre latifoglie sempreverdi;
- 3) applicazione del MD per il controllo del rodilegno giallo *Zeuzera pyrina* (Linnaeus), responsabile di attacchi su numerose latifoglie.

Azione 1 – Materiali e metodi

L'applicazione sperimentale del MD contro *G. molesta* è stata effettuata utilizzando (circa 600/ha) erogatori Isomate® OFM rosso FLEX (CBC- Biogard) contenenti i feromoni di *Grapholita molesta* e *G. funebrana* collocati, in funzione della logistica del vivaio, in parte sulle piante, sugli irrigatori e su altri supporti disponibili. Nel 2020 gli erogatori sono stati collocati a maggio, mentre nel 2021 sono stati posizionati già a metà marzo.

L'efficacia dell'azione è stata valutata attraverso a) il monitoraggio dei voli degli adulti di *G. molesta* con trappole a feromoni e b) il riscontro dell'infestazione tramite il campionamento delle piante che presentavano danni lasciati dall'attività dell'insetto.

Nel periodo della sperimentazione sono stati eseguiti dei trattamenti insetticidi sia nelle parcelle di controllo, gestite con i piani di difesa consueti, sia nelle aree di applicazione del MD, se ritenuti necessari.

Nel vivaio di Pistoia, su coltivazioni di *Prunus laurocerasus*, per il controllo di *G. molesta*, nel 2020, sono stati effettuati tre interventi insetticidi nell'area testimone (16/05/2020, 27/07/2020 e 07/08/2020) ed uno nell'area trattata con MD (28/07/2020). Nel 2021, nell'area gestita con i piani di difesa chimica, sono stati effettuati sette interventi insetticidi utilizzando più principi attivi, mentre nell'area trattata con MD sono stati effettuati tre interventi, distribuendo un solo principio attivo (Epik SL) e *B. thuringiensis*. Nel vivaio di Quarrata, con coltivazioni di *Photinia*, nell'area testimone (difesa tradizionale chimica) sono stati effettuati otto trattamenti in confronto all'unico intervento applicato nell'area MD.

Attività supplementari svolte nell'ambito dell'azione 1

E' stato ritenuto utile effettuare anche il monitoraggio di altri lepidotteri per verificare la loro presenza nell'ambiente e l'eventuale danno. Pertanto, nel vivaio di Pistoia, nelle stesse parcelle individuate per la sperimentazione realizzata per *G. molesta* (trattato MD e controllo), nel 2020, sono state distribuite 3 trappole a feromoni per ciascuna area per effettuare anche il monitoraggio di *Anarsia lineatella* Zeller, in quanto questo lepidottero, su pesco, causa danni ai germogli non distinguibili da quelli di *G. molesta*.

Nel 2021, sempre nel vivaio di Pistoia, è stato monitorato il torcicidico *Cacoecimorpha pronubana* Hübner, di cui erano state osservate numerose larve (identificate mediante analisi del DNA dal laboratorio di diagnostica di Pistoia del Servizio Fitosanitario Regionale della Toscana) sui germogli di lauroceraso nella primavera dell'anno precedente. A tale scopo sono state collocate tre trappole innescate con i feromoni specifici per *C. pronubana*, nella parcella trattata con gli erogatori per MD. Per il 2021, invece, è stato deciso di non seguire i voli del gelechide *A. lineatella* perché, nonostante nel 2020 fossero stati catturati regolarmente degli esemplari, non era mai stata rilevata la presenza delle larve sulle piante coltivate nel vivaio.

Azione 1 - Risultati

I risultati del monitoraggio *G. molesta* 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). Nello stesso anno, nel vivaio di Quarrata (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 MD di entrambi i vivai le catture di *G. molesta* sono state pressoché assenti.

Il monitoraggio degli adulti è stato utilizzato come riferimento delle epoche di sfarfallamento delle diverse generazioni, calcolate dai ricercatori del CREA-OF di Pescia con un modello di simulazione basato sui requisiti termici di *G. molesta*, utilizzando le temperature registrate a Pistoia. Dalla simulazione 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.

La proporzione delle piante infestate sul totale delle piante presenti e dei germogli danneggiati (fig. 3) indica una minore percentuale di infestazione nelle parcelle in cui è applicato il MD in confronto con quelle di controllo in cui è stata applicata la difesa chimica tradizionale.

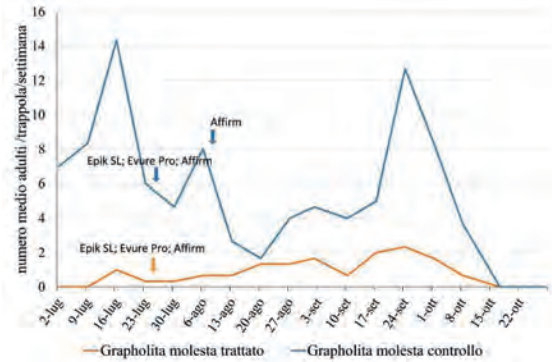


Fig. 1. Monitoraggio di *G. molesta* nell'area trattata con MD e nel controllo del vivaio di Pistoia (2020).

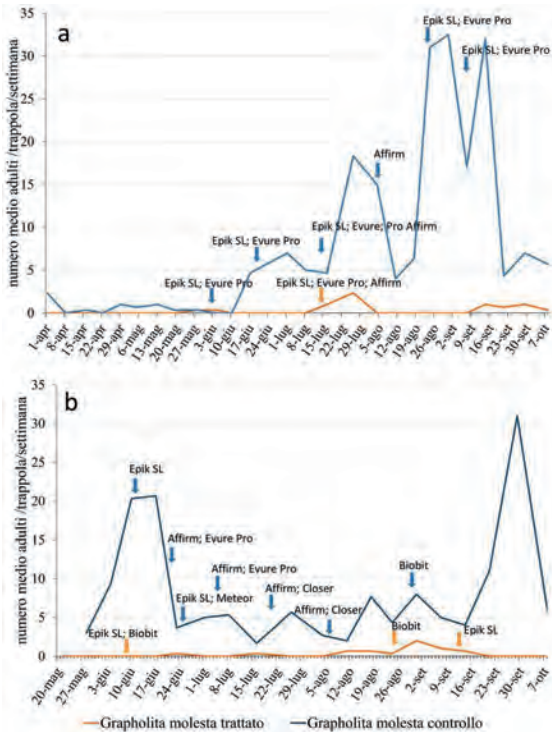


Fig. 2. Monitoraggio di *Grapholita molesta* nelle aree trattate con MD e nel controllo dei vivai di Pistoia (a) e di Quarrata (b) (2021).



Fig. 3. Sintomi e larve di *Grapholita molesta* nei germogli di *Prunus laurocerasus*.

Monitoraggio di *Anarsia lineatella* e *Cacoecimorpha pronubana*

I risultati del monitoraggio di *A. lineatella*, nel 2020, evidenziano la presenza del gelechide durante tutto il periodo delle osservazioni, con una maggiore consistenza numerica nel mese di luglio (fig. 4a). Merita sottolineare che dall'esame dei germogli di lauroceraso con sintomi di attacco non è mai stata rilevata la presenza di larve di *A. lineatella*.

Nel 2021, il monitoraggio degli adulti di *C. pronubana* mostra che questo tortricide nell'area di studio è sempre presente durante tutto il periodo di osservazione, mostrando un intenso picco di catture dalla seconda metà di giugno alla fine di luglio (fig. 4b). Tuttavia, nel 2021, dall'esame delle piante, sono stati osservati pochi sintomi di erosione sui germogli di lauroceraso.

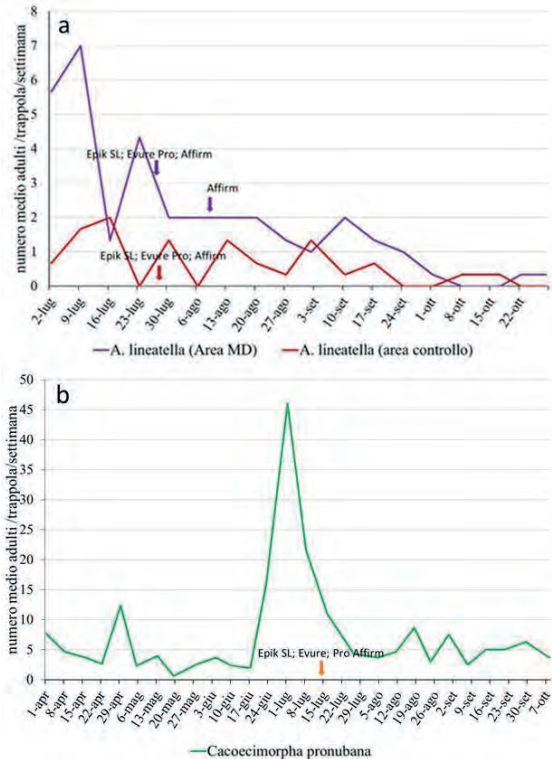


Fig. 4. Monitoraggio di altri lepidotteri nel vivaio di Pistoia: a) *Anarsia lineatella* nel 2020 nelle aree "trattato con MD" e "testimone"; b) *C. pronubana* nel 2021 nell'area trattata con MD.

Azione 2

Nel 2020, nel vivaio di Pistoia, sono stati rilevati attacchi di *Otiorynchus* spp. alle foglie e alle radici di *P. laurocerasus* (fig. 5). Pertanto, all'azienda sono state fornite indicazioni utili per l'applicazione di nematodi entomopatogeni (Nemopak HB). Nel 2021, in un altro vivaio, per limitare i danni da oziorrinco a latifoglie sempreverdi, è stato consigliato l'impiego di funghi entomopatogeni da distribuire in autunno (*Metarhizium anisopliae*) nel nuovo terriccio, al momento del rinvaso. Infine, i nematodi entomopatogeni sono stati raccomandati e impiegati, anche in un vivaio di fruttiferi, per interventi su piante di fico che mostravano sintomi iniziali di attacco di *Aclees taiwanensis* Kôno.

L'impiego di nematodi e funghi entomopatogeni indicato alle aziende partner ha permesso la riduzione del numero dei trattamenti chimici che normalmente l'azienda applica per il controllo di oziorrinco.

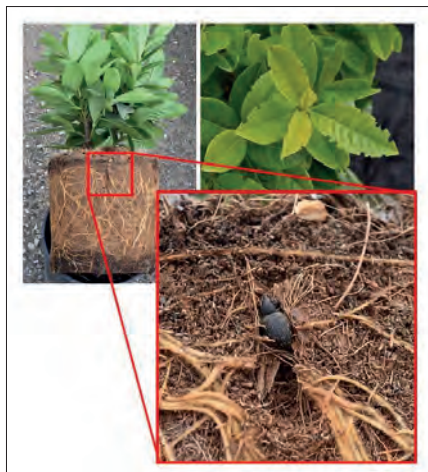


Fig. 5. *Prunus laurocerasus* con sintomi di attacco di *Otiorynchus* sp. su radici e foglie.

Azione 3

Gli erogatori per la confusione sessuale (Isonet® Z, contenente il feromone sessuale di *Zeuzera pyrina* e *Synanthedon tipuliformis*, sesia del ribes) sono stati collocati (circa 300/ha) a fine aprile.

Le trappole per il monitoraggio dei voli di *Z. pyrina* sono state installate a metà maggio. A partire dalla collocazione, fino alla fine di settembre, è stato eseguito il controllo delle catture settimanalmente, su tutte le trappole installate.

Conclusioni

La tecnica della 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 consente un efficace controllo degli 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. Importante è una corretta valutazione dell'area coperta dal MD per ridurre il rischio di migrazione casuale da aree circostanti di femmine fecondate.

L'efficacia del trattamento con feromoni applicati secondo il metodo del MD risulta particolarmente interessante, soprattutto se valutata 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, come d'altra parte confermato dalla simulazione dello sviluppo di *G. molesta*, prodotta dal CREA-OF, che colloca il primo picco di volo all'inizio del mese di marzo.

Durante il periodo di sperimentazione sono tuttavia emerse delle criticità con un aumento delle catture di maschi di *G. molesta* nelle trappole dell'area trattata con MD; ciò potrebbe essere imputato ad una diminuzione dell'emissione degli erogatori maggiormente esposti alle radiazioni UV che possono determinare una riduzione della loro efficacia. Questa ipotesi è supportata dall'abbassamento delle catture, successivo ad una nuova distribuzione di erogatori avvenuta a metà agosto.

L'impiego di nematodi e funghi entomopatogeni ha permesso di ridurre il ricorso agli insetticidi di sintesi nel controllo di *Otiorthynchus* in latifoglie ornamentali.

Con tali sperimentazioni si è voluto dimostrare che esiste la reale possibilità di ridurre l'immissione di residui di prodotti fitosanitari nell'ambiente e, di conseguenza, anche l'esposizione degli operatori al rischio chimico.

Risultati ottenuti nella sperimentazione

Riduzione del numero di interventi con insetticidi di origine chimica	Gli interventi di controllo sperimentati e/o consigliati all'interno delle azioni hanno permesso una sensibile riduzione del numero degli interventi mediante principi attivi chimici o di sintesi
Definizione di soglie di intervento specifiche per le colture ornamentali	Nell'azione 1 è stato possibile evidenziare l'utilità di un'applicazione precoce del MD fin dalla prima generazione il cui inizio è valutabile applicando modelli di sviluppo (vedi relazione CREA-OF). Inoltre è stata dimostrata la necessità di un'area di rinforzo per garantire un'adeguata copertura dell'area interessata.
Riduzione dell'esposizione al rischio chimico degli operatori	Gli operatori coinvolti nei vivai dove sono state attuate le azioni sperimentali, grazie al minor numero di interventi insetticidi, sono stati esposti a un minor rischio chimico durante lo svolgimento delle operazioni colturali.

PROGETTO AUTOFITOVIV

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

OTTIMIZZAZIONE GESTIONE SANITARIA: ALIEN PEST

Elisabetta Gargani

Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria
Centro di Ricerca Difesa e Certificazione (CREA-DC)

Invasive Alien Pest

Definizione

Una specie di parassita invasiva nota anche come esotica, introdotta, non indigena o non nativa, è una specie che viene introdotta da una regione geografica all'altra intenzionalmente o accidentalmente o tramite attività umana. Le specie invasive pongono una grave minaccia alla biodiversità naturale di un determinato ambiente. Le Alien Invasive Species (IAS) costituiscono la seconda più grave minaccia alla distruzione dell'habitat e comprendono sia piante che animali e microorganismi.





Negli ultimi
anni, le
introduzioni
sono
aumentate
perchè..



La popolazione umana è cresciuta; è aumentato il traffico commerciale.



La deregolamentazione degli scambi nazionali e internazionali ha indebolito le barriere per il commercio e la sorveglianza.



Molteplici vettori possono trasportare le specie alloctone.



La normativa ha risposto a volte in ritardo all'arrivo delle specie introdotte.



Il cambiamento climatico favorisce l'arrivo e lo stabilizzarsi di nuove specie.



Le specie aliene non sono sempre "cattive" o "pericolose" di per sé; è l'uomo che le rende tali trasportandole fuori dalla propria area d'origine.

Gli **insetti** sono il taxon con il più alto tasso di introduzione: sono numerosi e hanno uno stretto legame con le attività umane.

Prevenzione e diagnosi precoce

La prevenzione è la prima linea di difesa contro le invasioni biologiche ed è anche la più conveniente poiché una volta che una specie aliena invasiva si è stabilita, è estremamente difficile e quindi costoso eradicarla.

Un primo importante passo nella prevenzione è **l'identificazione delle specie** in grado di diventare invasive, dei possibili siti suscettibili e, soprattutto, delle vie in cui possono essere introdotte.

L'approccio più completo è quello di **identificare i percorsi** attraverso cui è più probabile che i parassiti entrino in un paese; ciò si traduce in una maggiore concentrazione di sforzi in cui non solo si evita di sprecare risorse, ma aiuta anche a identificare più specie e i loro vettori. Una volta identificati i percorsi, i potenziali strumenti e metodi di prevenzione possono essere sviluppati in modo più specifico.

La **Convenzione Internazionale per la Protezione delle Piante** (IPPC) è un trattato internazionale con lo scopo di garantire un'azione per prevenire la diffusione e l'introduzione di parassiti delle piante e dei prodotti vegetali e promuovere misure appropriate per il loro controllo. Questa convenzione disciplina in modo specifico il movimento transfrontaliero di tutte le piante e prodotti vegetali (compresi i prodotti forestali) e l'ambito di applicazione

non è limitato alle piante agricole. È governato dalla Commissione ad interim sulle misure fitosanitarie (ICPM) che adotta gli standard internazionali (ISPM) (IPPC, 2005).

Alcuni degli **strumenti importanti** utilizzati per prevenire l'ingresso e l'insediamento di specie aliene invasive includono:

- **informazione e istruzione pubblica;**
- **valutazione dei rischi dell'impatto ambientale per introduzioni intenzionali;**
- **normative nazionali e internazionali in materia di misure di prevenzione e quarantena e loro attuazione con ispezioni;**
- **trattamento delle merci importate, anche mediante fumigazione, immersione, spruzzatura, trattamento termico, sterilizzazione a raggi ultravioletti e pressione;**
- **restrizioni commerciali tecnicamente giustificate;**
- **misure o azioni di emergenza se un organismo nocivo deve essere rilevato prima dell'insediamento** (McNeely et al., 2001).

L'individuazione precoce delle specie aliene dovrebbe basarsi su un sistema di **indagini regolari** – generali, specifiche del sito o specifiche della specie – per identificare quelle di nuova introduzione.

Sebbene non tutte le specie aliene diventino invasive, i costi di quelle che lo diventano suggeriscono che un approccio precauzionale al problema è il migliore. Se le specie aliene vengono identificate precocemente, le possibilità di eradicazione saranno elevate, in particolare perché per alcune specie invasive può esserci un lungo lasso di tempo tra l'introduzione iniziale e la successiva esplosione della popolazione (Crooks e Soulé, 1999; Parker, 2004). Più a lungo la specie non viene rilevata, minori sono le opzioni per il suo controllo o l'eradicazione e più costoso diventerà qualsiasi intervento. L'ISPM n. 5 dell'IPPC fornisce lo standard internazionale in base al quale dovrebbe essere condotta la sorveglianza generale per gli impianti (IPPC, 2005).

La **diagnosi precoce** dipende fortemente dalla capacità di riconoscere sia le specie autoctone che quelle aliene (vedi riquadro 1). Di conseguenza, una grande componente di questa fase è la **formazione**, non solo dei professionisti responsabili del rilevamento, ma anche di tutte le persone che trascorrono del tempo nell'ambiente naturale come agricoltori, giardinieri, operatori forestali, ecologisti, operatori turistici, fotografi ed escursionisti. I professionisti formati dovrebbero essere in grado non solo di riconoscere le specie autoctone e aliene e gli effetti ecologici di quelle aliene, ma dovrebbero anche essere in grado di utilizzare database, chiavi, manuali e altre fonti di identificazione. I sistemi di allerta precoce che includono elenchi e set di dati di specie registrate o potenzialmente invasive, in determinati paesi, i tempi e le condizioni sono strumenti importanti a questo proposito. Infine, dovrebbe essere sviluppato un **piano di emergenza** che delini le azioni da intraprendere una volta identificata una specie aliena invasiva o sospettata un'invasione.

NORMATIVA EUROPEA

- [Regolamento \(UE\) 2016/2031](#) del Parlamento europeo e del Consiglio- relativo alle **misure di protezione contro gli organismi nocivi per le piante**
- [Regolamento \(UE\) 2017/625](#) del Parlamento europeo e del Consiglio relativo ai **controlli ufficiali** e alle altre attività ufficiali.
- [Regolamento \(UE\) 652/2014](#) del Parlamento europeo e del Consiglio che fissa le disposizioni per la **gestione delle spese**.
- [Regolamento \(UE\) 1143/2014](#) del Parlamento europeo e del Consiglio recante disposizioni volte a prevenire e gestire l'introduzione e la diffusione delle **specie esotiche invasive**.
- [Regolamento \(UE\) 2020/178](#) della Commissione relativo alla presentazione delle informazioni ai passeggeri provenienti da paesi terzi e ai clienti dei servizi postali e di taluni operatori professionali sui divieti per quanto riguarda l'introduzione di piante, prodotti vegetali.

IN ATTUAZIONE DEL REGOLAMENTO 2016/2031


- [Regolamento di esecuzione \(UE\) 2017/2313](#): formato passaporto.
- [Regolamento \(UE\) 2018/2018](#): procedura per la valutazione dei rischi di piante, prodotti vegetali e altri oggetti ad alto rischio.
- [Regolamento di esecuzione \(UE\) 2018/2019](#): elenco provvisorio di piante, prodotti vegetali e altri oggetti ad alto rischio e di piante per le quali non sono richiesti certificati fitosanitari.
- [Regolamento delegato \(UE\) 2019/827](#): criteri che gli operatori professionali devono rispettare e relative procedure.
- [Regolamento delegato \(UE\) 2019/829](#): deroghe temporanee a fini di prove ufficiali, scientifici o educativi, sperimentali, di selezione varietale o riproduttivi.
- [Regolamento delegato \(UE\) 2019/1702](#): elenco organismi nocivi prioritari.
- [Regolamento di esecuzione \(UE\) 2019/2072](#): elenchi degli organismi nocivi da quarantena rilevanti per l'Unione, degli organismi nocivi da quarantena rilevanti per le zone protette e degli organismi nocivi regolamentati non da quarantena rilevanti per l'Unione, nonché le misure in materia di piante, prodotti vegetali e altri oggetti, al fine di ridurre a un livello accettabile i rischi presentati da tali organismi nocivi.
- [Regolamento di esecuzione \(UE\) 2019/2148](#): norme specifiche concernenti l'uscita di piante, prodotti vegetali e altri oggetti dalle stazioni di quarantena e dalle strutture di confinamento.

IN ATTUAZIONE DEL REGOLAMENTO 2017/625

- [Regolamento delegato \(UE\) 2018/631](#): istituzione dei laboratori di riferimento dell'unione europea per gli organismi nocivi per le piante.
- [Regolamento di esecuzione \(UE\) 2019/66](#): norme che definiscono modalità pratiche uniformi di esecuzione dei controlli ufficiali.
- [Regolamento di esecuzione \(UE\) 2019/530](#): designazione laboratori di riferimento dell'unione europea.
- [Regolamento di esecuzione \(UE\) 2019/628](#): modelli di certificati ufficiali per determinati animali e merci.

- [Regolamento di esecuzione \(UE\) 2019/723](#): per quanto riguarda il modello standard di formulario da utilizzare nelle relazioni annuali presentate dagli Stati membri.
- [Regolamento delegato \(UE\) 2019/1012](#): deroghe per la designazione dei punti di controllo e ai requisiti minimi per i posti di controllo frontalieri.
- [Regolamento di esecuzione \(UE\) 2019/1013](#): notifica preventiva delle partite di determinate categorie di animali e merci.
- [Regolamento di esecuzione \(UE\) 2019/1014](#): requisiti minimi dei posti di controllo frontalieri, compresi i centri d'ispezione.
- [Regolamento delegato \(UE\) 2019/1081](#): prescrizioni specifiche in materia di formazione del personale.
- [Regolamento delegato \(UE\) 2019/1602](#): documento sanitario comune di entrata.
- [Regolamento di esecuzione \(UE\) 2019/1715](#): regolamento IMSOC.
- [Regolamento di esecuzione \(UE\) 2019/1793](#): incremento temporaneo dei controlli ufficiali
- [Regolamento delegato \(UE\) 2019/2074](#): controlli ufficiali specifici sulle partite di determinati animali e merci che sono originarie dell'unione e vi fanno ritorno in quanto non ammesse in un paese terzo.
- [Regolamento delegato \(UE\) 2019/2122](#): categorie di animali e merci esenti da controlli ufficiali ai posti di controllo frontalieri, controlli specifici al bagaglio dei passeggeri e a piccole partite di merci spedite a persone fisiche.
- [Regolamento delegato \(UE\) 2019/2123](#): casi e condizioni in cui i controlli di identità e i controlli fisici su alcune merci possono essere eseguiti presso i punti di controllo e i controlli documentali possono essere eseguiti a distanza dai posti di controllo frontalieri.
- [Regolamento delegato \(UE\) 2019/2124](#): merci in transito.
- [Regolamento delegato \(UE\) 2019/2125](#): esecuzione di controlli ufficiali specifici del materiale da imballaggio in legno.
- [Regolamento delegato \(UE\) 2019/2127](#): data di applicazione di alcune disposizioni.
- [Regolamento di esecuzione \(UE\) 2019/2130](#): operazioni da svolgere durante e dopo i controlli documentali, i controlli di identità e i controlli fisici sugli animali e sulle merci soggetti a controlli ufficiali ai posti di controllo frontalieri.

NORMATIVA NAZIONALE

- [Decreto Legislativo 19 agosto 2015, n. 214](#): attuazione della direttiva 2002/89/CE concernente le misure di protezione contro l'introduzione e la diffusione nella Comunità' di organismi nocivi ai vegetali o ai prodotti vegetali.
-  [DECRETO LEGISLATIVO 2 febbraio 2021, n. 19 – Norme per la protezione delle piante dagli organismi nocivi in attuazione dell'articolo 11 della legge 4 ottobre 2019, n. 117, per l'adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento \(UE\) 2016/2031 e del regolamento \(UE\) 2017/625.](#)
- [Linee guida per la predisposizione del piano di gestione dei rischi connessi agli organismi nocivi. Doc CFN 25/102021](#)

ELENCO DELLE PRIORITY PEST DI INTERESSE PER I VIVAI

<i>Agrilus planipennis</i> Fairmaire	<i>Agrilus anxius</i> Gory
<i>Anoplophora glabripennis</i> (Motschulsky)	<i>Anoplophora chinensis</i> (Thomson)
<i>Aromia bungii</i> (Faldermann)	<i>Popillia japonica</i> Newman
<i>Thaumatotibia leucotreta</i> (Meyrick)	

SCHEDE TECNICHE

Come riconoscere la specie?

Popillia japonica (Newman) (Coleoptera Scarabaeidae)

I coleotteri adulti sono lunghi 10-12 mm con **elitre iridescenti color rame e torace e testa verde metallizzato**. Sul corpo si nota la presenza di **12 ciuffi di peli bianchi** (5 lungo ogni lato dell'addome e 2 più grandi vicino all'estremità inferiore). La presenza di questi ciuffi di pelo bianco è abbastanza caratteristica della *Popillia japonica*. Gli **adulti** possono essere visti principalmente durante la **tarda primavera e l'estate**. **Altri stadi dell'insetto** (uova, larve e pupe) vivono nel **terreno** e sono quindi più difficili da vedere e da identificare.

L'identificazione morfologica mediante l'osservazione con binocolare è il metodo diagnostico consigliato per adulti e larve. Sul documenti **EPPO PM7/74(1)** sono disponibili **chiavi identificative**



Confronto con altri coleotteri autoctoni



Popillia japonica

Phyllopertha horticola

Anthrenus sp.



Melolontha junci junci

Cetonosaurus murata

Amphimallon sp.

Anomala villosa

Caratteristica forma a V delle spine del raster



Dov'è *P. japonica*?

Qual è il danno?

Qual è il ciclo vitale?



La *Popillia japonica* è un coleottero **originario del Giappone** che è stato introdotto in diverse altre parti del mondo come le isole Azzorre e gli USA. Nell'estate 2014, è stata trovata per la prima volta nell'Europa continentale, vicino a Milano in Italia. In Italia, un focolaio di *P. japonica* è sotto controllo ufficiale in **Lombardia e Piemonte (EPPO RS 2020/116)**. Poiché questo fitofago può essere facilmente trasportato come autostoppista, il CFN italiano ha istituito una rete di cattura nelle regioni circostanti l'epidemia.



Le **larve consumano le radici delle piante** e sono particolarmente dannose nei prati e nei pascoli che vengono disseccati. **I coleotteri adulti sono voraci mangiatori** e possono attaccare molte specie di piante diverse (circa **300 specie** di piante selvatiche e coltivate). Tra le piante più vulnerabili si possono citare: melo, rovo, olmo, vite, graminacee, tiglio, mais, acero, rosa, pesco, soia. Gli adulti scheletrizzano le foglie masticando il tessuto tra le venature. Possono anche nutrirsi di fiori e frutta. Gli adulti si raggruppano su un'unica pianta, quindi singole piante o alberi possono essere completamente defogliati.



Popillia japonica di solito completa **una generazione all'anno**, ma in climi freddi il suo ciclo di vita può essere esteso a due anni. I coleotteri adulti di solito emergono dal terreno a maggio o giugno e si accoppiano. Le femmine depongono le uova nel terreno. Dopo la schiusa, le larve si sviluppano nel terreno dove si nutrono di radici di erbe. L'insetto sverna in uno stadio larvale nel terreno. In primavera, le larve riprendono a nutrirsi e diventano pupe. Dopo l'emergenza, i coleotteri adulti iniziano a nutrirsi delle parti aeree delle piante e ricomincia un nuovo ciclo.



Come riconoscere la specie?

Agrilus planipennis (Coleoptera, Buprestidae)

I coleotteri adulti sono lunghi 12-15 mm. La forma del corpo è tipica del genere *Agrilus* ed è allungata. Il colore è metallico, mono o bicolor. Ha un **colore smeraldo**, ma il pronoto, **la testa e l'addome** sono frequentemente **color rame**, e raramente interamente violacei. Il corpo della **larva** è bianco giallastro e il quarto stadio può essere lungo fino a **26-32 mm**. I segmenti addominali sono caratteristicamente a forma di campana e il pronoto ha un solco che è posteriormente biforcuto.

L'identificazione morfologica mediante l'osservazione con binocolare è il metodo diagnostico consigliato per adulti e larve. Sui documenti EPOO sono disponibili chiavi identificative che mettono in confronto la specie con specie congeneri europee. Altro strumento è l'analisi biomolecolare, vedi **EPOO (2016). PM 7/129 (1)**.

Per l'identificazione con un alto livello di certezza dovrebbero essere utilizzate le **caratteristiche morfologiche distintive delle larve**.

I **fori di uscita** praticati dagli adulti di tutte le specie di *Agrilus* hanno **sezioni trasversali a forma di D**, sebbene quello realizzato da *A. planipennis* possa essere più grande (3-4 mm di larghezza) rispetto a quelli praticati dalle specie autoctone europee di *Agrilus* che attaccano *Fraxinus*.



Processi addominali



Foro uscita adulto



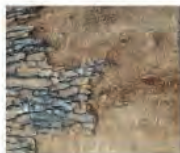
All Images: Daniel A. Herms, The Ohio State University (US); EPOO (Good Practice, info://ga.eppo.it)

Dov'è *A. planipennis*?

Qual è il danno, quali i sintomi da cercare?

Agrilus planipennis è originario dell'Asia ma è stato introdotto in altre parti del mondo (ad esempio Canada e Stati Uniti) dove ha ucciso milioni di frassini. A metà degli anni 2000, è stato scoperto nella parte europea della **Russia**, vicino a Mosca. Poiché la sua diffusione sta minacciando i frassini nelle nostre foreste e negli ambienti urbani, è importante rilevare la specie il prima possibile.

I sintomi sono difficili da rilevare poiché potrebbero volerci anni prima che i segni diventino evidenti. Le larve creano estesi **tunnel a spirale** sotto la corteccia che di conseguenza portano alla morte dei tessuti del floema e del cambio direttamente intorno e sopra le aree colpite. Di conseguenza, si possono osservare grandi chiazze. In caso di danni estesi, le gallerie possono espandersi lungo la circonferenza dei rami e persino del tronco portando a uccidere rami, rami e infine l'intero albero.



Sintomi da verificare

- colorimento dei fogliame;
- deperimento / diradamento / clorosi della corona;
- getti epicormici;
- deformità della corteccia (soprattutto sulle piante da piantare bonsai compreso);
- corteccia che si spacca spesso con gallerie larvali di *A. planipennis* visibili sotto;
- essudati dalla corteccia;
- produzione di semi sovrabbondante

E' consigliato l'impiego di trappole cromotropiche verdi o viola con associate esche attrattive



Il **ciclo di sviluppo** può durare da **uno a due anni**, a seconda del periodo dell'anno di deposizione delle uova, della salute dell'albero ospite e della temperatura.

Come riconoscere la specie?

Agrius anxius (Coleoptera, Buprestidae)

Gli **adulti** sono stretti, subcilindrici con **colorazione metallica rame-bronzo**. Di solito sono lunghi 6-11 mm, ma possono variare tra 5-13 mm. I maschi hanno un solco ventrale sul primo e sul secondo segmento addominale che è assente nelle femmine. Le differenze nella morfologia dell'edeago sono i caratteri più affidabili per separare il maschio adulto delle diverse specie. La **larva** è: di colore bianco e raggiunge la maturità dopo 4 età larvali e può arrivare a oltre 2cm di lunghezza, con corpo con evidenti segmenti

L'identificazione morfologica non è semplice e richiede specialisti. Per differenziare la specie da altre simili si possono osservare le caratteristiche dell'edeago.

Non sono stati identificati feromoni a lungo raggio per nessuna specie di *Agrius* nonostante approfondite ricerche. Pertanto non sono stati sviluppati strumenti efficaci per intrappolare gli adulti.



Forme e habitus diversi della specie



Dov'è *A. anxius*?

Qual è il danno, quali i sintomi da cercare?

Proviene dal Nord America, dove è considerato un grave parassita delle betulle (*Betula spp.*) coltivate e in foresta. Le specie europee di betulla (es. *Betula pendula* e *B. pubescens*) piantate in Nord America sono più sensibili degli ospiti nordamericani. Nella regione dell'EPPO, queste specie di betulle sono diffuse e importanti.

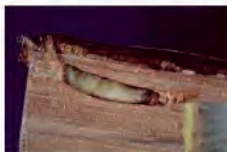
L'infestazione si manifesta come nel caso di altri buprestidi principalmente dai caratteristici fori a forma di lettera D da cui gli adulti fuoriescono. Inoltre sotto la corteccia sono ben visibili le gallerie scavate dalle larve, sinuose e con rosura compatta, segno di una infestazione in corso o pregressa. La pianta infestata mostra sintomi di deperimento fino alla morte

Il **ciclo di sviluppo** richiede da **uno a due anni** per completarsi a seconda del clima. Gli insetti nelle **regioni più meridionali** completano il ciclo in **un anno**, mentre nelle **regioni settentrionali** ne richiedono **due**.

Gli **adulti** sono visibili da **metà giugno ad agosto**. Vivono per **tre settimane** durante le quali volano in giro **nutrendosi di foglie**. Dopo l'accoppiamento, le femmine depongono le **uova** nelle fessure che fanno con le loro mascelle o nelle fessure della **corteccia**.

Le **uova** si schiudono in circa due settimane e le **larve** penetrano nella corteccia per iniziare a creare dei **tunnel nel legno**.

Le larve si sviluppano vicino alla superficie per la maggior parte dell'estate, ma successivamente si spostano **più in profondità nel legno dove svernano**. In primavera, le larve mature creano celle dove si **impupano**.



Come riconoscere la specie?

Anoplophora chinensis (Coleoptera Cerambycidae)

Il **corpo** degli adulti è **nero brillante** con riflessi metallici e **macchie bianche** sulle elitre. Le antenne sono anulate e lunghe, a bande bianco-neri: nei maschi sono lunghe anche il doppio del corpo mentre nelle femmine queste sono poco più lunghe del corpo. La femmina misura 35 mm circa; il maschio è più corto (circa 25mm).



L'identificazione morfologica mediante l'osservazione con binocolare è il metodo diagnostico consigliato per adulti e larve.

Sui documenti **EPPO PM 7/149(1)** sono disponibili chiavi identificative.



• **Monitoraggio** intensivo nelle aree delimitate delle superfici a vivaio: **da fine maggio a tutto ottobre**, ispezioni. Presenza di segatura alla base della pianta

• Installazione e controllo trappole (Cross Vane Panel Traps and Multi Funnel Traps): da maggio ad ottobre, con controllo ogni 30 giorni



La **larva** è apoda di colore bianco crema con capo bruno, leggermente appiattito. Dimensioni: a maturità 45-55 mm di lunghezza.



Dov'è *A. chinensis*?

Qual è il danno?

Qual è il ciclo vitale?

Cerambycidae nativo dell'Asia, in passato ha portato all'abbattimento di più di 50 milioni di piante di agrumi in Cina, 15mila latifoglie a New York e altre 12mila in Canada.

In **Italia** dalla sua comparsa ad oggi si stima che le piante abbattute siano più di 3000 localizzate preferibilmente nelle provincie di Milano, Varese e Brescia.

Già dalla sua comparsa il Servizio Fitosanitario Regionale e Nazionale si è mosso per circoscrivere il problema e ricercare soluzioni per la sua delimitazione ed il suo contenimento.

Per tale motivo sono state emanate disposizioni di lotta obbligatoria che prevedono l'abbattimento delle piante colpite da *A. chinensis*.

In **Toscana** sono presenti alcuni focolai, in eradicazione



Le larve scavano **lungli tunnel** di alimentazione sia nei tronchi che nelle radici esposte, inizialmente nella regione cambiale e successivamente penetrano nei tessuti legnosi delle parti più basse del tronco e delle radici, nel durame e nell'alburno.



Dopo la copula le **femmine** depongono le **uova**, una ad una, sotto la corteccia della **parte bassa del tronco**, sulle **radici esposte** e lungo la regione del **colletto** radicale. Al momento dell'ovideposizione, praticano delle **incisioni a "T"** con le loro mandibole sulla corteccia della pianta ospite, in modo da poter introdurre l'ovopositore e deporre le uova. Le femmine depongono in media **70 uova** nel corso della loro vita. La maggior parte degli individui **sverna come larve** in vari stadi del loro sviluppo. Le larve mature che svernano si impupano di solito durante la primavera.

Decisione di esecuzione della Commissione 2012/138/UE "relativa alle misure d'emergenza per impedire l'introduzione e la diffusione nell'Unione di *Anoplophora chinensis* (Forster)".

Come riconoscere la specie?

Anoplophora glabripennis (Coleoptera: Cerambycidae)

Il **corpo** degli adulti è **nero brillante** con riflessi metallici e **macchie bianche** sulle elitre. Le antenne sono anulate e lunghe, a bande bianco-neri. Il maschio supera i 20 mm di lunghezza ed ha le antenne lunghe 2 volte il corpo, la femmina invece misura circa 35 mm con antenne poco più lunghe del corpo.

L'identificazione morfologica mediante l'osservazione con binocolare è il metodo diagnostico consigliato per adulti e larve. Sui documenti **EPPO PM 7/149(1)** sono disponibili chiavi identificative.

Monitoraggio intensivo nelle aree delimitate delle superfici a vivaio: **dalla fine dell'estate** per rilevare nuovi segni di presenza del fitofago e ripeterle durante il periodo di assenza delle foglie. **Predilige la parte più alta del fusto a partire da 1,5 m.** Le trappole innescate con feromoni maschili e diverse combinazioni di sostanze volatili di origine vegetale possono essere utilizzate per catturare gli adulti. Le trappole possono essere utilizzate per monitorare le aree in cui *A. glabripennis* non è stata ancora rilevata e per delimitare i confini di un'area considerata infestata.



La **larva** è apoda di colore bianco crema con capo bruno, leggermente appiattito. Dimensioni: a maturità può raggiungere i 30-60 mm di lunghezza.



Dov'è *A. glabripennis*?

Qual è il danno?

Qual è il ciclo vitale?

È originaria della Cina. In Italia, è stata ritrovata per la prima volta nel 2007 in Lombardia (EPPO RS, 2007/166, 2014/023). Successivamente è stata rinvenuta in Veneto, Marche e Piemonte nel 2009, 2013 e 2018, rispettivamente.

In Italia, durante le attività di monitoraggio condotte dal 2009 al 2019 su oltre 170 000 piante (appartenenti a più di 30 generi), *A. glabripennis* è stata rinvenuta su *Acer* spp., *A. campestre*, *A. negundo*, *A. platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *A. saccharinum*, *Aesculus* spp., *Betula* spp., *Populus* spp., *Salix* spp. e *Ulmus* spp.

In Toscana non sono presenti al momento focolai di *Anoplophora glabripennis*.

Le larve scavano **lungli tunnel di alimentazione** sia nei bronchi che nelle radici esposte, inizialmente nella regione cambiale e successivamente penetrano nei tessuti legnosi delle parti più basse del tronco e delle radici, nel durame e nell'alburno.



- Il ciclo di vita di *A. glabripennis* dura **da 1 a 2 anni** nell'area di origine e varia a seconda del clima e delle condizioni di alimentazione. In Italia normalmente il ciclo si completa in 1 anno.
- Le larve giovani creano gallerie nel cambio, mentre le larve più avanti con l'età attraversano il durame con gallerie.
- Prima di impuparsi, le larve si portano in una camera pupale appena sotto la corteccia.
- Una volta che lo stadio adulto è raggiunto (intorno al 20 luglio) rimane immobile nella camera per 7-10 giorni prima di uscire finalmente dai fori, perfettamente tondi (che possono variare da 6 a 20 mm di diametro.)



Come riconoscere la specie?

Aromia bungii (Coleoptera Cerambycidae)

Il colore generale è **nero lucido**; **pronoto** è colorata di un **rosso vivo** ed è dotata di tubercoli. Il corpo degli adulti è lungo dai 20 ai 40 mm a cui si aggiungono le antenne. I maschi si distinguono dalle femmine per le dimensioni minori e per la presenza di antenne più lunghe del loro corpo.

L'identificazione morfologica mediante l'osservazione con binocolare è il metodo diagnostico consigliato per gli adulti, per le larve si consiglia sia il riconoscimento morfologico che molecolare. In Italia esistono altre specie del genere *Aromia*

Gli **adulti** possono essere osservati facilmente in ragione della loro **attività diurna** e della loro taglia associata ad una vistosa livrea; possono essere altresì catturati con specifiche trappole attrattive.

La presenza di *Aromia bungii* può essere rilevata indirettamente ricercando alla base del tronco, o sulla corteccia, i cumuli di segatura che fuoriesce dai fori di rosura. I fori di uscita indicano invece che una generazione larvale si è compiuta.



Dov'è *A. bungii*?

Qual è il danno?

Qual è il ciclo vitale?

Originario della Cina e Corea dannoso a piante agricole, in particolare pesco e albicocco (*Prunus* spp.), piante forestali e ornamentali. In Italia è stata ritrovata nel 2012, su *Prunus armeniaca*, *Prunus domestica*, *Prunus persica*, *Prunus serotina*, *Prunus cerasifera* and *Prunus avium*.

Segnalato in Italia in Campania (2012 e 2016), in Lombardia (2013) e Lazio (2020)

L'impatto economico principale delle infestazioni di *Aromia bungii* è a carico della produzione di frutta e di legname. Il danno è causato dall'attività delle larve che scavando le gallerie nel tronco interrompono la zona del cambio. Estese infestazioni provocano la morte degli alberi, attacca principalmente alberi vecchi, stressati, indeboliti da infestazioni batteriche o fungine, ma in Italia sono stati osservati attacchi anche ad alberi giovani e sani.

Il ciclo biologico dura dai 2 ai 4 anni, in relazione a clima e latitudine. L'adulto vive all'incirca 10-15 giorni, con periodo di volo che va da marzo fino ad agosto e con un picco da metà maggio a metà luglio. Le uova vengono deposte nelle fessure della corteccia, soprattutto alla base del tronco ma anche sulle branche principali o sulla cicatrice dell'innesto di giovani alberi. Dopo la schiusa le larve scavano una galleria lunga fino a 50-60 cm nell'alburno e nel durame ove avviene l'impupamento. Data la lunghezza del ciclo biologico, le generazioni si sovrappongono e nell'albero convivono larve di differenti stadi.



Come riconoscere la specie?

Thaumatotibia leucotreta (Lepidoptera, Tortricidae)

Gli adulti di *T. leucotreta* sono **sessualmente dimorfici**, differendo in dimensioni e caratteristiche delle **ali posteriori**. L'apertura alare dei **maschi** è di 15-16 mm e delle **femmine** è di 19-20mm. Le ali anteriori del maschio sono triangolari con apice acuto, mentre le ali anteriori femminili sono più allungate con un apice arrotondato.



Come per tutti i Lepidotteri **l'osservazione dei genitali** è un metodo per la determinazione specifica. I **genitali maschili** sono caratterizzati da una forma arrotondata del *tegumen* privo di *uncus* o *socii*, grandi *valve* arrotondate e un *edeago* affusolato che è incurvato verso l'alto distalmente. I **genitali femminili** (sono caratterizzati da uno *sterigma* semicircolare, stretto *ductus bursae* e grande corpo arrotondato borse con una coppia di *signa* a forma di spina (Gilligan & Epstein, 2012).



La **larva matura** misura da 7 a 10 mm. E' di colore arancio bruno con una caratteristica distribuzione delle setole

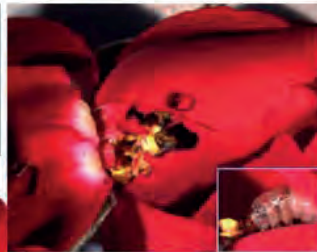


Dov'è *T. leucotreta*?

Qual è il danno, quali i sintomi da cercare?

Thaumatotibia leucotreta è diffusa in tutta l'Africa. E' stata ritrovata in Israele (1984) (EPPO GD); Risulta eradicata nei Paesi Bassi. E' specie polifaga e si sviluppa nei frutti di **agrumi** o nei bocci nel caso della **Rosa**. E' nota come un fitofago di cotone, noci di macadamia, avocado, drupacee e mais in Africa. Le larve si possono nutrir a carico di frutti di oltre 130 taxa di oltre 50 famiglie di piante (CABI, 2021).

Il **danno** è causato dalle larve che si nutrono di frutta. Ciò può causare una maturazione precoce. Menzionato come un fitofago chiave degli agrumi nell'Africa meridionale. Su agrumi le perdite a seguito di attacchi di *T. leucotreta* vanno da meno del 2% a un massimo del 90%.



I sintomi sono **piccoli fori nel frutto o nel bocciolo** dove la larva è penetrata o è uscita dal frutto o dalla gemma. Le infestazioni recenti sono difficili da rilevare perché l'unico sintomo esterno è un piccolo foro d'ingresso. Però, a volte si possono trovare escrementi che sporgono dal foro. Successivamente, a causa di infezioni fungine o batteriche, in molte specie di frutta (es. agrumi) potrebbe apparire una macchia marrone intorno al foro d'ingresso.

Allegato II parte B: elenco degli organismi nocivi da quarantena presenti sul territorio
UE_ Insetti

1. ***Aleurocanthus spiniferus*** (Quaintance)
2. *Anoplophora chinensis* (Thomson)
3. *Aromia bungii* (Faldermann)
4. ***Pityophthorus juglandis*** Blackman
5. *Popillia japonica* Newman

Come riconoscere la specie? ***Aleurocanthus spiniferus*** (Quaintance)
Hemiptera Aleyrodidae

Diversamente da molte delle specie più note di Aleyrodidae che sono bianchi, gli **adulti** di *A. spiniferus* hanno **ali grigio-azzurre** con macchie bianche. Anche nell'addome degli adulti si può osservare la **depressione o orifizio vasiforme** che è un dei caratteri diagnostici principali.

Come per tutti gli Aleyrodidae le **caratteristiche del pupario** sono un metodo per la determinazione specifica. Il pupario è il quarto stadio preimmaginale che si sviluppa un primo stadio mobile, e altri due stadi neandridali che invece si fissano ai tessuti della pianta ospite.



L'identificazione delle specie *Aleurocanthus* è difficile e la conferma da parte di uno specialista è altamente raccomandata in caso di prima identificazione

Gli stadi immaturi sono da marrone scuro a nero con una frangia di corti filamenti cerosi e **portano le esuvie degli stadi precedenti** e per la presenza di **vistose spine** ghiandolari sul dorso. Sono gregari e possono essere trovati in colonie sul lato inferiore delle foglie. Spesso accompagnati da presenza di fumaggine.

L'**orifizio vasiforme** è una struttura caratteristica di questo gruppo e comprende l'**ano**, una **lingua** che espelle gli escrementi (compresa la melata) e un **opercolo** che copre parzialmente o interamente l'orifizio stesso. L'orifizio vasiforme può essere rilevato con uno stereomicroscopio e si osserva meglio con un microscopio ottico su vetrini.



Foto ex EPPO datasheet PM 7

Dov'è *A. spiniferus*?

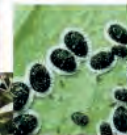
Qual è il danno, quali i sintomi da cercare?

Aleurocanthus spiniferus si ritrova in tutta l'Asia e nel Pacifico e si è diffuso in Africa centrale, orientale e meridionale. Riportato in Italia (Campania, 2008), dove la sua area di distribuzione è in continua crescita (Lazio, Basilicata, Emilia-Romagna e nel 2020-2021, Toscana e Sicilia), è stato reperito anche in Croazia, Grecia, Montenegro e Albania.

È un insetto polifago, per lo meno nelle zone di origine, ma nei nostri ambienti mostra una spiccata preferenza per le piante del genere **Citrus**. Le **forme giovanili** di questo omottero infestano generalmente la **pagina inferiore** delle foglie delle piante, dove mediante stiletto boccali pungono i tessuti vegetali sottraendo linfa e producendo escrementi zuccherini che imbrattano le piante attaccate determinando lo **sviluppo di fumaggini**.



Il **monitoraggio** può essere effettuato mediante l'impiego di **trappole adesive gialle** che possono essere utilizzate per **catturare gli adulti**. Per le altre forme possono essere rilevate più efficacemente mediante l'**osservazione visiva** (presenza di fumaggine su foglie e frutti) e il campionamento delle piante (masse di uova disposte a spirale e gli ultimi tre stadi larvali fissi), osservando in particolare il **pupario** nero circondato da una frangia di cera bianca



Il numero delle generazioni annuali è variabile in funzione dell'andamento climatico (**generalmente 3 generazioni**), mentre lo **svernamento** avviene per lo più allo **stadio di pupa o di neanide di III età**



Come riconoscere la specie?

***Pityophthorus juglandis* Blackman**
Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae

Gli **adulti maturi** sono molto piccoli, lunghi 1,5-1,9 mm., circa tre volte più lunghi che larghi, con, caratteristicamente, 4-6 file concentriche di asperità sulla porzione anteriore del pronoto. Maschi simili alle femmine tranne che per la fronte molto ampia, fortemente concava, più grossolanamente punteggiata; maschi leggermente più grandi delle femmine.
Le **larve** sono bianche, a forma di C, senza zampe e tipiche dei scoltidi, con capsula del capo bruno-rossastro.

L'insetto è **vettore del fungo *Geosmithia morbida***, che causa su noce (*Juglans regia* e *J. nigra*) la malattia dei mille cancri

In primavera gli **adulti** dell'insetto (lunghi 1,5-2 mm) emergono da piante infette contaminate dai **propaguli del fungo** e nei loro spostamenti alla ricerca di un **ospite idoneo**, possono portarsi su **rami e rametti di piante sane**, nella cui corteccia scavano le loro **gallerie**, depongono le **uova** e infettano i tessuti vivi della pianta rilasciando i propaguli di *Geosmithia morbida*. Le **larve** proseguono l'attività di scavo, contribuendo così alla diffusione del fungo nei tessuti della pianta. I primi studi condotti nel Nord Italia sulla biologia di *Pityophthorus juglandis* hanno accertato lo svolgimento di **due generazioni annuali**.

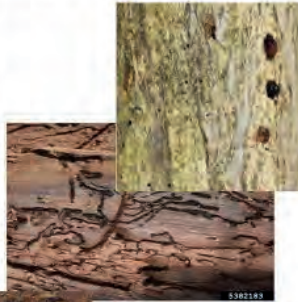


Foto ex EPPO datasheet

Dov'è *P. juglandis*?

Qual è il danno, quali i sintomi da cercare?

P. juglandis è originario del Sud-Ovest degli USA. È stato segnalato per la prima volta in Europa nel 2013 nell'Italia nord-orientale (Veneto), sia su *J. nigra* che su *J. regia*. In Italia la specie si è diffusa rapidamente nella maggior parte delle regioni centro-settentrionali, come Veneto, Friuli Venezia Giulia, Lombardia, Piemonte, Emilia Romagna e Toscana.

I principali sintomi di infestazione degli alberi colpiti sono l'**ingiallimento della chioma**, l'**appassimento delle foglie**, seguito da un progressivo decadimento del ramo e diradamento, che si espande rapidamente su tutta la chioma



Il monitoraggio viene fatto con impiego di trappole innescate con il **feromone di aggregazione**, installate dall'inizio di giugno a settembre per coprire il periodo di volo degli adulti.



All'inizio dell'infestazione, anche in presenza di appassimento fogliare, i rami pur con numerose gallerie spesso non mostrano l'aspetto esteriore di danneggiamento della corteccia, ad eccezione dei **piccoli fori di ingresso** del coleottero, che rendono difficile l'individuazione della colonizzazione. **Nel corso del tempo**, sulla corteccia vicino o intorno ai fori di penetrazione compaiono una serie di **piccoli e circolari cancri scuri bagnati** a causa dell'infezione del patogeno *Geosmithia morbida* associata al coleottero. I cancri si espandono diventando più evidenti e mostrando uno **scolorimento da grigio a marrone sia del floema che della corteccia esterna** (malattia dei mille cancri). Nelle fasi avanzate del declino, le gallerie di coleotteri e i tumori associati si verificano ogni 2-5 cm nella corteccia, e i cancri si uniscono e si intrecciano tra ramoscelli e rami.

L'impiego di cv resistenti potrebbe rappresentare una soluzione.

Differenti metodi di monitoraggio si possono individuare per i diversi gruppi di insetti.

Di seguito alcune considerazioni in merito per alcuni gruppi tassonomici importanti

COLEOPTERA: CURCULIONIDAE, SCOLYTINAE

L'individuazione precoce delle specie di Scolitidi aliene può essere ottenuta in due modi: cattura di adulti o campionamento di materiali infestati. Gli scolitidi sono facilmente catturati utilizzando feromoni specifici ed esche artificiali: i feromoni di aggregazione specifici possono essere estremamente utili nella diagnosi precoce e nel monitoraggio delle specie di quarantena. Solo poche specie di scolitidi sono trasportate in piante o parti di piante. I fusti recisi di *Dracaena*, che vengono spediti in Europa dall'America Centrale, sono frequentemente infestati da specie di *Xyleborus* tropicali; i semi e le noci di cocco con *Coccotrypes*, *Dactylotrypes* e *Hypothenemus*, e le orchidee con *Xylosandrus morigerus* (Kirkendall e Faccoli, 2010). *Ipocryphalus scabricollis* è probabilmente entrato a Malta con alberi di *Ficus* esotici provenienti dall'Asia meridionale (Mifsud e Knížek 2009). L'impiego di trappole tipo multifunnel e Theysohn risulta particolarmente indicato.

COLEOPTERA: BUPRESTIDAE

Il materiale infestato (ad es. tronchi, piante da piantare, bonsai) è difficile da rilevare all'ispezione visiva all'arrivo. Dopo l'arrivo, i metodi di rilevamento si basano su trappole per adulti piuttosto che sull'indagine del danno larvale poiché non si osservano sintomi visibili nel primo anno di infestazione. I feromoni sessuali da contatto e i feromoni di aggregazione sono stati identificati negli adulti di *Agrilus planipennis* (Bartelt et al., 2007; Lelito et al., 2009; Silk et al., 2009), ma il loro uso pratico per la diagnosi precoce è limitato.

Altri metodi di rilevamento, che sono apparentemente meno efficienti a basse densità di popolazione, includono l'impiego di alberi di rilevamento (sottoposti a stress) che vengono pelati ed esaminati per il ritrovamento delle larve (Mc Cullough e Siegert, 2006. Anche l'impiego di bande adesive posizionate su tronchi per intrappolare gli adulti (Lyons et al., 2009). Oltre alle trappole visive, è possibile utilizzare trappole multifunnel innescate con composti volatili o feromoni sessuali degli xilofagi associati per rilevare le specie di buprestidi.

COLEOPTERA: CERAMBYCIDAE

La maggior parte delle specie di Cerambycidae attaccano alberi morenti o morti e hanno una funzione ecologicamente importante, ma alcuni sono in grado di invadere alberi sani o indeboliti, uccidendoli a causa dell'attività trofica delle larve (*Anoplophora* spp.) a carico del floema. Per *Anoplophora* e *Monochamus*, due generi associati al danno delle latifoglie e delle conifere, rispettivamente, ci sono recenti progressi nello sviluppo di un'esca efficiente che può essere efficacemente utilizzata per il monitoraggio. Un feromone sessuale a contatto è stato scoperto anche nelle femmine di *A. chinensis* (Mori, 2007, Yasui et al., 2007), tuttavia, non è stato ancora trovato alcun feromone a lungo raggio, sebbene siano stati identificati feromoni a corta distanza di produzione maschile e feromoni di riconoscimento prodotti dalla femmina. In altre specie l'unica opzione è usare i kairomoni generici, ma alcune specie hanno mostrato una risposta limitata e rimangono difficili da rilevare (Allen and Humble 2002). Il feromone di aggregazione prodotto dai maschi (2 undecilossi-1-etanolo) ha permesso invece un alto numero di catture di entrambi i sessi di *Monochamus galloprovincialis* (Pajares et al., 2010). L'impiego di trappole cross-vane ha dato buoni risultati nei monitoraggi in porti e aeroporti.

In generale però la tecnica di rilevamento più comune è l'ispezione visiva del materiale vegetale. Vari metodi di ispezione sono stati implementati e variano nella loro efficienza e spesa. Questi includono rilievi a terra in cui il tronco viene esaminato visivamente e le parti superiori dell'albero sono controllate da ispettori che utilizzano un binocolo o ascensori e scalatori per sorvegliare la copertura superiore. Inoltre, sono stati sviluppati metodi per rilevare le larve nel legno usando ultrasuoni senza

contatto (Fleming et al., 2005) e utilizzando le firme acustiche delle larve di alimentazione (Mankin et al., 2008).

COLEOPTERA CHRYSOMELIDAE

I tipi di trappola differiscono a seconda delle specie monitorate. Esistono trappole a feromone sessuale oppure a feromoni di aggregazione. La trappola piramidale e la trappola per pannelli sono comunemente usate nel monitoraggio di *Curculio* (Piñero et al., 2001). Le trappole a secchio di plastica sono usate per i punteruoli della palma (Rochat et al., 2000; Abraham et al., 2001), trappole appiccicose o multifunnel per i curculionidi della foresta, come *Pissodes* spp. (Chénier e Philogène, 1998) e trappole cromotropiche sono utilizzate nel monitoraggio di *Anthonomus eugenii* (Capinera, 2005).

DIPTERA: ANTHOMYIIDAE

Sono tra i più gravi parassiti dei conifere e semi di conifere (Turgeon et al., 1994). I loro stadi larvali si sviluppano esclusivamente in conifere di Pinaceae dove si nutrono di tessuti dei conifere e dei semi (Michelsen, 1988).

I conifere infestati sono difficili da identificare in base alle osservazioni esterne e i conifere devono essere tagliati. Il danno larvale è indicato da grandi gallerie piene di resina ma non segatura, che si sviluppano a spirale attorno all'asse del cono, a volte entrando al suo interno (Skhuravá e Roques, 2000). Nessun feromone sessuale è stato ancora identificato. Sebbene non specifiche, le trappole adesive colorate sono molto efficaci per rilevare gli adulti. Le trappole visive innescate con miscele di monoterpeni estratte da conifere sani possono aumentare la specificità nelle catture, ma i risultati non sono ancora conclusivi (Yan et al., 1999). La dissezione dei genitali deve essere sistematicamente utilizzata per l'accurata identificazione delle mosche intrappolate (vedi Michelsen, 1988, Roques et al., 2003).

DIPTERA: TEPHRITIDAE

Varie tipologie di trappole sono state sviluppate in passato e alcune di esse sono ancora ampiamente utilizzate in tutto il mondo in diversi programmi di sorveglianza (IAEA 2003). I paraferomoni sono generalmente utilizzati con trappole cromotropiche, trappole con altri tipi di attrattivi (multilure trap).

HEMIPTERA: APHIDIDAE

Il monitoraggio si basa principalmente sull'ispezione visiva diretta delle piante ospiti. Trappole cromotropiche sono state utilizzate per monitorare l'attività di volo degli afidi e sono più economiche delle trappole ad aspirazione (van Emden & Harrington 2007). Tuttavia, le trappole adesive sono attraenti per molti insetti e devono essere sostituite frequentemente. Importante è il controllo di campioni vegetali, soprattutto in caso di popolazioni scarse: le parti inferiori del fogliame maturo devono essere esaminate per le esuvie di afidi o "mummie" parassitizzate, che aderiscono alle foglie e possono essere utilizzate per l'identificazione in assenza di esemplari vivi. Se l'afide non può essere identificato positivamente sul posto usando una lente tascabile devono essere portati in laboratorio per conferma mediante microscopia.

HEMIPTERA

Molte cicaline e alcuni psilli sono importanti parassiti delle piante coltivate, in particolare perché sono vettori di virus, batteri e malattie da fitoplasmii. I metodi più impiegati sono l'uso di trappole adesive gialle (Weintraub and Orenstein, 2004), campionamento mediante sfalcio con retini e scuotimento di rami su vassoi di raccolta per catturare insetti cadenti (Carraro et al., 2004). Questi ultimi metodi sono tecniche di indagine efficaci che permettono di catturare insetti vivi. Un'altra

tecnica utile negli studi sui fitoplasmi è basata sull'uso di una trappola Malayse, che può catturare insetti volanti che non vengono intercettati da altri metodi di cattura.

ALEYRODOIDEA

Oltre al danno diretto alle piante, gli aleirodidi sono in grado di trasmettere un gran numero di virus (Jones, 2003). Gli aleirodidi possono essere rilevati dal campionamento delle piante poiché sia gli adulti che le forme immature sono presenti sulle parti epigee della pianta. In alternativa vengono utilizzate trappole adesive gialle: il colore giallo è attraente per gli adulti. Ci sono alcuni rapporti che suggeriscono che gli odori attrattivi potrebbero migliorare l'efficacia della cattura (Gorci, 2003; Baranowski & Blaszk, 1996; Li & Maschwitz, 1983). Una volta che le mosche bianche vengono intercettate, l'identificazione al livello di specie (e biotipo) è basata su caratteristiche morfologiche o su marcatori molecolari (ad esempio Bosco et al., 2006; Papayiannis et al., 2009).

LEPIDOPTERA

Le specie da quarantena di lepidotteri sono generalmente rilevate come adulti dalla luce o da trappole a feromoni. A volte le larve o le femmine emergenti possono essere intrappolate con fasce appiccicose attorno ai tronchi degli alberi. Trappole a feromoni o trappole sinergiche sembrano essere le migliori per i lepidotteri. Dove le esche non sono disponibili, dovrebbero essere usati metodi tradizionali di cattura e rilevamento.

THYSANOPTERA

Il rilevamento dei tripidi può essere effettuato mediante campionamento delle piante, poiché sia gli adulti che le neanidi sono presenti sulle parti in superficie della pianta. In alternativa vengono utilizzate trappole adesive o trappole cromotropiche blu (o gialle). Il colore attrae gli insetti adulti a breve distanza. Esistono numerosi rapporti che mostrano odori attrattivi, come i feromoni (De Kogel e van Deventer, 2003; Kirk & Hamilton 2004, Hamilton et al., 2005) o odori vegetali e derivati (Kirk, 1985, Davidson et al., 2008; Murai et al., 2000; Teulon et al., 1993; Teulon et al., 2007) che possono migliorare l'efficacia del trapping. Una volta che i tripidi vengono intercettati, l'identificazione a livello di specie è basata su caratteristiche morfologiche (ad esempio Moritz et al., 2004) o su marcatori molecolari (per esempio Brunner et al., 2002, Glover et al., 2010).



PROGETTO AUTOFITOVIV

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

LINEE GUIDA PER IL CAMPIONAMENTO DEL SUOLO E DEI TERRICCI NEL MONITORAGGIO DEI NEMATODI FITOPARASSITI

Silvia Landi ^a - Beatrice Carletti ^b

^a Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria
Centro di Ricerca Difesa e Certificazione (CREA-DC)
Via di Lanciola 12/A, Cascine del Riccio, 50125 Firenze, Italia

^b Pro Plantis - Laboratorio di nematologia fitopatologica e diagnostica fitopatologica su insetti
Via Nazionale 9, Castel San Niccolò, 52018, Arezzo

Premessa

I nematodi fitoparassiti del suolo rappresentano da sempre una problematica fitosanitaria rilevante per la capacità di crescita esponenziale di alcune specie e la possibilità di trasmettere virus di altre. Alcune specie sono oggetto di restrizioni in caso di esportazioni perché i danni economici, ambientali e sociali arrecati sono considerati inaccettabili. Ogni Stato ha una propria normativa e le specie oggetto di restrizione possono variare.

L'Unione Europea, con il Regolamento 2031/2016, Misure di protezione contro gli organismi nocivi per le piante, e il Regolamento esecutivo 2072/2019 ha posto precisi obblighi. In base al Reg. (UE) 2016/2031 i vivaisti, in quanto "Operatori professionali", sono giuridicamente responsabili dell'attuazione del Divieto di spostamento degli Organismi Regolamentati non da Quarantena riportati nell'Allegato 4 (Tabella 1), a cui si aggiunge l'elenco presente nell'Allegato II Reg. (UE) 2072/2019 relativo agli Organismi da quarantena (Tabella 2).

Tabella 1 – Elenco degli Organismi Nocivi Regolamentati non da Quarantena rilevanti per l'Unione Europea (Allegato IV Reg. UE 2072/2019)

Specie	Famiglia di appartenenza	Soglia permessa
<i>Ditylenchus dipsaci</i>	Anguinidae	0
<i>Tylenchulus semipenetrans</i>	Tylenchulidae	0
<i>Aphelenchoides besseyi</i>	Aphelenchoidae	0
<i>Aphelenchoides blastophthorus</i>	Aphelenchoidae	0
<i>Aphelenchoides fragariae</i>	Aphelenchoidae	0
<i>Aphelenchoides ritzemabosi</i>	Aphelenchoidae	0
<i>Heterodera fici</i>	Heteroderidae	0
<i>Meloidogyne incognita</i>	Meloidogynidae	0
<i>Meloidogyne arenaria</i>	Meloidogynidae	0
<i>Meloidogyne javanica</i>	Meloidogynidae	0
<i>Meloidogyne hapla</i>	Meloidogynidae	0
<i>Pratylenchus penetrans</i>	Pratylenchidae	0
<i>Pratylenchus vulnus</i>	Pratylenchidae	0
<i>Longidorus attenuatus</i>	Longidoridae	0
<i>Longidorus elongatus</i>	Longidoridae	0
<i>Longidorus macrosoma</i>	Longidoridae	0
<i>Xiphinema index</i>	Longidoridae	0
<i>Xiphinema diversicaudatum</i>	Longidoridae	0

Tabella 2 – Elenco degli Organismi da Quarantena presenti nell'Allegato II Parte A (Nematodi da Quarantena rilevanti per l'Unione di cui non è nota la presenza nel territorio) e Parte B (Nematodi da Quarantena rilevanti per l'Unione di cui è nota la presenza nel territorio) del Reg. (UE) 2072/2019

Specie	Famiglia di appartenenza	Soglia permessa
Allegato II – Parte A		
<i>Hirshmanniella</i> spp.	Pratylenchidae	0
<i>Nacobbus aberrans</i>	Pratylenchidae	0
<i>Longidorus diadecturus</i>	Longidoridae	0
<i>Xiphinema americanum</i>	Longidoridae	0
<i>Xiphinema bricolense</i>	Longidoridae	0
<i>Xiphinema californicum</i>	Longidoridae	0
<i>Xiphinema inaequale</i>	Longidoridae	0
<i>Xiphinema intermedium</i>	Longidoridae	0
<i>Xiphinema rivesi</i>	Longidoridae	0
<i>Xiphinema tarjanense</i>	Longidoridae	0
Allegato II – Parte B		
<i>Bursaphelenchus xylophilus</i>	Parasitaphelenchidae	0
<i>Globodera pallida</i>	Heteroderidae	0
<i>Globodera rostochiensis</i>	Heteroderidae	0
<i>Meloidogyne enterolobii</i> *	Meloidogynidae	0
<i>Meloidogyne graminicola</i> **	Meloidogynidae	0

* ne è stata chiesta l'introduzione; ** EPPO Allert List (2017); DM 6 luglio 2017 Misure d'emergenza

Scopo del monitoraggio di suoli e terricci

Con la Direttiva 91/414 CEE, Riduzione d'uso degli antiparassitari, stiamo assistendo alla progressiva eliminazione di molti agrofarmaci e il controllo dei nematodi fitoparassiti diventa sempre più difficoltoso. Per questo il monitoraggio durante l'intero ciclo culturale delle piante di suoli e terricci sta diventando uno strumento essenziale per il loro contenimento. Pertanto, è necessario ricordare che:

- partendo da materiali sani quali terricci e suoli possiamo impedire l'ingresso nel vivaio di specie nocive (metodo di controllo dell'esclusione, l'unico che può permettere l'efficacia del 100%);
- monitorando periodicamente le popolazioni dei nematodi fitoparassiti nelle fasi più rischiose del ciclo culturale, sia su suolo che nella coltivazione in contenitore, possiamo impedire il loro incremento;
- la soglia ammessa per le specie di nematodi fitoparassiti contenuti negli elenchi di Tabella 1 e 2 è sempre zero.

Risultati monitoraggio nel progetto AUTOFITOVIV

Nell'ambito del progetto AUTOFITOVIV si è proceduto a valutare la presenza dei nematodi fitoparassiti nel suolo e nei terricci, sia in presenza che in assenza di piante, al fine di individuare le fasi del ciclo colturale più a rischio di contaminazione da nematodi fitoparassiti. A questo proposito sono state selezionate due specie vegetali, una latifoglia *Acer palmatum* e una conifera *Cupressocyparis leylandii*, ove condurre il monitoraggio. È stata valutata, non solo la presenza di nematodi fitoparassiti, ma anche quella dei nematodi liberi che svolgono un ruolo fondamentale nella regolazione delle popolazioni microbiche coinvolte nella mineralizzazione della sostanza organica e nel contenere l'incremento dei nematodi fitoparassiti (Fig. 1).

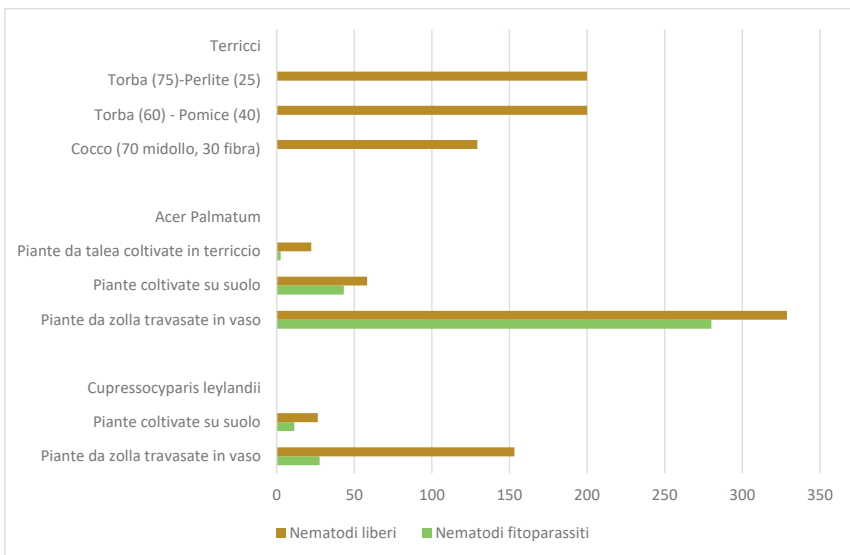


Fig. 1 – Abbondanze di nematodi fitoparassiti e liberi per 100 ml di suolo o terriccio.

Pratylenchus vulnus inserita nell'Allegato IV, Reg. (UE) 2072/2019, tra gli Organismi Nocivi Regolamentati non da Quarantena, è risultata essere la specie dominante rappresentando oltre il 70% dell'intera popolazione di nematodi fitoparassiti su *C. leylandii*. A seguire, in termini di abbondanza, è stato rilevato il genere *Rotylenchus*, pochi, invece, i nematodi vettori di virus rappresentati principalmente da *Trichodorus* sp. e *Xiphinema pachtaicum*. Va inoltre evidenziato che gli Stati extraeuropei, con cui si instaurano rapporti per la commercializzazione di piante, potrebbero includere misure diverse e più restrittive.

Da questi risultati, e dalla constatazione, seppur limitata alla sperimentazione in oggetto, che le piante importate dal nord Europa hanno una infestazione media dieci volte inferiore a quelle di produzione

italiana, si può individuare il seguente livello di rischio nelle varie fasi colturali in cui concentrare maggiormente il campionamento:

	Rischio	Note
Terricci	Basso	Nessun nematode fitoparassita rilevato, buona resilienza all'ingresso di nematodi fitoparassiti grazie all'alta presenza di quelli liberi.
Piante coltivate sempre in contenitore con terricci	Basso	Pochissimi nematodi fitoparassiti e buona resilienza al loro ingresso grazie all'alta presenza di quelli liberi.
Piante coltivate su suolo	Alto	Discreta presenza di nematodi fitoparassiti, i nematodi liberi non sufficienti a contenerli.
Piante travasate da zolle provenienti da suolo	Altissimo	Le condizioni chimico-fisiche ideali del terriccio possono favorire la crescita esponenziale dei nematodi fitoparassiti.

Criteri generali per il campionamento

I protocolli di seguito riportati sono frutto delle conoscenze acquisite dalla ricerca da oltre mezzo secolo e integrate con il lavoro svolto in questo progetto. Seguire le seguenti linee guida può permettere di garantire dei risultati di monitoraggio attendibili e conseguentemente impedire l'ingresso nel vivaio delle specie contenute negli Allegati 2 e 4 del Reg. (UE) 2072/2019. Il prelievo di un numero minore di campioni ridurrà inevitabilmente l'attendibilità del risultato, ma contribuirà ugualmente a ridurre il rischio di introduzione di suddette specie. I protocolli riportati nel caso di basso rischio sono da considerarsi facoltativi.

Protocollo di campionamento dei terricci

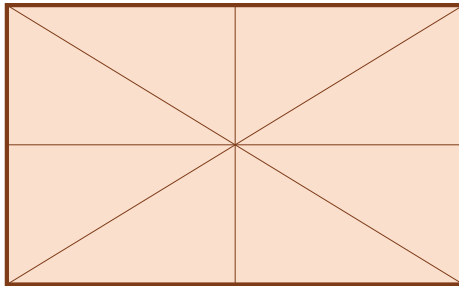
Tenuto conto del basso rischio rilevato, ma comunque della possibilità di introduzione di specie aliene in considerazione che torba e fibra di cocco non sono di provenienza italiana, si consiglia:

- numero prelievo campioni - 3 campioni di terriccio ogni 3000 m³ di terriccio oppure nel caso di quantità minori una volta al mese nel periodo di invasatura;
- modalità di campionamento – mediante paletta ogni campione sarà dato da tre palettate prelevate da sacchi diversi. È possibile effettuare anche il campionamento direttamente nell'area di travaso da cumuli di terriccio sfuso, dato che durante il monitoraggio, non è stata rilevata contaminazione da nematodi fitoparassiti nella zona di travaso;
- cartellinatura - ogni campione sarà insacchettato indicando mediante cartellino la data, il tipo di terriccio e numerando progressivamente i sacchetti;
- conservazione del campione – lasciare in ambiente fresco (circa 10-12°C) fino al momento dell'analisi.

Protocollo di campionamento del suolo

Tenuto conto, da una parte, dell'alto rischio rilevato e dall'altra della presenza di specie inserite nell'elenco della tabella 1, si raccomanda di campionare sempre il terreno prima dell'impianto con le seguenti attenzioni:

- numero prelievo campioni – 40-50 campioni di suolo per ettaro (nel suolo la distribuzione dei nematodi fitoparassiti non è uniforme ma di tipo aggregato), tale numero di campioni potrà essere ridotto negli anni se sarà riscontrata una graduale riduzione del livello di infestazione;
- raccomandazioni - evitare di prelevare il campione in terreni molto secchi, o inzuppati di acqua;
- quando – prelevare il campione solo qualche settimana prima dell'impianto e dopo la lavorazione;
- modalità di campionamento – mediante trivella ogni campione sarà dato da carotaggi lungo le linee diagonali e parallele ai lati secondo il seguente schema;



- profondità di prelievo – normalmente va campionato un profilo da 0 a 30 cm, perché a questa profondità si riscontra la maggior parte dei nematodi fitoparassiti; se l'attenzione principale è rivolta ai nematodi vettori di virosi è necessario campionare fino a 50-60 cm;
- cartellinatura - ogni campione sarà insacchettato indicando mediante cartellino la data, il luogo e numerando progressivamente i sacchetti;
- conservazione del campione – lasciare in ambiente fresco (circa 10-12°C) fino al momento dell'analisi.

Protocollo di campionamento da piante in contenitore o provenienti da zolla

Questo campionamento avrà modalità diverse in base al rischio e sarà calibrato principalmente per impedire l'introduzione di fitoparassiti nei vivai pistoiesi nonché garantire prodotti accettabili per l'esportazione:

	Rischio	Quando
Piante coltivate sempre in contenitore con terricci	Basso	In prossimità della vendita in caso di esportazione.
Zolle di piante provenienti da suolo	Alto	Sempre per piante in entrata nel vivaio e in caso di esportazione.
Piante travasate da zolle provenienti da suolo	Altissimo	Sempre per l'esportazione Consigliabile dopo 1/2 mese dal travaso

- numero prelievo campioni – per ogni partita di piante, in entrata e uscita nel vivaio, prelevare almeno tre campioni;
- modalità di campionamento in vaso – mediante paletta o trivella prelevare tre carote a varie altezze. Un campione sarà costituito da terreno proveniente da cinque piante diverse;
- cartellinatura - ogni campione sarà insacchettato indicando mediante cartellino la data, il luogo e numerando progressivamente i sacchetti;
- conservazione del campione – lasciare in ambiente fresco (circa 10-12°C) fino al momento dell'analisi.



PROGETTO AUTOFITOVIV

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

LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DEI NEMATODI FITOPARASSITI CON TECNICHE A BASSO IMPATTO AMBIENTALE

Silvia Landi ^a - Beatrice Carletti ^b

^a Consiglio per la ricerca in agricoltura dell'economia agraria
Centro di Ricerca Difesa e Certificazione (CREA-DC),
Via di Lanciola 12/A, Cascine del Riccio, 50125 Firenze, Italia

^b Pro Plantis - Laboratorio di nematologia fitopatologica e diagnostica fitopatologica su insetti
Via Nazionale 9, Castel San Niccolò, 52018, Arezzo

Premessa

Con la progressiva eliminazione di molti agrofarmaci, in base alla Direttiva 91/414 CEE “Riduzione d’uso degli antiparassitari”, il controllo dei nematodi fitoparassiti del suolo sta diventando sempre più problematico. Il monitoraggio condotto durante il progetto AUTOFITOVIV ha evidenziato che nei vivaipi del pistoiese sono presenti specie di nematodi fitoparassiti inserite nell’Allegato 4 del Regolamento (UE) 2072/2019. Prima fra tutte la specie *Pratylenchus vulnus*, che è risultata molto diffusa, soprattutto su *Cupressocyparis leylandii*, una delle specie prese in considerazione nel monitoraggio e nella prova di controllo con prodotti a basso impatto ambientale. I vivaisti, in quanto “Operatori professionali”, possono spostare, ossia vendere, solo le piante in cui la presenza di suddette specie non supera la soglia consentita che è zero. Per rispondere a questa sfida, che non può prescindere dall’utilizzo di strategie più ecosostenibili, è necessario utilizzare un approccio che integri sempre più tecniche diverse complementari tra loro.

Risultati prove di difesa nel progetto AUTOFITOVIV

Ad oggi, la maggior parte della ricerca inerente alla difesa dei nematodi fitoparassiti con pratiche ecosostenibili è stata indirizzata al loro controllo su suolo e ormai numerose realtà agricole stanno utilizzando questi metodi con successo. Viceversa, pochi sono gli studi condotti per la difesa in vivaio su piante coltivate in contenitore. Per questo motivo nel progetto AUTOFITOVIV particolare attenzione è stata posta proprio a questo aspetto testando prodotti di origine naturale, gli unici che a breve saranno disponibili sul mercato.

Su *Cupressocyparis leylandii*, una delle specie più coltivate nel pistoiese e con un’alta presenza di *Pratylenchus vulnus*, sono stati testati tre prodotti registrati di origine naturale:

- azadiractina estratta dall’albero di Neem,
- estratto d’aglio
- abamectina derivata dal batterio *Streptomyces avermitilis*.

La loro efficacia è stata confrontata con fenamiphos, prodotto chimico solitamente utilizzato nel pistoiese, specificatamente per la lotta ai nematodi poco prima della spedizione delle piante, e un controllo trattato con solo acqua. L’abbondanza dei nematodi liberi è stata utilizzata come indicatore dell’impatto ambientale causato dai prodotti testati. I nematodi liberi, infatti, svolgono un ruolo fondamentale nella regolazione delle popolazioni microbiche coinvolte nella mineralizzazione della sostanza organica e nel contenere i nematodi fitoparassiti, sia direttamente con la predazione che indirettamente creando una barriera al loro sviluppo.

I prodotti naturali sperimentati sono risultati poco efficaci nel contenimento dei nematodi fitoparassiti in particolare *P. vulnus*. Solo azadiractina ha fatto registrare una mortalità del 24% dopo un mese, contro il 54% di fenamiphos. A distanza di tre mesi dal trattamento l’efficacia di azadiractina è scesa all’8.3%, mentre quella di fenamiphos è salita al 67,1% (Fig. 1).

L’impatto su nematodi liberi è stato alto per fenamiphos, molto più contenuto per azadiractina.

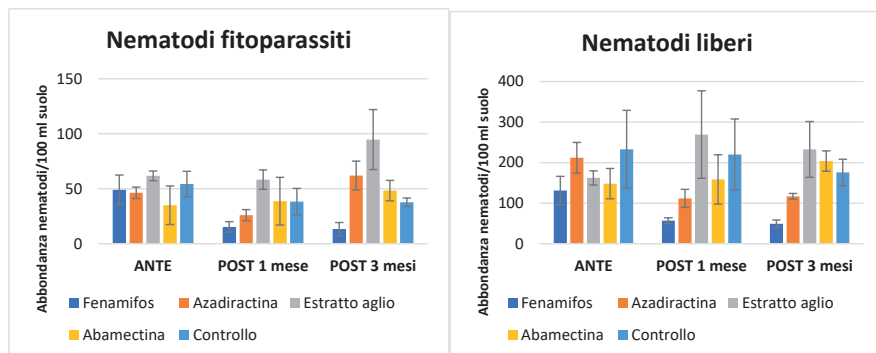


Fig. 1 – Abbondanze di nematodi fitoparassiti e liberi per 100 ml di suolo durante la prova di difesa su *C. leylandii* nel vivaio Vannucci Piante.

Scopo del progetto AUTOFITOVIV

I risultati ottenuti dalla sperimentazione in vivaio su piante in contenitore evidenziano che gli strumenti disponibili ad oggi per proteggere le piante in vaso dai nematodi fitoparassiti sono insufficienti per consentire una buona protezione e ancora di più per garantire la soglia zero richiesta per le specie di nematodi fitoparassiti inseriti nell'Allegato 2 e 4 del Regolamento (UE) 2072/2019. Solo con l'integrazione di più tecniche di difesa è possibile nel lungo periodo avvicinarsi a questo obiettivo seguendo il seguente schema di priorità:

- utilizzare terricci sani – Metodo di difesa dell'esclusione da verificare mediante monitoraggio dei substrati in vivaio (vedi linee guida Monitoraggio);
- suoli di coltivazione esenti da nematodi fitoparassiti inseriti nell'Allegato 2 e 4 del Regolamento (UE) 2072/2019 – Utilizzo di un approccio totalmente ecosostenibile di lungo periodo;
- piante in contenitore – Utilizzo della difesa in vaso solo come ultima risorsa per abbassare l'incremento dei nematodi fitoparassiti soprattutto quelli inseriti nell'Allegato 2 e 4 del Regolamento (UE) 2072/2019.

Protocollo di difesa di piante coltivate su suolo

Tenuto conto dell'alto rischio rilevato su suolo, ma anche della possibilità di disporre di diverse tecniche sostenibili convalidate da numerosi lavori scientifici e già ampiamente utilizzate in molte realtà agricole, si raccomandano interventi di lungo periodo totalmente ecosostenibili quali:

- buone pratiche agronomiche – da impiegare sempre;
- biofumigazione o lotta biologica microbiologica – da impiegare al superamento della soglia di 30 fitoparassiti/100 ml suolo e alla presenza di un solo individuo appartenente a una specie inserita nell'Allegato 2 e 4 del Regolamento (UE) 2072/2019.

Buone pratiche agronomiche

Le buone pratiche agronomiche sono volte principalmente all'incremento della sostanza organica nel suolo e dovranno essere applicate in modo continuativo. Un suolo in buona salute deve contenere almeno il 2% di carbonio organico nelle regioni temperate. È ormai consolidato che la sostanza organica ha un effetto soppressivo sui nematodi fitoparassiti in quanto favorisce i nematodi liberi che sono loro antagonisti. Pertanto, si raccomanda di utilizzare sempre almeno una delle seguenti pratiche:

- concimazione organica
- interrimento di compost (5 kg/m²)
- sovescio con piante ad alto contenuto di glucosinolati – Oltre ad apportare sostanza organica hanno un effetto nematocida principalmente per biofumigazione. Sono delle cover crops a base di Brassicaceae ricche di glucosinolati come *Brassica juncea* da inserire prima dell'impianto ed esplicano la loro azione biofumigante quando vengono triturate e interrate nel suolo. Si seminano nell'autunno in file, con interfila di 18 centimetri, alla profondità di 3 centimetri (seminatrice da frumento) e si interrano nella primavera (Tab. 1). È necessario assicurarsi piante selezionate a tal scopo con un buon tenore di glucosinolati come le varietà ISCI20, ISCI99, ISCI TOP di *B. juncea* che combinano una buona biomassa e garantiscono 160 μmoli di glucosinolati per litro di terreno, la trinciatura deve essere spinta (pezzi di pochi cm) seguita da un immediato interrimento nello strato superiore del terreno (primi 15-20 cm); la maggiore concentrazione di glucosinolati si ha nel periodo della fioritura.
- sovescio con piante trappola – L'effetto principale è di ammendante e secondariamente biofumigante. Comprende piante appartenenti alle Fabacee e Brassicacee che hanno un elevato contenuto di glucosinolati localizzato nelle radici, i nematodi fitoparassiti a contatto con la pianta restano intossicati dai prodotti dell'idrolisi e non riescono a completare il ciclo. La loro azione nematocida, quindi, si esplica durante l'intero ciclo colturale di circa 10-12 settimane. La popolazione dei nematodi fitoparassiti viene ridotta progressivamente (Tab. 1). L'interrimento ha principalmente un'azione ammendante.

Tabella 1 – Principali specie utilizzate per il sovescio, loro azione principale e quantità di seme da utilizzare

Specie	Famiglia	Kg/ha seme	Principale effetto
<i>Brassica juncea</i>	Brassicaceae	10	Biofumigante
<i>Eruca sativa</i> cv. Nemat	Brassicaceae	6	Pianta trappola
<i>Raphanus sativus</i>	Brassicaceae	25	Pianta trappola
<i>Crotalaria juncea</i>	Fabaceae	50	Pianta trappola

Biofumigazione

In commercio sono disponibili farine o pellets di semi di Brassicaceae quali *B. juncea* e *B. carinata*. Sono panelli proteici, sottoprodotti dell'estrazione dell'olio, i cui semi sono molto ricchi in glucosinolati e mirosinasi che si attivano con l'acqua. Garantiscono un'efficacia di soppressione dei nematodi fitoparassiti compresa tra il 70 e l'80% e inoltre apportano il 6% di sostanza organica.

Tali formulati si devono distribuire sull'intera superficie asciutta, dieci-quattordici giorni prima del trapianto della coltura, alla dose di 2,0-2,5 tonnellate/ettaro per garantire 160 µmoli di glucosinolati per litro di terreno, interrati a 15-20 centimetri e attivati con l'irrigazione.

Lotta biologica

Da pochi anni sono disponibili in commercio preparati biologici contro i nematodi fitoparassiti, poche sono ancora le loro applicazioni e quindi è difficile valutare il loro contributo nel contenimento dei nematodi fitoparassiti.

- *Bacillus firmus* ceppo I-1582 – Batterio che agisce sia sulle uova di nematodi con la secrezione di enzimi idrolitici sia creando, grazie alla sua crescita, una barriera sulla superficie radicale che impedisce l'insediamento dei nematodi. Si distribuisce in un'unica soluzione 7-8 giorni prima del trapianto oppure in due soluzioni con metà dose pre-trapianto e la restante 5-10 giorni dopo il trapianto. Occorre mantenere umido il terreno mediante irrigazione per garantire la vitalità del batterio. È attivo per molte specie di nematodi ed è registrato su molte colture.
- *Paecilomyces lilacinus* – Fungo che agisce come ovidica e larvicida per penetrazione attraverso le aperture naturali del corpo e/o attivamente. L'attività nematocida si basa unicamente sul parassitismo, non è stata verificata la produzione di alcuna tossina. Efficace per *Meloidogyne*, nematodi cisticoli, *Pratylenchus* spp. e *Radopholus similis*, non arreca danno agli organismi utili che vivono nel suolo. La somministrazione può avvenire con tre diverse modalità: in pre-trapianto su suolo, trattando le piantine prima del trapianto e in post-trapianto ogni sei settimane. Il prodotto va diluito in acqua e mantenuto in agitazione durante la somministrazione.
- *Pochonia chlamydosporia* – Fungo capace di parassitizzare le uova di nematodi galligeni e cisticoli e di creare una barriera con le ife all'ingresso dei nematodi fitoparassiti. Non è registrato come nematocida, è commercializzato in prodotti micorrizici che favoriscono lo sviluppo delle piante.

Protocollo di difesa di piante coltivate in contenitore

I prodotti di origine naturale a disposizione non garantiscono una buona protezione. A oggi il più efficace è l'azadiractina che consente una protezione di poco inferiore al 30%. Si distinguono le seguenti casistiche:

- Piante in ingresso e/o in uscita, sia in zolla che in contenitore, in cui sono presenti nematodi fitoparassiti inseriti negli Allegati 2 e 4 del Regolamento (UE) 2072/2019 – Trattamento a base di azadiractina tenendo presente che il tempo di persistenza è di soli 10-15 giorni. Il

- prodotto può essere utilizzato anche in strategie di lotta integrata in combinazione con *P. lilacinus*.
- Piante in contenitore durante la coltivazione – Trattare al superamento della soglia di 30 fitoparassiti/100 ml suolo e se presente almeno un individuo degli organismi inseriti negli Allegati 2 e 4 del Regolamento (UE) 2072/2019 con azadiractina da sola o in combinazione con *P. lilacinus* ripetendo il trattamento dopo 10-15 giorni.

PROGETTO AUTOFITOVIV

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

OTTIMIZZAZIONE GESTIONE FITOSANITARIA: ACARI

Sauro Simoni

Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria
Centro di Ricerca Difesa e Certificazione (CREA-DC)

Non pochi sono gli acari, che possono interessare areali e impianti di vivaio, in grado di creare importanti problematiche. Ci riferiamo a tetranychidi, in particolare al ragnetto rosso, *Tetranychus urticae*, polifago e rinvenuto su più di 150 specie di alberi, tenuipalpidi, tarsonemidi e, in particolare, agli eriofidi.

Riguardo agli eriofidi la tipologia dei danni che determinano può essere estremamente differenziata, passando da porzioni vegetali rinsecchite fino alla completa defogliazione. Inoltre, la loro aggressività è molto influenzata dall'andamento climatico (ad es. periodi caldo-asciutti di inizio estate possono risultare particolarmente favorevoli alle infestazioni). Il loro impatto generalmente non minaccia la sopravvivenza delle piante, ma ne penalizza la crescita apicale/in altezza dell'albero e ne abbassa il profilo estetico e commerciale. Vi è un sostanzioso ricorso a trattamenti con acaricidi ma dai risultati oltremodo limitati, per efficacia degli stessi e per l'impegno economico richiesto dalle ripetute applicazioni. Le conifere, in particolare, ospitano una ricca eriofidofauna e nella regione mediterranea, l'acaro eriofide *Trisetacus juniperinus* (cosiddetto 'eriofide del cipresso') provoca importanti danni al cipresso: come la grandissima parte degli eriofidi ha sviluppato un'alta specificità e complesse relazioni con la pianta ospite.

Si riportano in tabella le classi di danno utilizzate per la valutazione dei sintomi registrati in vivaio su piante di *C. sempervirens* attaccate da *Trisetacus juniperinus*.

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).

Durante l'attività del progetto AUTOFITOVIV il materiale raccolto è stato poi osservato presso i laboratori CREA DC (sede di Firenze): gli esemplari sono stati caratterizzati fino al livello di specie. Nel corso delle indagini sono state raccolte due specie di eriofidi: *Trisetacus juniperinus* (Nalepa) (Phytoptidae), largamente conosciuto in Italia, ed *Epirimerus 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 (Figura 1). *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.

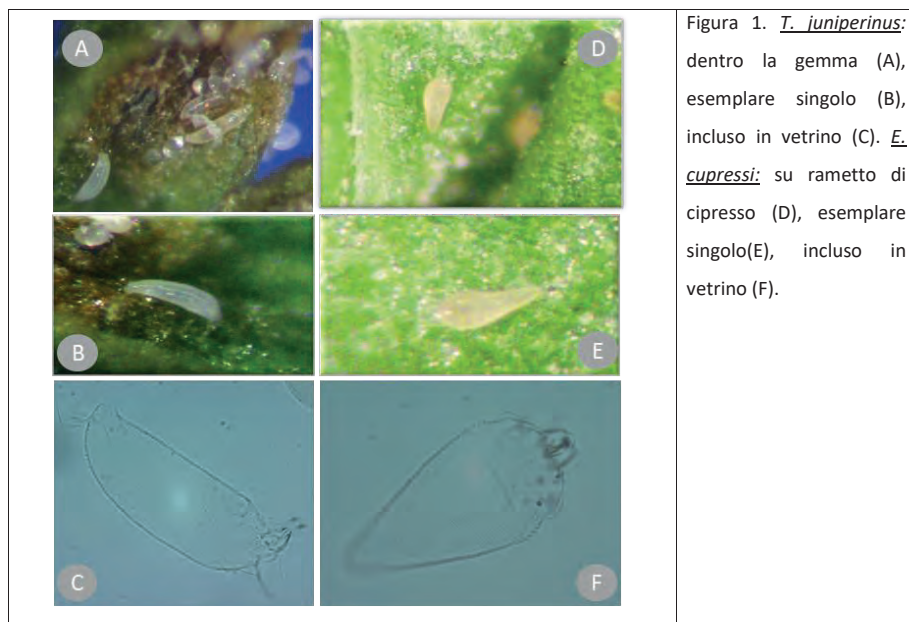


Figura 1. *T. juniperinus*: dentro la gemma (A), esemplare singolo (B), incluso in vetrino (C). *E. cupressi*: su rametto di cipresso (D), esemplare singolo (E), incluso in vetrino (F).

Di fatto, *T. juniperinus* è stato rilevato maggiormente su *Cupressus sempervirens* 'Pyramidalis' rispetto a *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 abbiano manifestato una

componente maggiore di organi e/o rametti colonizzati, con percentuali più diluite nelle piante più alte di un metro.

INDICAZIONI DI DIFESA E PROFILASSI

Si conferma come la salvaguardia dei cipressi in vivaio non possa prescindere da un duplice approccio: partire da materiale di propagazione sano e mantenere attiva la crescita delle piante. In caso di presenza degli eriofidi l'eventuale prodotto terapeutico o la strategia di controllo devono essere applicati il prima possibile.

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 è 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, all'età della pianta e alla selezione del materiale al momento dell'impianto; si conferma fondamentale, nelle varietà di interesse commerciale, la qualità del materiale da innesto e di propagazione per limitare il danno da *T. juniperinus*.

Per coglierne precocemente 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.

PROGETTO AUTOFITOVIV

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

LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DI MALATTIE CAUSATE DA PHYTOPHTHORA SPP. IN VIVAIO

Anita Haegi

Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria
Centro di Ricerca Difesa e Certificazione (CREA-DC)

L'unico modo per controllare *Phytophthora* in vivaio è produrre piante in condizioni che escludano la presenza del patogeno, quindi con la **Prevenzione**. Tutte le specie del genere *Phytophthora* sono patogeni legati sia al terreno (*soil-borne*) sia all'acqua, quindi, l'attenzione va rivolta a entrambi questi sistemi.

In generale la strategia per raggiungere l'obiettivo della esclusione della sua presenza può essere riassunta in due semplici principi:

1) **Cominciare 'puliti'** (NO *Phytophthora*)

- piantine senza patogeno
- contenitori nuovi o disinfettati
- terricci sterilizzati
- acqua non contaminata

2) **Tenere pulito** prevenendo ogni contaminazione durante il processo di produzione.



Ricordando che:

- Pulito + Pulito = Pulito
- Pulito + Contaminato = Contaminato
- In caso di dubbio considerare il mezzo: Contaminato.
- Il suolo è sempre: Contaminato!

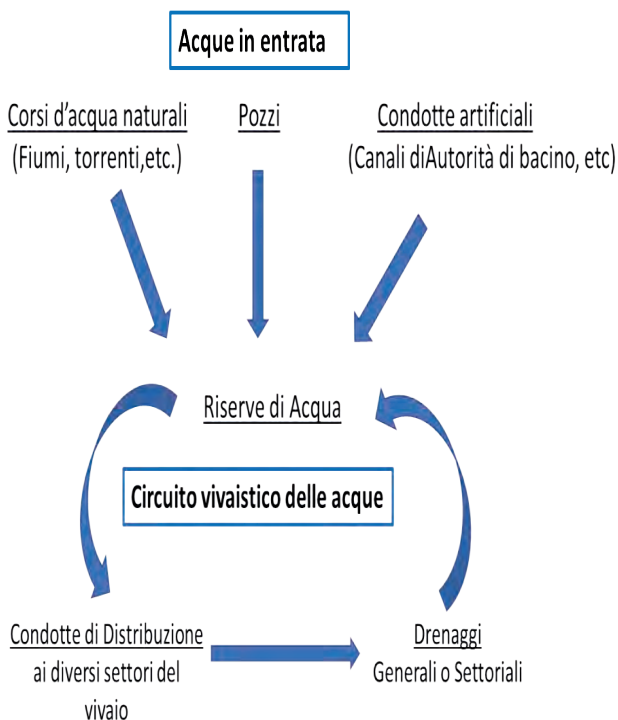
Nella gestione del controllo di *Phytophthora* in vivaio sono ovviamente necessari dei passaggi tesi al **monitoraggio del patogeno** per individuare le zone dove possa essere presente.

Per indagare la presenza di *Phytophthora* spp., sia nei terreni/terricci che nelle acque, nell'ambito del progetto AUTOFITOVIV si sono messe a punto delle tecniche diagnostiche di laboratorio, molto sensibili e specifiche, basate sulla PCR (*Polymerase Chain Reaction*).

Per la verifica delle contaminazioni da *Phytophthora* spp. nel terreno/terriccio, i punti e/o gli step da monitorare sono quelli indicati nelle buone pratiche consigliate per le malattie *soil-borne*, associate a diversi patogeni del suolo, come possono esserlo, oltre agli oomiceti a cui *Phytophthora* appartiene, anche funghi, batteri, nematodi, etc.

Per la gestione delle contaminazioni da *Phytophthora* spp. nelle acque del circuito aziendale, così come lo abbiamo conosciuto nell'ambito del progetto, le indicazioni per il monitoraggio sono le seguenti:

- prelevare in tutti i punti delle acque in entrata;
- prelevare nelle riserve d'acqua;
- prelevare a monte delle condotte di distribuzione delle acque nei vari settori del vivaio;
- prelevare a valle di eventuali impianti di sanificazione;
- prelevare a valle dei canali di drenaggio, siano essi generali o settoriali.



All'uscita delle acque dai bacini di raccolta si consiglia un sistema di sanificazione delle stesse con perossido di idrogeno (acqua ossigenata), ozono, o altri disinfettanti di provata efficienza.





Consiglio Nazionale delle Ricerche



GIOVANI SÌ



Unione Europea



Repubblica Italiana



Regione Toscana

PROGETTO AUTOFITOVIV

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

MESSA A PUNTO DI METODI SPEDITIVI PER IL CONTROLLO DI ORGANISMI NOCIVI IN INGRESSO E MONITORAGGIO PER OIDI E RUGGINI

Alberto Santini - Nicola Luchi

Istituto per la Protezione Sostenibile delle Pianta
(IPSP-CNR)

Nella filiera produttiva vivaistica i continui scambi commerciali rappresentano una delle principali cause di introduzione e diffusione di patogeni provenienti da altri Paesi, più comunemente indicati come "specie invasive".

La presenza di questi agenti può rappresentare una seria minaccia per l'ambiente vivaistico, con notevoli perdite in termini di produzione che molto spesso si traducono in danni economici per il vivaista.

La pericolosità di questi patogeni non è limitata al solo vivaio, ma può ripercuotersi anche all'ambiente naturale dove il microrganismo potrebbe sfuggire causando seri danni alle piante e compromettendo allo stesso tempo la biodiversità di un ecosistema.

Negli ultimi anni è emerso come l'incidenza di molte malattie causate da specie invasive sia strettamente legata al cambiamento climatico. Il progressivo aumento delle temperature e il modificarsi dei regimi pluviometrici creano delle condizioni favorevoli allo sviluppo e alla diffusione delle specie patogene invasive sia in vivaio che in ecosistemi naturali.

Nell'ambito del progetto AUTOFITOVIV le azioni condotte dal IPSP-CNR hanno riguardato:

1. **Organismi nocivi in ingresso**: nuovi insetti e patogeni non nativi di piante legnose si stanno affermando a ritmi crescenti soprattutto per il rapido aumento degli scambi intercontinentali di piante ornamentali.
2. **Monitoraggio di oidi e ruggini**: rappresentano due grandi gruppi di patogeni che condizionano maggiormente l'uso dei fungicidi nella difesa in ambiente vivaistico.

Il lavoro ha previsto:

1. Utilizzo di metodi molecolari di avanguardia, per una diagnosi precoce sulle piante in arrivo nei vivai.
2. 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. Parallelamente è stato indagata anche la presenza di *Phytophthora*.

In relazione al punto 1, la tecnica LAMP, utilizzando lo strumento portatile Genie II (Optigene, UK), si è rilevata un metodo molecolare rapido, sensibile e di semplice applicazione per la diagnosi in campo di patogeni vegetali.

In relazione al punto 2 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*) inizialmente nei mesi di marzo e poi in luglio e settembre (Figura 1).

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/ μ l (per *Erysiphe*), e tra $0,3 \times 10^{-3}$ e $2,5$ pg/ μ l (per *Tranzschelia*).

I dati della presenza degli inoculi sono stati messi in relazione con i rilievi climatici (temperatura, umidità e precipitazione) relativi al periodo di campionamento dei captaspore.

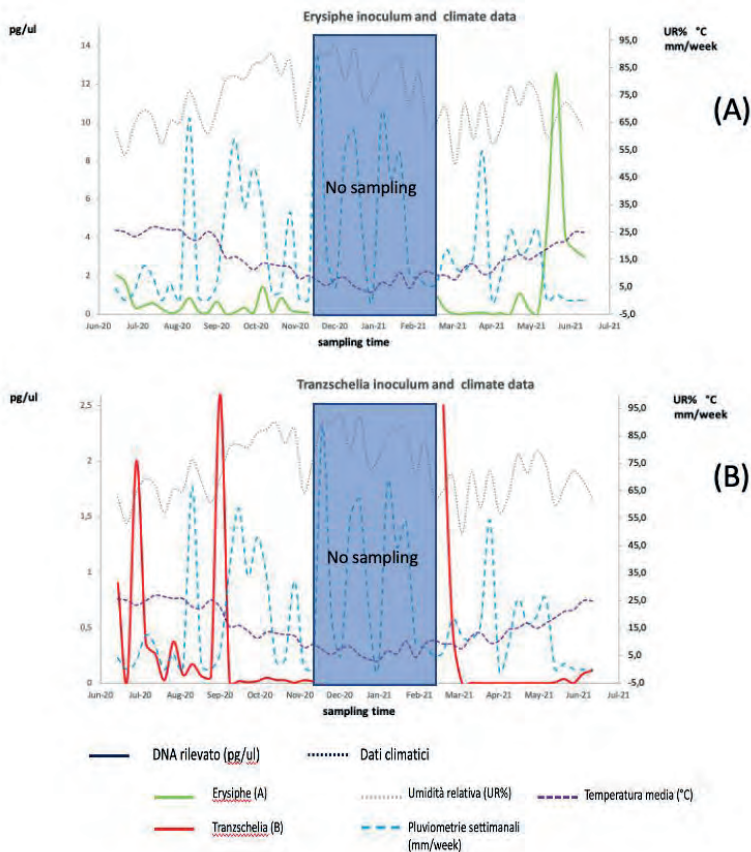


Figura 1. Presenza di DNA di *Erysiphe* (A) e di *Tranzschelia* (B) nel periodo di campionamento (luglio 2020-giugno 2021). Nel grafico sono riportati anche gli indici climatici: umidità relativa (UR%), precipitazioni (mm/settimana), temperatura media (°C).

I modelli della sporulazione dei patogeni presi in considerazione mettono in evidenza che il periodo di maggiore criticità varia al variare del patogeno stesso: mentre le ruggini sono influenzate dalla piovosità nel periodo precedente, per gli oidi il fattore scatenante è il prolungarsi del periodo secco.

Per il patogeno *Phytophthora* è stato rilevato il periodo di maggiore sporulazione tra i mesi di maggio e luglio, con un picco secondario nei mesi di ottobre-novembre.





GIOVANI SI



PROGETTO AUTOFITOVIV

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

GESTIONE SOSTENIBILE DELLA FLORA NELL'ATTIVITA' VIVAISTICA: LOTTA ALLE INFESTANTI

Stefano Benvenuti

Università di Pisa

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali (DiSAAA-a)

1. Generalità della malerbologia vivaistica

Come in ogni agro-ecosistema, anche l'attività vivaistica è purtroppo ben sottoposta all'invasività di specie indesiderate. Rispetto alle tipiche colture erbacee, 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 permettere una disseminazione ulteriore nelle varie aree aziendali (Cross e Skroch, 1992). Gli operatori del settore ben conoscono che, anche dopo poche settimane dalla completa "pulizia" dei contenitori, si può rilevare una rigogliosa vegetazione su quegli spazi ecologici che erano stati da poco ripuliti dalle indesiderate malerbe.

D'altra parte, gli elevati standard qualitativi delle piante in contenitore impongono l'assenza di infestanti, pena uno spiccato scadimento qualitativo del relativo valore commerciale, ne sono un chiaro esempio le varie specie di Equiseto la cui presenza comporta spesso il "rifiuto" delle piante in contenitore da parte di alcuni Paesi che vincolano l'accettazione della merce all'assenza di tali infestanti.

Per quanto sia diffuso parlare di infestanti dell'attività vivaistica in modo generalizzato è tuttavia opportuno distinguere i vari ambienti di crescita secondo quanto segue: 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.

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. Negli altri casi prevalgono specie con spiccati meccanismi di disseminazione e/o di tolleranza agli erbicidi convenzionalmente distribuiti. 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* (Fig. 1).



Figura 1. Precoce infestazione di infestanti a ciclo perenne (in questo caso *Cirsium arvense*) durante la coltivazione in campo di colture “da zolla”.

2. Biodiversità della flora infestante

Sebbene la biodiversità delle infestanti sia particolarmente elevata, alcune specie sono decisamente un problema sia sotto un profilo di gestibilità, che di danno prevalentemente estetico arrecato alle coltivazioni. In questo ambito sono sicuramente da annoverare specie lianose come il *Convolvulus arvensis* e *Calystegia saepium*, nonché malerbe 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, sia nello spazio che nel tempo. Tale sviluppo in altezza, oltre a creare una evidente inestetività delle varie specie ornamentali (Fig. 2) a cui si accompagnano, determina anche un minore tasso di crescita di queste ultime e spesso creano un microclima anomalo e favorevole allo sviluppo di avversità biotiche e/o abiotiche.



Figura 2. Sviluppo di una specie infestante tipica del vivaismo (*Senecio vulgaris*) con inevitabile inibizione nella crescita della coltura ornamentale allevata in contenitore.

Va inoltre ricordato che la vegetazione infestante può talvolta costituire un potenziale ospite intermedio di insetti e/o patogeni che possono poi interessare le adiacenti colture.

Gli aspetti di maggiore importanza di questa biodiversità indesiderata sono legati alle rispettive esigenze termiche, tali da rendere, nel nostro caso le infestanti, raggruppabili in macroterme, microterme e termo- indifferenti, ed il loro ciclo biologico sintetizzabile come annuali e perenni.

Tra le tipiche specie microterme sono da ricordare *Sagina procumbens* ed *Euphorbia peplis*. Al contrario, la ben diffusa *Portulaca oleracea* è un tipico esempio di specie macroterma. Alcune specie, pur essendo tendenzialmente microterme, sono in realtà diffuse in tutto l'arco dell'anno come, ad esempio, *Senecio vulgaris* e *Cardamine hirsuta*. Da non dimenticare sono inoltre alcune crittogame come le varie specie di Equiseto, nonché la *Marchantia polymorpha*, epatica particolarmente diffusa all'interno dei contenitori (Fig. 3). Questa specie, pur non sviluppandosi in altezza, crea una sorta di "crosta vegetale" sulla superficie dei contenitori (spesso definita erroneamente con il termine di "licheni") in grado di inibire lo sviluppo della coltura.



Figura 3. *Marchantia polymorpha*, epatica molto diffusa all'interno dei contenitori soprattutto nei casi di frequente ed intensa irrigazione.

Nella tabella 1 sono riassunte le specie più frequentemente rilevate nei vivai del comprensorio pistoiese durante i vari periodi dell'anno. Va sottolineato che le relative esigenze termiche sono indicative, in quanto l'elevata disponibilità idrica, tipicamente fornita nei contenitori, consente a molte specie microterme di essere presenti pressoché tutto l'anno. Tuttavia, l'aspetto agronomico di maggiore importanza è il ciclo biologico delle varie specie. Infatti, sebbene la maggior parte delle infestanti sia contraddistinta da ciclo annuale è importante ricordare che quelle perenni, spesso provenienti dalla "zolla" delle piante allevate in pieno campo, sono più temibili e difficili da controllare (Derr, 1994), soprattutto nel caso di specie lianose.

Specie	Famiglia botanica	Ciclo biologico	Esigenze Termiche	Grado di diffusione
<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.	Convulvulaceae	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.	Convulvulaceae	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 peplus</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. Ogni specie è descritta in funzione delle rispettive caratteristiche botaniche e biologiche, nonché del relativo livello di diffusione nei vivi.

Nella figura 4 sono riassunte le più importanti famiglie botaniche della flora rilevata durante le analisi floristiche effettuate nei vari periodi dell'anno. Come si può osservare le Asteraceae raggiungono quasi la metà dell'intera composizione botanica, grazie alla tipica anemocoria, che consente a gran parte delle specie appartenenti a questa famiglia botanica di disseminarsi, grazie al vento, sia in campo, che nei piazzali, che nei contenitori. Le Caryophyllaceae sono invece ben rappresentate, sia grazie alla loro frequente parziale suscettibilità agli erbicidi convenzionalmente utilizzati, che alla loro spiccata tolleranza dei periodi freddi. E', infatti, durante i mesi invernali che dominano specie come *Sagina procumbens*, *Stellaria media* e *Cerastium glomeratum*.

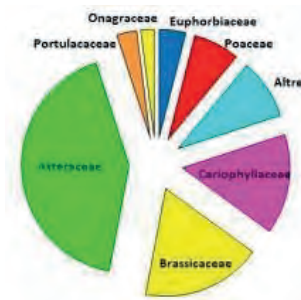


Figura 4. Famiglie botaniche delle infestanti del vivaismo rilevate durante le analisi floristiche effettuate nei vari periodi dell'anno.

Una ulteriore famiglia botanica, decisamente frequente, è quella delle Brassicaceae. In questo caso però, nonostante siano molte le brassicacee rilevate, va sottolineato che la stragrande maggioranza è costituita da *Cardamine hirsuta*, specie termo-indifferente, che si diffonde autonomamente nelle varie aree dei vivai, grazie alla sua disseminazione "ballistica", costituita da un lancio di semi a 360°. Questa malerba, unitamente ad altre specie appartenenti al medesimo taxon botanico *Cardamine*, rappresenta il genere di infestante più diffuso nei vivai di pressoché tutte le parti del mondo (Post, 2008). Molto più diversificata è invece la famiglia botanica delle Poaceae, rappresentata sia da numerose specie microterme (ad esempio *Poa annua*) che macroterme (ad esempio *Digitaria sanguinalis*). Questa famiglia botanica è inoltre rappresentata anche da specie a ciclo perenne, come ad esempio *Sorghum halepense* ed *Eleusine indica* (conosciuta volgarmente come gramigna indiana). Infine, sono piuttosto frequenti anche famiglie botaniche come Onagraceae, Euphorbiaceae e Portulacaceae, in questo ultimo caso rappresentata dalla sola *Portulaca oleracea*, decisamente frequente durante i mesi estivi. Seguono poi molte altre famiglie (riassunte con il termine di "altre") tra le quali è opportuno ricordare le Amarantaceae, Polygonaceae, Convolvulaceae, Cyperaceae, Oxalidaceae e Chenopodiaceae.

3. Flora esotica rilevata

Sebbene molte specie, di quelle sopra elencate tra le infestanti prevalenti, provengano da ambienti lontani, sono ormai molto diffuse anche in ambiente Mediterraneo. Tuttavia, la biodiversità botanica dell'attività vivaistica è tipicamente dinamica, in quanto l'elevato scambio di piante in vaso tra vivai di ambienti decisamente lontani implica un continuo arrivo di specie esotiche, spesso completamente assenti nei vari ecosistemi circostanti ai vivai. Tale flora "aliena" non rappresenta generalmente un problema, dal momento che spesso non trova le condizioni agro-ecologiche in grado di favorirne la diffusione. Tuttavia, alcune specie possono divenire un problema consistente nel caso trovino delle condizioni ecologiche favorevoli, unitamente ad una scarsa sensibilità ai principi attivi convenzionalmente utilizzati per il loro controllo (Fried *et al.*, 2017). Ne sono un esempio *Pilea mycrophylla* (Urticaceae) e *Crassocephalum crepidioides* (Asteraceae, Fig. 5), entrambe provenienti dal continente americano.



Figura 5. *Crassocephalum crepidioides* specie praticamente assente negli ambienti Mediterranei e pervenuta da ambienti tropicali laddove è una diffusa infestante dei vivai.

Sono state inoltre rilevate, sebbene occasionalmente, anche specie provenienti dal Sud America come *Ludwigia peruviana* (Onagraceae) e *Salpichroa organifolia* (Solanaceae), dal Sud Est Asiatico come *Commelina communis* (Commelinaceae), nonché dal Sud Africa come *Senecio inaequidens* (Asteraceae). E' opportuno notare che queste specie esotiche, provenienti da Paesi caldi, hanno un tipico habitat molto umido, a conferma che è proprio l'elevata umidità dei contenitori, abbondantemente irrigati, a favorire la sopravvivenza di queste specie anche nei nostri ambienti Mediterranei. Queste specie sono definibili "neofite" in quanto pervenute in tempi relativamente recenti. *Eclipta prostrata*, proveniente da ecosistemi umidi americani, è un esempio di specie neofita, estremamente diffusa proprio nel vivaismo ornamentale, il cui controllo è particolarmente difficile per la scarsa efficacia degli erbicidi convenzionalmente utilizzati.

E' quasi certo che sia pervenuta all'interno dei contenitori in ingresso nei vivai in quanto è ormai largamente diffusa proprio in questa attività produttiva, in pressoché ogni parte del mondo (Khamare *et al.*, 2020).

4. 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 echioides*, *Taraxacum officinale*, etc.) nonché il diffuso *Epilobium parviflorum* ed *E. hirsutum* devono la loro spiccata invasività ai rispettivi frutti-seme, dotati di appendici che favoriscono il volo anche a centinaia di metri di distanza (Fig. 6).



Figura 6. Disseminazione anemocora dei frutti-seme di *Epilobium hirsutum*.

Sebbene sia di minore importanza, è opportuno citare anche la strategia, di alcune specie, di essere trasportate dalle formiche, come tipicamente accade per le varie Euphorbiaceae, dotate di un "elaiosoma", che rappresenta la ricompensa alimentare per tale movimentazione. Ciò accade primariamente in quelle specie meno irrigate, come ad esempio le pinacee ornamentali. In questi casi, infatti, è decisamente frequente trovare infestanti appartenenti alla famiglia botanica delle Euphorbiaceae, tipicamente evolute per essere disseminate dalle formiche. Oltre all'idrocoria (semi che galleggiano sui piazzali dopo intense piogge) e zoocoria (trasferimento operato da uccelli e/o altri animali) è opportuno citare un ulteriore meccanismo diffuso in vivaio: l'autocoria. 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 (Fig. 7). 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.



Figura 7. Infestazione di *Cardamine hirsuta* dovuta al “lancio” dei semi da un contenitore all’altro (disseminazione autocora “ballistica”).

5. Controllo convenzionale delle malerbe

Il ripetuto utilizzo dei pochi erbicidi autorizzati nell’attività vivaistica ha spesso portato a particolari problematiche malerbologiche, dovute alla particolare diffusione di specie insensibili, parzialmente tolleranti o persino divenute resistenti ai vari principi attivi, come del resto accade nell’attività vivaistica a livello globale (Stewart *et al.*, 2017). La maggior parte di questi erbicidi sono distribuiti in pre-emergenza ed hanno quindi attività definita “anti-germinello” sui semi in fase di germinazione.

Tuttavia, l’erbicida “chiave”, in quanto diffuso da decenni in ogni parte del mondo, è il Glifosate, un erbicida totale e “sistemico”, utilizzato in post-emergenza, soprattutto, nel caso della coltivazione in contenitore, per il diserbo dei piazzali di coltivazione (Fig. 8). Il Glifosate ha purtroppo destato molte perplessità ambientali ed il suo utilizzo viene progressivamente sottoposto a restrizioni. Per questi motivi agro-ambientali il progetto AUTOFITOVIV si è ispirato non solamente ad esplorare la dinamica malerbologica, utile nella prevenzione dell’infestazione, sia nei piazzali che all’interno dei contenitori, ma anche ha voluto proporre alcune strategie chimiche e agronomiche, definibili “integrative” e “alternative” a quelle convenzionali.

Già l’utilizzo del principio attivo “Carfentrazone”, erbicida dotato di scarsissima tossicità, costituisce una valida strategia di “mitigazione” dell’impatto ambientale, in quanto, in miscela con il Glifosate, consente di ridurre i dosaggi di utilizzo di quest’ultimo.



Figura 8. Piazzale in ghiaia temporaneamente privo di vegetazione, ma sottoposto ad una rapida e progressiva colonizzazione di infestanti in assenza di interventi agronomici.

Tra i nuovi erbicidi di sintesi, ispirati però ad “imitare la natura”, va ricordato l’acido pelargonico. Questo erbicida “totale”, con impiego simile a quello del Glifosate, pur essendo nella maggior parte dei casi sintetizzato industrialmente, è stato “inventato” dalla natura, come sostanza allelopatica tipica del geranio (*Pelargonium* spp.), da cui deriva il nome. Pur non essendo paragonabile al Glifosate, l’acido pelargonico è un prodotto destinato a costituire una valida alternativa nei casi di ulteriori restrizioni legislative nell’utilizzabilità degli erbicidi convenzionali. Un’ulteriore esigenza di reperimento di strategie alternative deriva anche dal fenomeno della “resistenza” agli erbicidi, dovuto ad un loro ripetuto uso nello spazio e nel tempo. Tale fenomeno, poco studiato nel vivaismo, è tuttavia un fenomeno crescente, sia in relazione al Glifosate che agli altri pochi erbicidi autorizzati nel settore vivaistico (Derr *et al.*, 2020).

6. Buone pratiche agronomiche preventive

Oltre alle strategie di controllo diretto, delle varie infestazioni, è opportuno far “evolvere” il più possibile le cosiddette “buone pratiche agronomiche” utili a massimizzare l’efficacia delle misure preventive, come effettuato nei contesti vivaistici situati nelle varie parti del mondo (Case *et al.*, 2005).

La conoscenza degli efficienti meccanismi di disseminazione della flora infestante, descritti nei paragrafi precedenti, ha il ruolo agronomico di massimizzare il più possibile l’azione di contrasto o di contenimento della disseminazione di tale flora spontanea. La prevalente anemocoria fa sì che siano sufficienti alcuni giorni o persino alcune ore, di esposizione dei cumuli di substrato in attesa di utilizzo (Fig. 9), per essere contaminati da infestanti in giornate ventose. E’ per questo motivo che tali cumuli dovrebbero essere utilizzati rapidamente, oppure coperti da teli in modo da impedire “l’atterraggio” dei semi anemocori, muniti di una sorta di “paracadute” (in pratica i cosiddetti “pappi”).

Tale contaminazione può avvenire anche ad opera delle formiche (mirmecocoria), sebbene al momento tale fenomeno sia poco studiato nel vivaismo. Tuttavia, alcune esperienze, maturate durante le analisi floristiche effettuate, mettono in luce come ci sia una relazione piuttosto evidente tra l'infestazione di alcune specie, tipicamente mirmecocore (ad esempio le euforbiacee) e la presenza di piccoli formicai, all'interno dei contenitori e/o dei cumuli di substrato in attesa di utilizzazione.



Figura 9. Cumulo di substrato torboso sottoposto a rapida colonizzazione di malerbe anemocore durante i periodi di attesa della sua utilizzazione.

Analogamente i cumuli di ammendanti, solitamente costituiti dalla leggerissima pomice, dovrebbero essere gestiti per eliminare meccanicamente le infestanti “colonizzatrici”, presenti prima della fase di fioritura e disseminazione (Fig. 10).



Figura 10. Cumulo di pomice che, in attesa di essere utilizzato, ha dato luogo allo sviluppo e disseminazione di molte specie invasive.

Oltre che impedire una contaminazione “intra-aziendale”, risulta opportuno impedire l’ingresso di semi anemocori provenienti anche dalle aree extra-aziendali. A tal fine, l’isolamento aziendale mediante reti a maglia sottile (Fig. 11) appare una soluzione di cruciale importanza, soprattutto nei casi di confini aziendali con aree incolte e ricche di vegetazione.



Figura 11. Isolamento dei confini aziendali con materiali in grado di limitare la disseminazione anemocora delle infestanti dagli ambienti circostanti.

Un’ulteriore misura preventiva, mirata soprattutto alla prevenzione dell’ingresso di specie esotiche, è quella del controllo ed eliminazione delle infestanti presenti nei contenitori di colture provenienti da Paesi lontani, con probabile/possibile ingresso di specie nuove, al momento non diffuse nelle aree vivaistiche del comprensorio pistoiese. (Fig. 12). L’elevata dinamica di import-export delle piante in vaso implica infatti una spiccata “vulnerabilità” alla veicolazione, definibile “antropocora”, di “nuove malerbe”.



Figura 12. Piante ornamentali in contenitore in fase di spostamento tra vivai: momento opportuno per una preventiva identificazione ed eliminazione delle infestanti.

Questa “filosofia” di autocontrollo preventivo è infatti uno dei prevalenti obiettivi del progetto, mirato ad implementare le conoscenze agro-botaniche degli operatori del settore vivaistico.

Un’ulteriore innovazione nella gestione preventiva dell’infestazione dovrebbe essere rivolta all’irrigazione. Infatti, al momento la somministrazione convenzionale prevede la distribuzione idrica sulla superficie dei contenitori, implicando così una dinamica “forzata” della germinazione dei semi di infestanti presenti. In altre parole, l’acqua non è pressoché mai un fattore che limita la germinazione dei semi presenti nei contenitori. Sarà opportuno in futuro trovare delle soluzioni che possano permettere di inumidire correttamente la porzione basale e mediana dei vasi senza bagnare la superficie, in modo da minimizzare la dinamica di germinazione dei semi presenti. A conferma di tale “buona pratica agronomica” è opportuno evidenziare come la subirrigazione, sperimentata in altri ambienti vivaistici (Wilén *et al.*, 1999), abbia destato ottimismo come strategia agronomica ispirata alla sostenibilità.

7. 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 (Fig. 13), come ad esempio il geotessile (Appleton e Derr, 1990), sono ormai largamente utilizzati dischi in fibra di cocco (Knox *et al.*, 2012).



Figura 13. Dischi in grado di costituire un materiale pacciamante con la funzione di “chiudere” gli spazi ecologici disponibili per lo sviluppo della flora infestante.

Tali dischi sono in grado di rappresentare un valido ostacolo alla crescita delle infestanti anche se i bordi dei contenitori si dimostrano le aree più vulnerabili, in quanto creandosi piccoli spazi, tra vaso e disco pacciamante, consentono la germinazione ed emergenza di una parte dei semi presenti. La vasta gamma delle dimensioni dei vasi è tuttavia un vincolo, dato che ogni disco è compatibile solo con i contenitori di una determinata dimensione. E' per questo motivo che sono sempre più utilizzati materiali pacciamanti, costituiti da materiale di scarto della lavorazione del legno o di altre attività. Tra queste ultime, è possibile utilizzare la "lolla" proveniente dalla lavorazione del riso. Più promettenti sono, tuttavia, i truciolati legnosi (Fig. 14), assolutamente privi di semi, in quanto non provenienti da agroecosistemi erbacei. In questo ambito è stato evidenziato che la stratificazione dimensionale di tali materiali, lasciando quelli più grossolani in superficie, sia la soluzione ottimale (Khamare *et al.*, 2022).



Figura 14. 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 (caratterizzate dal possedere rizomi, tuberi, stoloni, etc.), in grado di poter attraversare lo strato pacciamante grazie alle maggiori sostanze energetiche di riserva.

Il controllo delle infestanti presenti nei contenitori, a livello seme, è ottimale nel "range" di 3-4 centimetri (Fig. 15), sia che i semi si trovino al di sotto di questo strato pacciamante che, soprattutto, al di sopra. La maggiore inibizione dei semi, presenti sulla superficie dei contenitori, li pervenuti solitamente mediante anemocoria, si verifica per una duplice motivazione: 1) minore contatto seme-substrato con conseguente minore imbibizione dei semi e, 2) in seguito all'attività allelopatica del materiale pacciamante, ricco di sostanze fenoliche e/o di tannini. Tale efficacia non si verifica nel caso della presenza di tuberi, bulbi, rizomi e stoloni, purtroppo quasi sempre presenti all'interno della "zolla" di piante provenienti dalla coltivazione di pieno campo.

E' per questo motivo che la preventiva eliminazione delle specie perenni, durante la coltivazione in campo delle piante "da zolla", assume un ruolo cruciale per consentire una maggiore efficacia agronomica dei sopraccitati materiali pacciamanti

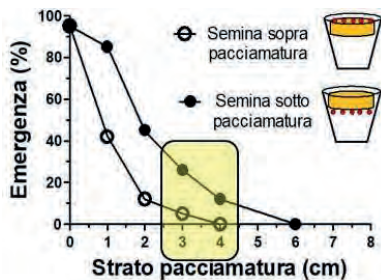


Figura 15. Effetto dello spessore di materiale pacciamante sull'inibizione dell'emergenza dei semi posti sopra o sotto tale materiale.

Oltre alla strategia agronomica dell'uso delle "cover crop", di cui si farà cenno nel prossimo paragrafo, è opportuno ricordare l'importanza di mezzi meccanici, in grado di ostacolare la crescita in campo sia delle malerbe a ciclo annuale che, soprattutto, di quelle perenni. Alcune aziende hanno messo a punto l'utilizzo di frese, dotate di un "tastatore" (Fig. 16), in grado di poter eliminare la vegetazione infestante sulla fila, anche nelle immediate vicinanze della coltura. Questi interventi, ripetuti nel tempo, consentono il prelievo di colture "da zolla" pressoché prive di infestanti con organi di propagazione vegetativa, riducendo, al momento della "zollatura", anche i tempi per la cosiddetta "spellicciatura" delle zolle (allontanamento dello strato superficiale di terreno potenzialmente ricco di semi infestanti).



Figura 16. Eliminazione meccanica della flora infestante in campo con fresa dotata di tastatore

8. 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 intrapresa con l'arricchimento, del materiale pacciamante, 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. Infatti, pressoché tutte le specie definibili "aromatiche" debbono tale percezione organolettica alla presenza di oli essenziali, dotati di ben nota attività di inibizione allelopatica. L'uso di questa "farina", ottenuta da essiccazione e macinatura dell'intera pianta, scaturisce da pregresse esperienze che implicavano però una costosa estrazione di tali oli essenziali.

Un'ulteriore sperimentazione si è basata sull'uso del truciolato legnoso, di una delle più invasive infestanti arboree: *Ailanthus altissima*. Questa specie, fortemente allelopatica, tanto da essere "botanicamente affine" alla Quassia amara, ben nota per il suo uso come insetticida, appartiene, come quest'ultima, alla famiglia botanica delle Simarubaceae. Il forte effetto allelopatico è stato confermato da prove sperimentali che hanno evidenziato una netta inibizione della germinazione dei semi di infestanti utilizzati nella sperimentazione (Fig. 17).



Figura 17. Emergenza delle infestanti (in questo caso *Amaranthus retroflexus*) in contenitori utilizzando un sub-ottimale strato di un comune truciolato legnoso (a sinistra) confrontato con quello costituito da *Ailanthus altissima* (a destra) la cui attività allelopatica ha mostrato una forte inibizione germinativa.

Un altro materiale sperimentato per il suo effetto allelopatico è stato la cosiddetta “farina” di senape (*Sinapis alba*). Questa brassicacea, come tipicamente accade in questa famiglia botanica, ha infatti un’ottima attività allelopatica, dovuta alla presenza di glucosinolati che si liberano nel terreno durante l’interramento dei residui della coltivazione della senape o della farina industrialmente prodotta. Tale utilizzo ha un duplice vantaggio: controllo preventivo delle malerbe e controllo dei nematodi. Uno spessore di circa 0,5 centimetri ha mostrato una ottimale inibizione delle germinazioni.

Un ulteriore materiale utile in questo controllo preventivo è fornito dalla farina di “glutine di mais” (Bodyston *et al.*, 2008). La matrice proteica di queste farine è infatti in grado di esercitare una forte inibizione germinativa oltre che costituire un fertilizzante azotato a “lento rilascio”.

Per quanto riguarda il “difficile” sostituto del Glifosate è stato sperimentato un concentrato di aceto (acido acetico al 20% di derivazione naturale da uva) per un utilizzo sui piazzali. Le prime esperienze con questo “erbicida alternativo” (del tutto naturale solo nel caso di una sua derivazione dalla viticoltura) è incoraggiante in quanto consente un buon controllo della vegetazione emersa, soprattutto se a livello di plantula, nei primi stadi di sviluppo. Oltre al problema del costo, ovviamente superiore a quello “convenzionale”, va ricordato che le piccole quantità di questo prodotto aero-disperso sono poco gradite agli operatori in quanto particolarmente “pungenti” nella loro percezione organolettica.

Di opposta percezione organolettica sono invece gli erbicidi naturali sperimentali a base di oli essenziali. Sono infatti gli stessi che vengono comunemente utilizzati per “aroma-terapia”. L’attuale criticità non è certamente legata al loro effetto erbicida risultato ottimale (Fig. 18), ma piuttosto è dovuta esclusivamente al loro elevato costo. Tale ostacolo potrebbe essere mitigato, sia dal reperimento di oli essenziali derivanti da scarti di lavorazione, che da biomasse di specie aromatiche che spontaneamente colonizzano i vari ambienti extra-agricoli. Sono stati quindi sperimentati alcuni oli essenziali estratti da specie aromatiche come erbicidi naturali di post-emergenza. Ciò in seguito a promettenti pregresse sperimentazioni, effettuate con oli essenziali a 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 verifiche sulla sostenibilità economica delle diverse strategie di gestione delle varie infestazioni.



Figura 18. Plantule di *Amaranthus retroflexus* completamente disseccate dopo 24 ore dalla somministrazione di oli essenziali sperimentali.

Per quanto riguarda la gestione in campo, per l'allevamento delle colture "da zolla", è in fase di pianificazione l'inserimento di "cover crops" al fine di "chiudere" gli spazi ecologici negli interfilari, inibendo così lo sviluppo delle malerbe.

Tali "cover crops" sono una delle strategie agronomiche più studiate negli ultimi anni, in seguito alla crescente necessità di reperire mezzi di lotta alle infestanti ispirate alla sostenibilità. Oltre ad un loro uso in agroecosistemi erbacei, durante i periodi inter-colturali, tali "colture di copertura" stanno trovando sempre più frequentemente successo agronomico come inerbimento temporaneo di coltivazioni arboree, prima tra tutte i vigneti. In pratica, tali colture, destinate al "sovescio", evitano situazioni di "terreno nudo", dopo le lavorazioni meccaniche del suolo operate nelle inter-file, in modo da prevenire la colonizzazione da parte di infestanti particolarmente invasive, come tutte quelle a ciclo perenne.

Le potenziali cover crops utilizzabili appartengono a diverse famiglie botaniche, prima fra tutte quella delle brassicacee, ben note per la loro attività allelopatica. Di notevole importanza sono inoltre specie appartenenti alla famiglia botanica delle fabacee, in grado non solamente di contenere lo sviluppo della flora spontanea, ma anche di arricchire il terreno di azoto, in seguito alla ben nota associazione simbiotica tra fabacee e microrganismi azotofissatori. A tal fine, sono utilizzabili diverse specie di Trifogli, come ad esempio Trifoglio incarnato (Fig. 19). Altre specie, invece, oltre ad esercitare attività allelopatica, sono decisamente "amiche" dell'entomofauna (ad esempio Facelia e Grano saraceno – fig. 20), in quanto le loro fioriture sono estremamente appetite dalle api e da una ulteriore vasta biodiversità di impollinatori.



Figura 19. Fioritura di Trifoglio incarnato utilizzabile come “cover crop” durante la fase di allevamento in campo delle varie colture “da zolla”.



Figura 20. Fioritura di una delle più promettenti “cover crop” ad attività allelopatica, *Fagopyrum esculentum* (Grano saraceno), che mostra, al contempo, una ottima fonte alimentare per le api e per l'intera biodiversità dell'entomofauna impollinatrice.

9. Conclusioni

La futura sostenibilità della difesa malerbologica nel vivaismo, nonché della relativa sostenibilità ambientale della stessa attività vivaistica, dipenderanno sempre più dall'implementazione delle conoscenze agro-ecologiche, quali i meccanismi di disseminazione e sopravvivenza delle varie specie, l'azione allelopatica di altre e l'attività erbicida di sostanze naturali. Bisogna imitare la natura e solo l'integrazione tra strategie di “cura” e “prevenzione” possono essere la soluzione per rendere agronomicamente sostenibile ed eco-compatibile l'attività vivaistica già nell'immediato futuro.

L'idea di utilizzare “cover crops”, in grado di limitare lo sviluppo di infestazioni nelle colture “da zolla”, è un chiaro esempio di come l'agro-ecosistema vivaio possa transitare dalla criticità ambientale di una gestione convenzionale ad una evoluzione ecocompatibile, in grado di ospitare ed incrementare la biodiversità floro-faunistica del territorio.

Bibliografia

- APPLETON, B.L., & DERR, J.F. (1990). Use of geotextile disks for container weed control. *HortScience*, 25, 666-668.
- 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.
- BOYDSTON, R.A., ANDERSON, T., & VAUGHN, S.F. (2008). Mustard (*Sinapis alba*) seed meal suppresses weeds in container-grown ornamentals. *HortScience*, 43, 800-803.
- CASE, L.T., MATHERS, H. M., & SENESAC, A.F. (2005). A review of weed control practices in container nurseries. *HortTechnology*, 15, 535-545.
- CROSS, G.B., & SKROCH, W.A. (1992). Quantification of weed seed contamination and weed development in container nurseries. *Journal of Environmental Horticulture*, 10, 159- 161.
- DERR, J.F. (1994). Weed control in container-grown herbaceous perennials. *HortScience*, 29, 95-97.
- 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.
- FRIED, G., CHAUVEL, B., REYNAUD, P., & SACHE, I. (2017). Decreases in crop production by non-native weeds, pests, and pathogens. In *Impact of biological invasions on ecosystem services* (pp. 83-101). Springer, Cham.
- 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.
- KHAMARE, Y., MARBLE, S. C., ALTLAND, J. E., PEARSON, B. J., CHEN, J., & DEVKOTA, P. (2022). Effect of Substrate Stratification on Growth of Common Nursery Weed Species and Container-grown Ornamental Species. *HortTechnology*, 32, 74-83.
- KNOX, G.W., CHAPPELL, M., & STAMPS, R.H. (2012). Alternatives to synthetic herbicides for weed management in container nurseries. *EDIS*, 2012.
- MATHERS, H.M., & CASE, L.T. (2010). Microencapsulated herbicide-treated bark mulches for nursery container weed control. *Weed Technology*, 24, 529-537.
- POST, A.R. (2008). A systematic study of *Cardamine* weed species in United States Container Nurseries. M.S. Thesis, North Carolina State Univ, Raleigh.
- STEWART, C.J., MARBLE, S.C., PEARSON, B.J., & WILSON, P.C. (2017). Impact of container nursery production practices on weed growth and herbicide performance. *HortScience*, 52, 1593-1600.
- WILEN, C.A., SCHUCH, U.K., & ELMORE, C.L. (1999). Mulches and subirrigation control weeds in container production. *Journal of Environmental Horticulture*, 17, 174-180.

