

I MANUALI MONGEFITOFOR

**TRA RECRUDESCENZE
E NUOVE CRITICITÀ
FITOSANITARIE:
LE ATTIVITÀ
DELLA TASK-FORCE
TRANSFRONTALIERA
EFIS**

**GUGLIELMO LIONE, LUCA DOVIGO, CHIARA FERRACINI, SILVIA ONGARO,
SIMONE PROSPERO, IVAN ROLLET, MONICA VERCELLI, PAOLO GONTHIER**

TRA RECRUDESCENZE E NUOVE CRITICITÀ FITOSANITARIE: LE ATTIVITÀ DELLA TASK-FORCE TRANSFRONTALIERA EFIS

Collana: "I manuali MONGEFITOFOR"

Autori

Guglielmo Lione ⁽¹⁾, Luca Dovigo ⁽²⁾, Chiara Ferracini (1), Simone Prospero ⁽³⁾, Ivan Rollet ⁽²⁾, Monica Vercelli ⁽²⁾, Silvia Ongaro ⁽²⁾, Paolo Gonthier ⁽¹⁾

Coordinamento scientifico

Paolo Gonthier ⁽¹⁾, Chiara Ferracini ⁽¹⁾, Simone Prospero ⁽³⁾, Guglielmo Lione ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari (DISAFA), Largo P. Braccini 2, 10095 Grugliasco (TO), Italia.

⁽²⁾ Regione Autonoma Valle d'Aosta, Assessorato Agricoltura e Risorse Naturali, Corpo Forestale della Valle d'Aosta, Loc. La Grande Charrière 14, 11020 Saint-Christophe (AO), Italia.

⁽³⁾ Istituto Federale di Ricerca per la Foresta, la Neve e il Paesaggio (WSL), Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf, Svizzera.

Forma raccomandata per la citazione:

Lione G., Dovigo L., Ferracini C., Prospero S., Rollet I., Vercelli M., Ongaro S., Gonthier P. (2023). Tra recrudescenze e nuove criticità fitosanitarie: le attività della task-force transfrontaliera EFIS. Collana: "I manuali MONGEFITOFOR". Regione Autonoma Valle d'Aosta. ISBN 9791280561664

INDICE

3	Il Progetto MONGEFITOFOR
5	La task-force EFIS
8	Le invasioni biologiche
14	Aspetti fitosanitari ed impatto delle invasioni biologiche
18	Disamina dei principali casi di invasioni biologiche verificatisi nella storia recente
27	Fattori correlati al successo di un'invasione biologica
30	Aspetti normativi
31	Quadro generale delle attività EPPO ed EFSA
33	Patogeni ed insetti fitofagi: tra recrudescenze e temute introduzioni
34	Recrudescenza del deperimento del pino silvestre
36	Patogeni di interesse forestale di temuta introduzione nell'areale transfrontaliero
36	<i>Heterobasidion irregulare</i>
37	<i>Phytophthora ramorum</i>
40	Insetti fitofagi di interesse forestale di temuta introduzione nell'areale transfrontaliero
40	<i>Monochamus galloprovincialis</i>
43	<i>Toumeyella parvicornis</i>
45	<i>Agrilus planipennis</i>
47	Conclusioni e prospettive
49	Bibliografia essenziale
52	Sitografia

PREFAZIONE

Le foreste costituiscono un'importante componente del paesaggio della Regione Autonoma Valle d'Aosta e degli areali transfrontalieri italo-svizzeri, assolvendo numerose funzioni indispensabili per la conservazione, la salvaguardia e la protezione del territorio e delle comunità che lo abitano. Al fine di garantire nel tempo e nello spazio l'assolvimento di tali funzioni, occorre che lo stato di salute delle foreste sia costantemente monitorato e preservato. L'esigenza di mettere a fattor comune le esperienze, le conoscenze acquisite e le progettualità in relazione al monitoraggio e alla gestione delle principali avversità in campo forestale ha quindi indotto la Regione Autonoma Valle d'Aosta, i due Cantoni

svizzeri dei Grigioni e del Ticino, il Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari (DISAFA) dell'Università degli Studi di Torino e il l'Istituto Federale di Ricerca sulla Neve, le Foreste, il Paesaggio (WSL) di Birmensdorf - Zurigo a cooperare ad un ambizioso progetto denominato MONGEFITOFOR (Linee Guida per il MONitoraggio e la Gestione delle Emergenze FITOsanitarie nelle FOReste delle Alpi centro-occidentali), realizzato nell'ambito del Programma di Cooperazione Territoriale INTERREG V-A Italia-Svizzera 2014/2020. Nell'ambito del progetto sono state affrontate diverse criticità fitosanitarie del castagno, del frassino e del pino. Il progetto MONGEFITOFOR intende però porsi anche come collettore di conoscenze, competenze e know-how in ambito fitosani-

tario da capitalizzare con la prospettiva di creare un modello di riferimento internazionale sostenibile nel lungo periodo. Per questa ragione è stata costituita una task-force transfrontaliera (task-force EFIS - Emergenze Fitosanitarie Italia-Svizzera) il cui compito è fornire supporto alle attività di difesa delle foreste dell'areale di progetto qualora insorgessero nuove criticità fitosanitarie introdotte dalle regioni circosvicine, o vi fossero recrudescenze di problematiche preesistenti. Questo manuale presenta i risultati delle attività della task-force EFIS e nasce grazie alle conoscenze maturate in ambito transfrontaliero, frutto della sinergia tra i partner di progetto che hanno condiviso esperienze, conoscenze e competenze durante lo svolgimento delle diverse attività.

La presente pubblicazione costituisce uno strumento operativo per il settore forestale ma, allo stesso tempo, contribuisce a diffondere ai tecnici, agli amministratori, ai portatori di interesse e alla cittadinanza le conoscenze acquisite e le buone pratiche per salvaguardare lo stato di salute delle foreste transfrontaliere.

L'assessore all'Agricoltura
e Risorse naturali
Marco Carrel

IL PROGETTO MONGEFITOFOR

MONGEFITOFOR (Linee Guida per il MONitoraggio e la Gestione delle Emergenze FITOsanitarie nelle FOReste delle Alpi centro-occidentali) è un progetto finanziato dall'Unione Europea tramite il Programma di Cooperazione Territoriale **INTERREG V-A Italia-Svizzera 2014/2020** al quale cooperano istituzioni locali ed enti di ricerca italiani e svizzeri per monitorare lo **stato di salute delle foreste** transfrontaliere e proporre strategie sostenibili per la loro gestione e salvaguardia, promuovendone così la **resilienza**. Il progetto ha come capofila la Struttura Corpo Forestale della Valle d'Aosta (IT) e come partner l'Università degli Studi di Torino - Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari (DISAFA) (IT), l'Istituto Federale di Ricerca per la Foresta, la Neve e il Paesaggio WSL (Birmensdorf) (CH), il Cantone Grigioni - Ufficio Foreste e Pericoli Naturali (CH) e il Cantone Ticino - Sezione Forestale (CH).

Il progetto nasce dalla considerazione che le foreste sono un elemento imprescindibile del **paesaggio** delle vallate alpine e hanno una valenza multifunzionale che si concre-

tizza non solo nella **produzione** di legname, ma anche nel mantenimento della **biodiversità**, nella **protezione idrogeologica** dei versanti e nel fornire **svago** e ricreazione a turisti, visitatori e cittadini. Tuttavia, per garantire queste fondamentali funzioni, le foreste devono essere adeguatamente protette. Il progetto MONGEFITOFOR si pone l'obiettivo di affrontare, a livello transfrontaliero, alcune tra le principali emergenze fitosanitarie che hanno interessato negli ultimi anni le foreste dei piani collinare e basso-montano delle Alpi centro-occidentali (**box 1**). In particolare il progetto si è concentrato sulle problematiche determinate da **malattie** o infestazioni di **insetti fitofagi** a carico di alcune specie chiave delle formazioni forestali dei sopraccitati piani altitudinali negli areali transfrontalieri e in particolare di:

- deperimento del frassino causato dal fungo patogeno *Hymenoscyphus fraxineus*;
- cancro corticale, mal dell'inchiostro e alcune malattie causate dal fungo *Gnomoniopsis castaneae* su castagno;
- processionaria del pino e deperimento associato a fattori abiotici e biotici, tra cui il cambiamento climatico e le infezioni di funghi fitopatogeni. Alle sopraccitate avversità sono stati dedicati appositi

manuali tecnico-scientifici di campo, inclusi nella collana “**I manuali MONGEFITOFOR**”, a cui si aggiunge questo manuale, che vuole illustrare operativamente le attività della **task-force transfrontaliera EFIS (Emergenze Fitosanitarie Italia-Svizzera)**. La task-force EFIS nasce come una “cabina di regia” internazionale per supportare le attività di moni-

toraggio e difesa delle foreste a supporto di Regione Valle d'Aosta, Canton Ticino e Cantone dei Grigioni, e si pone come interlocutore tecnico-scientifico ed interfaccia con altre realtà e portatori di interesse che operano nel settore forestale (es. amministratori locali, gestori delle risorse forestali, servizi fitosanitari e liberi professionisti).

BOX #1

Approfondimenti sul progetto MONGEFITOFOR

Il progetto MONGEFITOFOR, avviatosi nel 2019 e conclusosi nel 2023, è incentrato sul monitoraggio delle criticità fitosanitarie emergenti di specie arboree che svolgono un ruolo chiave nelle formazioni forestali collinari e basso-montane degli areali transfrontalieri italo-svizzeri: **castagno** (*Castanea sativa*), **frassino maggiore** (*Fraxinus excelsior*) e **pino silvestre** (*Pinus sylvestris*), a cui sono dedicati specifici manuali tecnico-scientifici della collana “**I MANUALI MONGEFITOFOR**”. Oltre ai manuali, il progetto MONGEFITOFOR propone a tutti gli interessati anche contenuti multimediali di informazione tecnica e approfondimento, accessibili sulle seguenti piattaforme:

SITO WEB

<https://fitosanitario.regione.vda.it/progetto-mongefitofor>

FACEBOOK

<https://www.facebook.com/Mongefitofor-103015101617192/>

INSTAGRAM

<https://instagram.com/mongefitofor?igshid=1f0k8nykdbkw1>

YOUTUBE

<https://www.youtube.com/channel/UCeafnk1hcccn8Vlm4wqFvSg>

LA TASK-FORCE EFIS

Il progetto **MONGEFITOFOR** ha prodotto una serie di conoscenze che hanno contribuito allo sviluppo di competenze e *know-how* in ambito fitosanitario a livello transfrontaliero. Trattandosi di un **progetto INTERREG** di rilevanza europea, MONGEFITOFOR è stato strutturato in modo da capitalizzare questo bagaglio di esperienze con la prospettiva di creare un **modello di riferimento** internazionale, sostenibile, e duraturo nel lungo periodo. Con questo obiettivo, nell'ambito del progetto è stata istituita una **task-force transfrontaliera** denominata **EFIS - Emergenze Fitosanitarie Italia-Svizzera** - il cui compito principale è garantire supporto delle attività di **monitoraggio fitosanitario e difesa delle foreste** dell'areale di progetto, così come stabilito nell'atto costitutivo della **task-force (box 2)**. L'atto costitutivo della **task-force EFIS** non solo ne formalizza l'istituzione, ma ne delinea anche finalità, ruoli e competenze, a servizio degli attori che operano nel settore forestale, nonché dei soggetti che a vario titolo si occupano di amministrazione e gestione delle risorse naturali e ambientali. Alla **task-force EFIS** partecipano, in qualità di membri, persone

fisiche selezionate in quanto esponenti dell'**università** e del mondo della **ricerca scientifica**, delle **istituzioni** e degli **enti locali**, e degli **operatori del settore forestale**. La composizione transfrontaliera della **task-force** è stata strutturata per disporre di un ventaglio di conoscenze e competenze ad ampio spettro in materia fitosanitaria, che attingono dalla forte vocazione istituzionale degli Enti che hanno cooperato per istituire la **task-force** stessa, in particolare: il Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari (DISAFA) dell'Università degli Studi di Torino; la Regione Autonoma Valle d'Aosta tramite il Corpo Forestale della Valle d'Aosta; l'Istituto Federale di Ricerca per la Foresta, la Neve e il Paesaggio (WSL); il Canton Ticino; e il Cantone dei Grigioni.

BOX 2

L'atto costitutivo della task-force EFIS

La *task-force* EFIS è stata istituita dal Comitato di Pilotaggio del progetto MONGEFITOFOR nel 2021. Di seguito è riportato uno stralcio dell'atto costitutivo, che evidenzia le caratteristiche salienti della *task-force* EFIS, con particolare riferimento ai suoi scopi e alle sue finalità operative. I simboli [...] indicano gli omissis.

Atto costitutivo della "Task Force Criticità Fitosanitarie Forestali nelle Alpi Centro-Occidentali" Progetto Interreg Mongefitofor"

In data 16 marzo 2021, nell'ambito di una riunione dei Partner del Progetto MONGEFITOFOR "Linee Guida per il monitoraggio e la gestione delle emergenze fitosanitarie nelle foreste delle Alpi centro-occidentali" - Programma di Cooperazione Territoriale INTERREG V-A Italia-Svizzera, tenutasi in videoconferenza Si conviene quanto segue:

ART. 1 – È istituito, presso la Regione Autonoma Valle d'Aosta, Assessorato Agricoltura, Risorse Naturali e Corpo Forestale della Valle d'Aosta, un gruppo di lavoro denominato "Task Force Criticità Fitosanitarie Forestali nelle Alpi Centro-Occidentali".

ART. 2 – Lo scopo istituzionale del gruppo di lavoro è quello di esaminare e discutere, sulla base di evidenze scientifiche, l'eventuale insorgenza e diffusione di criticità fitosanitarie forestali nell'arco alpino centro-occidentale allo scopo di fornire, agli enti partner del progetto MONGEFITOFOR e ad altri enti pubblici territoriali insistenti sul territorio in oggetto, elementi per orientare i primi interventi di monitoraggio e difesa fitosanitaria in foresta.

ART. 3 – Il gruppo di lavoro è composto da:
[...]

Funge da coordinatore del gruppo di lavoro il [...].

ART. 4 – Il gruppo di lavoro si riunirà in seduta ordinaria almeno una volta all'anno e in seduta straordinaria quando richiesto [...].

ART. 5 – Il gruppo di lavoro sarà operativo sino ai cinque anni successivi alla conclusione del progetto MONGEFITOFOR e potrà essere rinnovato su mandato dei partner del progetto stesso.

ART. 6 – I componenti del gruppo di lavoro potranno essere sostituiti su indicazione degli enti partner del progetto MONGEFITOFOR cui gli stessi afferiscono. Il Comitato di Pilotaggio del Progetto MONGEFITOFOR.

La *task-force* EFIS (**figura 1**) è stata costituita per garantire supporto alle attività di difesa delle foreste dell'areale di progetto e, in particolare, per **monitorare** la possibile o conclamata insorgenza di **nuove criticità fitosanitarie** introdotte dalle regioni circvicine o da altri areali, nonché per verificare la sussistenza di eventuali **recrudescenze** di problematiche preesistenti.

FIGURA 1

RIUNIONE DELLA TASK-FORCE EFIS - EMERGENZE FITOSANITARIE ITALIA-SVIZZERA. LA TASK-FORCE SI CONFRONTA PER DELINEARE IL QUADRO GENERALE E LO STATO DELL'ARTE SULLE NUOVE CRITICITÀ FITOSANITARIE E SULLE RECRUDESCENZE DI PROBLEMATICHE PREESISTENTI. SONO PRESENTI DOCENTI UNIVERSITARI IN PATOLOGIA VEGETALE ED ENTOMOLOGIA DEL DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE, FORESTALI E ALIMENTARI (DISAFA) DELL'UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO; RAPPRESENTANTI DEL CORPO FORESTALE DELLA VALLE D'AOSTA AFFERENTI ALLA REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA, ASSESSORATO AGRICOLTURA E RISORSE NATURALI; E RICERCATORI DELL'ISTITUTO FEDERALE DI RICERCA PER LA FORESTA, LA NEVE E IL PAESAGGIO (WSL).



La *task-force* ha condotto le sue attività istituzionali operando attraverso uno scambio costante, capillare e continuo con altre figure chiave del mondo della ricerca e delle istituzioni, partecipando alle attività di **comunicazione** e **divulgazione** previste dal progetto MONGEFITOFOR a beneficio dei portatori di interesse, della collettività e della cittadinanza (figura 2).

FIGURA 2

STAND ALLESTITO IN OCCASIONE DI UN EVENTO RIVOLTO A CITTADINI E PORTATORI DI INTERESSE PER COMUNICARE LE ATTIVITÀ CONDOTTE NELL'AMBITO DEL PROGETTO MONGEFITOFOR. ALLO STAND HANNO PARTECIPATO ESPONENTI E COLLABORATORI DELLA TASK-FORCE EFIS - EMERGENZE FITOSANITARIE ITALIA-SVIZZERA. LA TASK-FORCE HA ILLUSTRATO NON SOLO LE CRITICITÀ FITOSANITARIE TARGET DI CASTAGNO, FRASSINO E PINO, MA ANCHE ALTRE PROBLEMATICHE DI ATTUALE O POTENZIALE INTERESSE. LE ATTIVITÀ DI COMUNICAZIONE E DIVULGAZIONE SONO STATE CONDOTTE ANCHE CON L'AUSILIO DI REPERTI DI ERBARI FITOPATOLOGICI E COLLEZIONI ENTOMOLOGICHE FORNITE DAL DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE, FORESTALI E ALIMENTARI (DISAFA) DELL'UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO.



I risultati delle attività condotte dalla *task-force* EFIS sono stati inclusi in questa guida che tratta non solo le possibili criticità fitosanitarie di temuta introduzione nell'areale di progetto, ma anche le segnalazioni di criticità emergenti e recrudescenze.

LE INVASIONI BIOLOGICHE

La *task-force* EFIS ha effettuato una disamina complessiva del tema delle *invasioni biologiche* e dei *fattori* che possono configurarsi come elementi *di rischio*. In senso stretto le invasioni biologiche sono il risultato dell'introduzione, dell'adattamento e della diffusione di microrganismi o organismi alloctoni in un nuovo areale, dove causano malattie o determinano danneggiamenti. Tuttavia, in senso lato molti dei fattori che contribuiscono al verificarsi delle invasioni biologiche soggiacciono anche alle eventuali recrudescenze di problematiche già presenti negli areali di studio. Pertanto le due tematiche possono essere affrontate in parallelo. *L'areale* è definito come una porzione di superficie terrestre entro la quale è accertata la presenza di una data specie. La conformazione

attuale degli areali è il prodotto dell'azione integrata di una molteplicità di fattori che hanno agito ed agiscono su scale spaziali e temporali eterogenee. In letteratura è disponibile un vasto corpus di lavori inerenti l'individuazione delle cause e la comprensione dei meccanismi che hanno determinato la *distribuzione geografica* delle *specie* microbiche, animali e vegetali sul nostro pianeta. Sebbene con sfumature diverse in funzione dei singoli casi esaminati, la maggioranza delle ricerche condotte in ambito biogeografico sembra concordare sul fatto che esistono alcune categorie di fattori ricorrenti nel condizionare la distribuzione delle specie, tra cui si annoverano:

- vicende geologiche relative alla deriva delle masse continentali;
- variazioni climatiche di breve, medio o lungo periodo;
- glaciazioni;
- eventi catastrofici comportanti profonde alterazioni chimico-fisiche a carico dell'ambiente;
- aspetti filogenetici ed evolutivisti;
- meccanismi morfo-fisiologici e genetici;
- interazioni biologiche mutualistiche ed antagonistiche tra individui, specie, popolazioni e comunità;
- parametri ecologici, climatici,

- geomorfologici ed edafici;
- autoecologia ed adattamento delle specie a nuovi habitat;
 - modalità di riproduzione delle specie e relativa fitness;
 - interventi antropici.

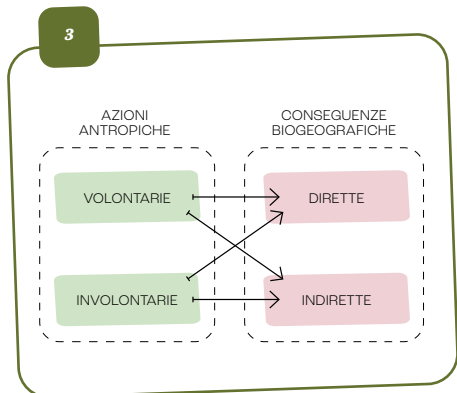
La biogeografia storica ha inequivocabilmente dimostrato su basi empiriche come la definizione della forma degli areali sia un **processo dinamico**, che dalle ere e dai periodi geologici passati si è sviluppato in continua evoluzione fino ai giorni nostri. Questo ha comportato una incessante migrazione di specie con conseguenti **neo-interazioni** tra popolazioni e relative modifiche a carico delle biocenosi e degli ecosistemi in generale.

È altresì evidente come lo sviluppo esponenziale delle **attività antropiche** sia stato, in periodi storici più recenti, uno tra i fattori che più rapidamente ha contribuito ad **alterare la distribuzione geografica delle specie**. L'agricoltura, lo sfrut-

tamento delle risorse forestali, l'industria, l'urbanizzazione, la globalizzazione del commercio e del turismo, la realizzazione di reti infrastrutturali per il trasporto terrestre, aereo e marittimo hanno operato profonde trasformazioni su scala globale e locale, con conseguenze antitetiche a carico degli areali di molte specie. Infatti, se da un lato l'uomo ha provocato la frammentazione e la regressione degli areali di certe specie, alcune delle quali sono pervenute all'estinzione, dall'altro ha creato nuovi vettori, corridoi ecologici e vie di accesso che hanno consentito ad altre specie di estendere il proprio areale in regioni precedentemente inaccessibili. Le azioni di matrice antropica possono essere distinte in base alla tipologia di conseguenze biogeografiche che inducono, come indicato in **(figura 3)**.

Si intendono per azioni vo-

FIGURA 3
SCHEMA RAPPRESENTANTE LA CLASSIFICAZIONE DELLE AZIONI DI MATRICE ANTROPICA (IN VERDE) LE CUI CONSEGUENZE PRODUCONO ALTERAZIONI A CARICO DELLA DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA DELLE SPECIE (IN ROSA). LE FRECCE INDICANO IL RAPPORTO DI CONSEGUENZIALITÀ TRA CAUSA ED EFFETTO.



lontarie quelle che l'uomo intraprende consapevolmente con l'intento di modificare la distribuzione geografica di una specie, mentre sono involontarie quelle azioni condotte con uno scopo diverso. Sono invece considerate conseguenze biogeografiche dirette le variazioni nella distribuzione della specie alloctona introdotta, mentre sono indiretti gli effetti indotti a carico della distribuzione di altre specie.

La migrazione delle specie tra regioni diverse non è però l'unico effetto delle dinamiche biogeografiche. Infatti la ripartizione dei *biota*, quando comporta l'insorgenza di barriere fisiche (e.g. catene montuose, istmi, estese lingue glaciali, bracci di mare) che impediscono il flusso genico tra popolazioni appartenenti al medesimo *taxon*, rappresenta uno tra i principali meccanismi evolutivi per l'origine di una nuova specie. L'isolamento genetico, conseguente all'isolamento geografico, permette potenzialmente a ciascuna di queste popolazioni di seguire una propria linea evolutiva. Se al termine del processo evolutivo si sono differenziate entità specifiche diverse è avvenuto un fenomeno di speciazione, o cladogenesi, di tipo allopatrico. Ciascuna delle neo-specie formatesi per derivazione da una popolazione progenitrice

comune è denominata clade monofiletico.

Esistono altri meccanismi di speciazione che si differenziano dalla cladogenesi allopatrica perché non mediati da fattori biogeografici, come ad esempio la cladogenesi simpatica. In questo caso la differenziazione delle neo-specie avviene nello stesso areale come conseguenza di meccanismi puramente genetici quali l'autopoliploidia e l'alloploidia.

Nella letteratura scientifica corrente la locuzione "**invasione biologica**" individua un fenomeno la cui definizione non è univoca. Tuttavia, secondo quanto indicato nella maggioranza dei lavori, il verificarsi di un'invasione biologica soggiace ad almeno due fattori:

1) si deve verificare l'**introduzione** di una **specie alloctona** in un'area geografica nella quale non era precedentemente presente;

2) la specie alloctona si deve **insediare stabilmente** nella suddetta area, colonizzandola autonomamente in tutto o in parte.

La prima condizione rappresenta il cosiddetto criterio biogeografico le cui dinamiche naturali o di matrice antropica sono state precedentemente esaminate.

La seconda condizione è denominata criterio d'impatto

ed evidenza la necessità di una moltiplicazione o riproduzione della specie alloctona nel nuovo contesto biogeografico in cui è pervenuta affinché si possa effettivamente asserire che è in atto un'invasione biologica. In seguito a questa moltiplicazione o riproduzione la specie alloctona è definita "naturalizzata", poiché non solo è inserita pienamente nell'ecosistema, ma è in grado di riprodursi e di propagarsi in assenza di interventi antropici volontari e mirati.

Numerose fonti sottolineano che le invasioni biologiche si contraddistinguono inoltre per i **danni economici** e **materiali** causati all'agricoltura,

alla salute umana ed alla conservazione degli **ecosistemi forestali**. Sebbene questa terza caratteristica non appaia strettamente necessaria per definire un'invasione biologica, sembra essere una costante che si riscontra con una frequenza elevata.

Le invasioni biologiche si contraddistinguono per essere caratterizzate da una serie di fasi concatenate cronologicamente, ciascuna delle quali è condizione necessaria, ma non sufficiente, al buon esito dell'invasione stessa. Nonostante non vi sia uno schema di riferimento univocamente accettato, è possibile schematizzarne la sequenza come indicato in **figura 4**.



FIGURA 4
RAPPRESENTAZIONE CRONOLOGICA DELLE FASI PREORDINATE AL VERIFICARSI DI UN'INVASIONE BIOLOGICA. IL TERMINE "PROPAGULI" È ADOTTATO SENSU LATO INTENDENDO QUALSIASI INDIVIDUO, O COSTITUENTE DI MATRICE BIOLOGICA DA ESSO DERIVATO, CHE SIA POTENZIALMENTE IN GRADO DI GENERARE INDIVIDUI DELLA MEDESIMA SPECIE.

Nel caso di insetti fitofagi esotici, la modalità di gran lunga prevalente con cui queste specie raggiungono nuovi siti lontani dall'areale di origine è quella del **trasporto passivo** mediante il commercio di merci e lo spostamento di persone. Gli aerei, le navi, il commercio vivaistico, i flussi turistici e i materiali da imballaggio rappresentano i canali di introduzione più comuni.

I fattori biologici, climatici ed ecologici rappresentano i fattori determinanti per l'**acclimatemento** e **insediamento** di specie alloctone, con dirette conseguenze sulle loro pululazioni e la loro contestuale espansione territoriale.

Solo una esigua minoranza delle specie alloctone introdotte è in grado di portare a termine con successo l'intera sequenza di fasi delineate nello schema precedente. E' importante infatti specificare come non tutte le specie esotiche diventino invasive, con conseguenze sulla biodiversità e i servizi ecosistemici annessi.

Secondo "**la regola dei tre dieci**", in media il 10% delle specie aliene introdotte compare in natura (sopravvive quindi al trasporto) e il 10% delle specie aliene comparse in natura si stabilizza. Sempre secondo questa regola (che va considerata come una regola di valen-

za generale, con notevoli variazioni a seconda del gruppo animale o vegetale considerato, ma che è comunque storicamente molto importante nel bagaglio di conoscenze della biologia delle invasioni), il 10% delle specie aliene stabilizzate può diventare invasivo. Un'invasione biologica è comunque un **fenomeno complesso** la cui modellizzazione in termini deterministici e/o stocastici spesso risulta di difficile realizzazione e raramente porta a risultati applicativi rilevanti. Di fatto, al momento attuale, non esistono possibilità concrete per stabilire a priori se una specie alloctona, inserita in un nuovo contesto biogeografico, possa dare origine ad un'invasione biologica e tantomeno predire gli effetti di quest'ultima.

ASPETTI FITOSANITARI E IMPATTO DELLE INVASIONI BIOLOGICHE

Nel corso della disamina delle informazioni disponibili in letteratura la **task-force EFIS** ha evidenziato alcuni aspetti fitosanitari rilevanti che influenzano l'insorgenza e, in ultima istanza, il successo delle invasioni biologiche.

Le invasioni biologiche ad opera di **funghi patogeni** di piante forestali rappresentano una tematica di stringente attualità, così come le infestazioni da parte di **insetti fitofagi** alloctoni.

Adottando come sistema modello le invasioni biologiche da parte di funghi fitopatogeni, le peculiarità che le contraddistinguono riguardano tre aspetti principali:

- i rapporti trofici che i patogeni instaurano;
- i danni provocati all'ecosistema di neo-introduzione;
- l'interazione con le popolazioni fungine autoctone.

I funghi patogeni sono infatti degli organismi eterotrofi in grado di indurre una **malattia** nella pianta ospite attraverso la contrazione di un potenziale rapporto di simbiosi antagonista, meglio identificabile come **parassitismo**. La ragione per cui questo rapporto trofico viene definito "potenziale" è insita in uno dei fondamentali concettuali della fitopatologia, di norma rappresentato mediante il "triangolo della malattia".

Il rapporto di parassitosi che il patogeno fungino contrae con la pianta ospite determinando la malattia si verifica solo se:

- 1) avviene il **contatto fisico** tra la pianta ed il patogeno;
- 2) la pianta è **suscettibile** al patogeno;

3) le **condizioni ambientali** sono **idonee** al verificarsi dell'infezione e consentono al patogeno di colonizzare l'ospite.

In funzione della tipologia, dell'incidenza, della gravità e dell'intensità, la malattia può causare una vasta gamma di alterazioni a carico delle piante infette. Squilibri metabolico-fisiologici e funzionali, danni meccanici, modificazioni morfologiche, insorgenza di sintomi caratteristici (e.g. clorosi, filloptosi, necrosi, disseccamenti, cancri, carie, marciumi radicali) e mortalità sono alcuni tra i principali effetti riscontrabili.

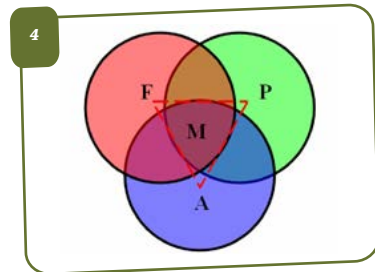


FIGURA 5

IL TRIANGOLO DELLA MALATTIA. OGNI CIRCONFERENZA, IL CUI CENTRO È POSTO AI VERTICI DI UN TRIANGOLO (IN ROSSO), RAPPRESENTA UNO DEI TRE FATTORI NECESSARI, MA NON SUFFICIENTI, AD INNESCARE UNA MALATTIA: F INDICA IL PATOGENO, P LA PIANTA OSPITE, A I PARAMETRI AMBIENTALI. LA MALATTIA M È POSTA GRAFICAMENTE ALL'INTERSEZIONE DELLE TRE CIRCONFERENZE. QUANDO TUTTI I FATTORI CONVERGONO, OSSIA L'OSPITE È SUSCETTIBILE E LE CONDIZIONI AMBIENTALI NE PERMETTONO L'INFEZIONE, SEGUITA DALLA CRESCITA E DALLO SVILUPPO DEL PATOGENO, SI VERIFICA L'INSORGENZA DELLA MALATTIA. ALCUNE VARIANTI AL TRIANGOLO DELLA MALATTIA INCLUDONO TRA I FATTORI SOPRA CITATI IL TEMPO E L'INTERVENTO ANTROPICO.

A livello di ecosistema le conseguenze negative di una malattia sono di difficile generalizzazione, essendo strettamente dipendenti dalle caratteristiche del patogeno fungino e dai parametri sintomatologici ed epidemiologici della malattia stessa. Tuttavia, l'esperienza relativa alle passate invasioni biologiche ha mostrato che i patogeni alloctoni sono in grado di causare danni maggiori agli ecosistemi forestali rispetto ai patogeni autoctoni. Proprio per questa ragione, a livello internazionale, sono state intraprese iniziative mirate per prevenire, contrastare e monitorare l'azione dei patogeni fungini alloctoni, operando ad esempio per la regolamentazione, la certificazione ed il controllo di **materiali di origine vegetale** soggetti a **commercio internazionale**, nonché per la redazione di liste di organismi di **quarantena** di recente o temuta introduzione. Infatti, il vettore nel quale i propaguli del fungo sono infeudati è generalmente rappresentato da **materiale vivaistico**, da **sementi**, da **legname** da opera o da imballaggi importati a seguito di attività commerciali. In alcuni casi è stata segnalata l'introduzione di patogeni fungini esotici durante l'esecuzione di operazioni militari. L'**impatto** delle invasioni bio-

logiche risulta rilevante, andando a detrimento non solo delle funzioni primarie delle foreste, ma anche di tutta la congerie dei **servizi ecosistemici** che queste erogano. Le invasioni biologiche hanno plasmato e plasmano la struttura stessa della biosfera. I loro effetti si esplicano tramite l'induzione di alterazioni a carico degli ecosistemi interessati. Le specie alloctone invasive modificano i flussi biogeochimici degli elementi agendo sia sugli scambi di materia, sia sulle trasformazioni di energia. Le **dinamiche dell'ecosistema** sono **perturbate** attraverso una vasta gamma di processi interconnessi. Tra questi sono inclusi l'influenza sulle reti trofiche, la modificazione della composizione, della struttura e della densità di popolazioni e comunità, la variazione dei parametri chimico-fisici dell'ecosistema, la generale **riduzione** dei livelli di **biodiversità**, le **conseguenze negative** a carico del **paesaggio**. Sebbene sia ampiamente accettata e confermata l'idea che le invasioni biologiche vadano a detrimento della funzionalità dell'ecosistema, l'entità e l'intensità degli effetti negativi che la specie invasiva produce concretamente sono molto variabili. Infatti, in letteratura è stato ampiamente evidenziato come le invasioni biologiche

differiscano notevolmente l'una dall'altra in funzione della tipologia di specie alloctona invasiva (e.g. virus, batterio, protista, fungo, pianta, nematode, animale), del livello trofico in cui si colloca (e.g. autotrofo o eterotrofo) e dei rapporti biologici che instaura con le comunità autoctone per lo sfruttamento delle risorse trofiche o dei fattori ecologici (e.g. mutualismo, commensalismo, predazione, parassitismo, antibiosi, competizione, neutralismo).

Recentemente sono state proposte delle stime sull'impatto economico delle invasioni biologiche a livello globale, stime che indicano incontrovertibilmente che i costi derivanti dalle succitate invasioni sono elevati e in costante aumento. Le invasioni da parte di organismi alloctoni determinano infatti un **impatto economico** diretto e indiretto che si riverbera a **scala globale**: tra il 1970 e il 2017 si stima che il costo complessivo di questo fenomeno si sia attestato su una media di circa **27 miliardi di dollari all'anno**, mentre alcune proiezioni suggeriscono che la stessa media potrebbe attestarsi anche su cifre pari a **47-163 miliardi di dollari all'anno**. Questi valori, già di per sé allarmanti, sembrano tuttavia derivare da sottostime del reale impatto economico delle

invasioni biologiche. Inoltre, assumendo per definizione:

- che il **danno** sia ascrivibile a perdite economiche dovute all'effetto diretto e indiretto delle invasioni biologiche, tra cui perdite di prodotto, decremento delle rese produttive, effetti delle malattie, alterazione degli ecosistemi, danni alle infrastrutture e riduzione del reddito;

- che il **costo della gestione** dipenda dalle risorse economiche allocate per prevenire le invasioni biologiche, condurre ricerca scientifica e operare nelle fasi preliminari dell'invasione con azioni di monitoraggio, lotta ed eradicazione; si stima che a partire dalla fine degli anni '80 - inizio anni '90 il danno abbia superato il costo della gestione e che il divario tra i due stia crescendo ininterrottamente da allora. In altri termini, questo divario sembra suggerire che i **costi per la prevenzione e il contenimento delle invasioni biologiche**, ancorché ingenti, siano **inferiori rispetto ai danni causati dalle invasioni biologiche**. Progetti quali MONGEFITOFOR si collocano come strumenti fondamentali di gestione forestale (es. mediante le attività condotte per il monitoraggio fitosanitario e la progettazione di linee guida per la selvicoltura dei popolamenti di castagno, frassino e pino af-

flitti da criticità fitosanitarie), ma anche come azioni concrete finalizzate alla prevenzione di invasioni biologiche e/o di recrudescenze di criticità fitosanitarie già presenti (es. tramite le attività della task-force EFIS).

DISAMINA DEI PRINCIPALI CASI DI INVASIONI BIOLOGICHE VERIFICATISI NELLA STORIA RECENTE

Nel corso degli ultimi 150 anni circa sono stati registrati numerosi casi di invasioni biologiche da parte di patogeni fungini in ecosistemi forestali. I principali eventi hanno coinvolto l'Europa, il Nord America e l'Australia. Tra i patogeni più rappresentativi si ricordano:

- *Ceratocystis platani* (J.M. Walter) Engelbr. & T.C. Harr., fungo ascomicete responsabile del **cancro colorato del platano**. La malattia comporta la comparsa di cancri a livello corticale, con necrosi dei tessuti e disseccamenti in chioma. Il decorso della malattia può essere cronico o acuto, ed in quest'ultimo caso la morte della pianta sopravviene rapidamente. Sebbene l'invasione in Italia si sia manifestata

negli anni '60-'70 del secolo scorso, sembra che il patogeno sia stato introdotto dagli USA negli anni '40. L'epidemia si è estesa gradatamente dai primi centri di infezione fino a diffondersi in quasi tutto il territorio nazionale e in diversi stati europei. La gravità della malattia ha indotto le autorità italiane ad emanare un decreto di lotta obbligatoria nel 1998;

- *Cronartium ribicola* Fisch., fungo basidiomicete che causa la **ruggine vescicolosa dei pini a 5 aghi**, malattia che comporta alterazioni cancerose dei tessuti corticali, con conseguenti malformazioni degli individui adulti e morte dei più giovani. Introdotta dall'Europa nel Nord America nel 1906 attraverso la commercializzazione di semenzali di *Pinus strobus* L., la malattia è divenuta rapidamente epidemica, infettando varie specie di pini a 5 aghi. Poiché il ciclo di *C. ribicola* comporta come ospiti alternanti arbusti del genere *Ribes*, sono state effettuate vaste campagne di eradicazione volte a combattere il patogeno interrompendone il ciclo, purtroppo con scarso successo;
- *Cryphonectria parasitica* (Murr.) Barr., fungo ascomicete agente del **cancro del castagno**. Originario del continente asiatico, è stato accidentalmente esportato con il commercio di

materiale vivaistico, presumibilmente piantine di *Castanea crenata* e *Castanea mollissima*. Segnalato per la prima volta in Nord America a inizio 1900', dove ha rapidamente causato una devastante epidemia su *Castanea dentata* (Marsh.) Borkh., è stato successivamente introdotto in Europa nel 1924 ed in Italia nel 1938 dove ha infettato il castagno nostrano (*Castanea sativa* Miller). In Italia il fungo è stato rinvenuto per la prima volta a Busalla, piccolo comune situato nei pressi di Genova. Dopo soli 12 anni era già presente nei castagneti di tutta la penisola dove ha provocato ingenti danni economici ed estese morie. La malattia si manifesta infatti con la comparsa di cancri, consistenti in lesioni necrotiche localizzate a livello dei tessuti corticali. I cancri provocano disseccamenti più o meno gravi su rami, polloni e fusti, con esiti spesso mortali per gli individui colpiti. Essendo un patogeno da ferita, la diffusione di *Cryphonectria parasitica* è stata accelerata dalle pratiche colturali proprie della castanicoltura da legno e da frutto;

- *Hymenoscyphus fraxineus* (T. Kowalski) Baral, Queloz, Hosoya, comb. nov. fungo ascomicete che causa il **deperimento del frassino**. In Europa, le prime segnalazioni del **de-**

perimento del frassino risalgono all'inizio degli anni 1990', quando in alcune foreste della Polonia si verificarono estese morie tanto a carico di alberi maturi, quanto di alberi giovani. Si ritiene che il fungo sia stato introdotto in Europa dall'Asia orientale, dove però non determina particolari danni a carico delle specie di frassino presenti localmente (*Fraxinus mandshurica* Rupr. e *F. chinensis* Roxb.). A partire dai primi anni 2000', il patogeno si è ampiamente e rapidamente diffuso occupando gran parte dell'areale di distribuzione del frassino nel continente europeo. Ad esempio, tra il 1992 ed il 2012, *H. fraxineus* è stato segnalato in almeno 26 stati diversi. L'introduzione in nuovi areali e l'espansione rapida del patogeno può essere dipesa da una serie di fattori, quali: la movimentazione di piantine o altro **materiale vivaistico infetto** e di legname, nonché dalla naturale modalità di diffusione del patogeno tramite spore. A livello europeo, l'**impatto ecologico** e i **danni economici** causati da *H. fraxineus* sono stati estremamente rilevanti ed ingenti, tanto che in determinati areali si è persino temuto che potesse verificarsi un'estinzione localizzata del frassino;

- *Lachnellula willkommii* (Hartig) Dennis, ascomicete di origine

europea che provoca il **cancro del larice** (*Larix decidua* Miller). Nell'areale di origine la malattia comporta l'insorgenza di cancri corticali perenni su piante adulte e di cancri talora letali su individui giovani o semenzali. Introdotto durante gli anni '20 del secolo scorso negli USA, *L. willkommii* si è progressivamente estesa verso nord, arrivando in Canada negli anni '80. In Canada il patogeno infetta *Larix laricina* (Du Roi) K. Koch, che si è mostrato più suscettibile rispetto a *Larix decidua*. Infatti sono stati registrati elevati tassi di mortalità sia su larici giovani, sia su piante mature;

■ ***Neonectria faginata*** (M.L. Lohman, A.M.J. Watson & Ayers) Castl. & Rossman, fungo ascomicete agente di **cancri** su piante del genere *Fagus*, associato a cocciniglie, quali *Cryptococcus fagisuga* Lind., che ne rappresentano i vettori. Intorno agli anni '20 del secolo scorso, il patogeno, di origine europea, è stato accidentalmente introdotto negli USA. Qui ha gradualmente esteso il suo areale interessando più stati, nei quali ha determinato una sintomatologia contraddistinta da incidenza e gravità variabili;

■ ***Ophiostoma ulmi*** (Buisman) Nannf. e *Ophiostoma novo-ulmi* Bras., due funghi ascomiceti responsabili della **grafiosi**

si dell'olmo. La grafiosi è una grave forma di tracheomicosi, che causa ostruzioni a carico del sistema vascolare di piante del genere *Ulmus*. Gli individui colpiti manifestano disseccamenti diffusi su tutta la chioma e spesso il decorso della malattia è letale. Sebbene non si disponga di informazioni certe, si suppone che questi patogeni siano originari del continente asiatico. Alcuni Autori sostengono che la resistenza alla grafiosi degli olmi asiatici [e.g. *Ulmus pumila* L., *Ulmus japonica* (Sarg. ex Rehder) Sarg., *Ulmus wallichiana* Planchon] confermerebbe la supposta origine di *Ophiostoma ulmi*. Si ritiene che l'ascomicete sia stato introdotto con il commercio di legname infetto via nave, prima in Europa e successivamente in Nord America, rispettivamente nel 1921 e nel 1930. L'arrivo di *O. novo-ulmi* in Europa sarebbe stato invece più tardivo, databile indicativamente intorno alla fine degli anni '60 del secolo scorso, mentre non è noto il periodo di introduzione in Nord America. Le epidemie causate in Europa da *O. ulmi* e *O. novo-ulmi* sono avvenute in due ondate distinte, verificatesi contestualmente all'introduzione dei patogeni. La diffusione della malattia è avvenuta tramite l'intervento di coleotteri scolitidi apparte-

nenti al genere *Scolytus*, che hanno agito da vettori per i propaguli dei funghi. Sebbene entrambi gli eventi siano stati particolarmente gravi, tanto da causare la scomparsa di gran parte dei popolamenti di olmi in Italia, l'epidemia di *O. novo-ulmi* si è contraddistinta per una più elevata incidenza e per una maggiore gravità. Questo fenomeno viene interpretato come l'effetto della più ampia plasticità ecologica e della superiore patogenicità di *O. novo-ulmi*. Inoltre, l'interazione con le popolazioni preesistenti di *O. ulmi* ha comportato la netta regressione di quest'ultimo in seguito a fenomeni di concorrenza e sostituzione di specie, in parte mediate da ibridazioni ed introgressioni geniche;

- ***Phytophthora cinnamomi*** Rands, oomicete responsabile del cosiddetto **mal dell'inchiostro** su una grande varietà di ospiti sia tra le latifoglie, sia tra le conifere. La malattia causa necrosi corticali e lacerazioni al colletto con fuoriuscita di essudati nerastri, accompagnati dal disseccamento di singole branche o di vasti settori della chioma. Anche in questo caso il patogeno può condurre a morte la pianta. Un clamoroso caso di invasione biologica ad opera di *P. cinnamomi* si è verificato negli anni '20 del secolo scorso

quando, con l'esportazione di materiale vivaistico infetto, il patogeno ha potuto estendere il suo areale dal settore orientale al settore occidentale dell'Australia. *P. cinnamomi* infettò più di 300'000 ha di foreste ad *Eucalyptus marginata* causando vaste morie. La diffusione della malattia fu facilitata dalla costruzione di reti infrastrutturali comportanti movimentazioni di terreno infetto. Tuttavia, solo nel 1965 venne chiarito il ruolo centrale di *P. cinnamomi* nel deperimento di *Eucalyptus marginata*. Si suppone che il patogeno sia stato responsabile di invasioni biologiche anche in altri paesi come USA, Papua Nuova Guinea, Hawaii e Sudafrica anche se non in tutte le circostanze segnalate è stata accertata la provenienza alloctona dell'oomicete.

Tra gli insetti fitofagi più rappresentativi si ricordano:

- ***Hyphantria cunea*** Drury, è un lepidottero defogliatore originario del Nord America, presente in Italia dall'inizio degli anni '80 ed oggi ampiamente diffuso nell'intera Pianura Padana. La specie, nota comunemente come **ifantria americana**, è caratterizzata da una spiccata polifagia e annovera circa 200 specie ospiti in Europa, tra cui l'acero negundo, il gelso, il noce, il pioppo bian-

co, il salice, il tiglio, il platano e il ciliegio. *Hyphantria cunea* è una specie bivoltina che sverna prevalentemente allo stadio crisalide nelle anfrattuosità della corteccia. Le larve nelle prime età sono gregarie, erodono le foglie e tessono evidenti nidi sericei bianchi che ne rendono piuttosto semplice l'identificazione. I danni associati alle infestazioni sono dovuti all'attività trofica delle larve che si nutrono delle foglie delle piante ospiti, scheletrizzando. In caso di elevate densità di popolazione, le defogliazioni possono interessare l'intera pianta ospite;

- *Corythuca ciliata* Say, è un emittente tingide mesofillomizo originario del Nord America, segnalato in Italia nella prima metà degli anni '60. La specie, essendo infeduta al genere *Platanus*, è nota comunemente con il nome di **tingide americana del platano**.

Gli adulti sono caratterizzati da ali tipicamente reticolate, appiattite sul corpo, trasparenti e molto espanse. La specie compie 3 generazioni l'anno con svernamento allo stadio di adulto, riparato sotto le placche della scorza delle piante ospiti. L'attività trofica degli stadi adulti e giovanili causa un'intensa alterazione cromatica di colore argenteo, localizzata soprattutto nella parte centrale della foglia, vi-

cino al picciolo. La parte argentea successivamente diviene giallastra e clorotica, fino a necrotizzare, con conseguenti fenomeni di filloptosi anticipata;

- *Metcalfa pruinosa* (Say), è un emittente flatide floemomizo originario del Nord America, segnalato per la prima volta in Italia alla fine degli anni '70 e attualmente presente su tutto il territorio nazionale. È una specie univoltina, con svernamento allo stadio di uova deposto nelle anfrattuosità della corteccia delle piante ospiti. La specie è caratterizzata da una spiccata polifagia ed infatti vive a spese di oltre 300 specie ospiti appartenenti a 78 famiglie botaniche, sia in contesti agro-forestali che urbani. I danni sono di duplice tipologia: diretti, legati al deperimento delle piante ospiti per la suzione della linfa elaborata, e indiretti, dovuti alla presenza di abbondante cera e melata rilasciata dagli stadi giovanili e adulti. Questa specie fitofaga è nota per essere stata contenuta in programmi di lotta biologica classica mediante il rilascio dell'imenottero driinide *Neodryinus typhlocybae* (Ashmead), efficace parassitoide degli stadi giovanili;
- *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic, è un microlepidottero appartenente alla fami-

glia Gracillariidae, segnalato all'inizio degli anni '90 ed è attualmente diffuso in tutte le regioni centro-settentrionali, noto come **minatore fogliare dell'ippocastano**. Le infestazioni si osservano esclusivamente a carico dell'ippocastano, in particolare quello a fiori bianchi (*Aesculus hippocastanum*), mentre le varietà di ippocastano a fiori rossi risultano in genere meno colpite. La specie compie 3-5 generazioni l'anno e sverna come crisalide all'interno delle mine nelle foglie cadute a terra. I danni sono provocati dall'attività trofica delle larve a carico delle foglie, che scavando delle gallerie nel mesofillo, creano le tipiche mine. In presenza di forti attacchi si possono osservare diverse decine di mine per foglia, fino alla completa defogliazione già nei mesi di luglio-agosto, con conseguenti impatti estetici soprattutto in ambito urbano;

- ***Dryocosmus kuriphilus*** Yasumatsu, è un imenottero cinipide originario della Cina e introdotto accidentalmente in Europa nel 2002 in Piemonte, in seguito al commercio di materiale di propagazione infestato. La specie è legata alle diverse specie del genere *Castanea*, sia al castagno europeo (*C. sativa*) sia a quelli esotici (*C. mollissima*, *C. crenata*, *C. dentata*) e relativi ibridi

ed è comunemente nota come **cinipide galligeno del castagno**. *Dryocosmus kuriphilus* depone le uova durante l'estate nelle gemme del castagno che rimangono asintomatiche per tutto l'inverno e solo nella primavera successiva si evolvono in galle, a causa della presenza delle larve nei tessuti meristemati. La presenza delle galle comporta evidenti riduzioni sia nella crescita sia nella fruttificazione delle piante colpite. Non sono stati registrati casi di morte della pianta in conseguenza dell'attacco del cinipide, ma il forte peggioramento dello stato vegetativo delle piante, a seguito di attacchi ripetuti, può rendere i castagni più sensibili alle patologie fungine, evidenziando in particolar modo una forte recrudescenza del cancro corticale. Le perdite produttive che si registrano a fronte di gravi attacchi possono essere elevate, arrivando anche a raggiungere valori pari all'80-85%. A partire dal 2005 questa specie esotica invasiva è stata efficacemente controllata nell'ambito di programmi di lotta biologica classica mediante il rilascio dell'imenottero torimide *Torymus sinensis* Kamijo, efficace parassitoide degli stadi larvali;

- ***Anoplophora chinensis*** (Forster), è un coleottero ceramicide polifago di origine

asiatica, rinvenuto per la prima volta in Italia nel 2001, in Lombardia, in piantine da vivaio e bonsai. Nei Paesi di origine può svilupparsi a carico di oltre cinquanta essenze vegetali, nutrendosi a carico di numerose specie arboree ed arbustive. La specie, comunemente nota come **tarlo asiatico**, è univoltina e raramente può compiere l'intero ciclo biologico in due anni. Gli adulti (25 mm di lunghezza per i maschi e 35 mm nelle femmine) sono facilmente riconoscibili dalle specie congeneri autoctone, in quanto di colore nero con vistose macchie bianche irregolari sulle elitre. Le larve si alimentano del legno nella parte basale della pianta, oltre che nelle radici. Questo determina un indebolimento strutturale delle piante ospiti infestate, che possono essere soggette a episodi di schianto o troncamento. I fori di sfarfalamento hanno un diametro di circa 2 cm e sono perfettamente circolari; essi rappresentano anche una potenziale via di ingresso di patogeni. In generale i sintomi associati includono appassimenti fogliari, disseccamento dei rami e conseguente morte della pianta infestata. *Anoplophora chinensis* è una specie da quarantena per l'Unione Europea;

- ***Anoplophora glabripennis*** (Motschulsky), è un coleottero

cerambicide polifago di origine asiatica, segnalato per la prima volta in Italia nel 2007, in Lombardia. La bio-etologia e la sintomatologia a carico delle piante ospiti sono molto simili a quelle della specie congenera sopracitata *A. chinensis*. Pur essendo una specie polifaga, i maggiori danni sono stati riscontrati a carico delle seguenti essenze vegetali: *Acer* spp., *Aesculus* spp., *Betula* spp., *Populus* spp., *Salix* spp. e *Ulmus* spp. La specie, comunemente nota come **tarlo asiatico del fusto**, è univoltina e raramente può compiere l'intero ciclo biologico in due anni. A livello internazionale e comunitario, l'importazione di legno grezzo utilizzato per gli imballaggi, le casse, i pallets e i supporti di merci, provenienti dalle aree in cui la presenza di *A. glabripennis* è conclamata, rappresenta la via preferenziale di introduzione. *Anoplophora glabripennis* è una specie da quarantena per l'Unione Europea;

- ***Cydalima perspectalis*** (Walker), è un lepidottero crambide, introdotto accidentalmente in Italia nel 2010 a seguito di importazioni di piantine di bosso infestate dalla Cina. Tale fitofago, comunemente noto come **piralide del bosso**, risulta infeudato nei Paesi di nuova introduzione al bosso europeo (*Buxus sem-*

pervirens), specie ornamentale tipica del giardino all'italiana, largamente utilizzata per l'arte topiaria e la realizzazione di siepi, bordure e sculture vegetali in parchi di castelli e dimore storiche, giardini pubblici e privati e aree cimiteriali. I danni sono causati dall'attività trofica delle larve, che si nutrono a carico delle foglie ed erodono anche la corteccia dei rametti. Nell'arco di pochi giorni possono provocare il disseccamento parziale e totale delle piante ospiti, non soltanto in ambito vivaistico, ma anche nell'habitat Natura 2000 "5110 - formazioni stabili xerotermofile a *Buxus sempervirens* sui pendii rocciosi", tipicamente presente in Piemonte e Liguria.

- ***Popillia japonica*** Newman, è un coleottero scarabeide originario del Giappone e della Russia orientale, comunemente noto come **scarabeo giapponese**. Nel 2014 il fitofago è stato segnalato per la prima volta nell'Europa continentale ed in particolare in Italia tra Piemonte e Lombardia in una vasta area del Parco del Ticino. Gli adulti (8-11 mm) sono di colore verde metallizzato brillante con le elitre di colore bronzo ramato e sono facilmente distinguibili da specie native affini per la presenza di 12 ciuffetti di peli bianchi attorno all'addome. Nei nostri

areali *P. japonica* compie una sola generazione l'anno, con svernamento nel terreno allo stadio larvale.

La specie è gregaria ed estremamente polifaga, essendo segnalata a carico di oltre 300 specie vegetali comprendenti alberi da frutto, essenze forestali, colture in pieno campo, ortive, piante ornamentali e piante spontanee. La sintomatologia associata alle infestazioni è legata alle diverse fasi della vita dell'insetto; gli adulti, infatti, scheletrizzano le foglie delle piante ospiti con la loro attività trofica, mentre le larve si nutrono esclusivamente a carico delle radici preferibilmente di graminacee, con conseguenti ingenti danni a prati, campi sportivi e tappeti erbosi. *Popillia japonica* è una specie da quarantena per l'Unione Europea.

FATTORI CORRELATI AL SUCCESSO DI UN'INVASIONE BIOLOGICA

Il *successo di un'invasione biologica* è subordinato al verificarsi di condizioni favorevoli che coinvolgono fattori biologici, ecologici ed evolutivi.

Un patogeno fungino allocatone, a seguito dell'introduzione in un nuovo ecosistema forestale, sarà in grado di estrinsecare determinati livelli di:

- *patogenicità*;
- *virulenza* (o aggressività);
- *idoneità ecologica* (*fitness*).

La patogenicità indica la possibilità da parte di un patogeno di indurre una malattia su un dato ospite, mentre la virulenza esprime l'intensità del danno provocato. A carico dei patogeni fungini di neo-introduzione si riscontra spesso un incremento sia di patogenicità, sia di virulenza. In molti casi, infatti, le infezioni hanno carattere *epidemico* e sono correlate ad elevati tassi di *mortalità*. Una delle ragioni per la quale ciò si verifica è strettamente collegata ad un fenomeno noto nella letteratura internazionale come "*host shift*" (letteralmente, passaggio di ospite). Avviene un *host shift* se il patogeno acquisisce la capacità di *infettare nuovi ospiti*,

ossia specie di piante che sono normalmente assenti nell'areale di origine del patogeno. Nei rapporti trofici comportanti interazioni biologiche antagonistiche, ed in particolare nel parassitismo, tra le due specie che hanno contratto la relazione si sviluppa nel corso del tempo un equilibrio dinamico. Questo equilibrio, determinato da processi evolutivi e genetici, permette ad entrambe le specie di adattarsi l'una all'altra e perpetuarsi. Se questo adattamento reciproco non avviene è lecito attendersi che almeno una delle due specie tenda ad essere sfavorita dalla selezione naturale. In un sistema chiuso, con due sole popolazioni interagenti, se prevalesse il patogeno sull'ospite si verificherebbe dapprima la regressione e la scomparsa della popolazione ospite, seguita successivamente dall'estinzione del patogeno per assenza di risorse trofiche disponibili. In caso contrario, se l'ospite si dimostrasse completamente resistente, si assisterebbe al soccombere della sola popolazione patogena. In un sistema aperto invece, quando aumentano le variabili in gioco e si instaurano tra esse dinamiche non-lineari più complesse, avviene la coevoluzione tra pianta e patogeno. Il risultato di questo processo, nella maggioranza delle

situazioni, porta la popolazione ospite a tollerare in una certa misura la malattia indotta dal patogeno. Di contro, quest'ultimo può mantenersi e riprodursi grazie al perpetuarsi della risorsa trofica a cui è legato, poiché i suoi effetti negativi a detrimento della popolazione ospite sono parzialmente inibiti, o comunque non sono tali da estinguerla. I patogeni, se da un lato sono responsabili della diminuzione delle popolazioni ospiti, sono però anche responsabili della selezione di genotipi più resistenti che contribuiscono attivamente al raggiungimento del succitato equilibrio, con un vantaggio per entrambe le popolazioni interagenti. In letteratura i meccanismi genetici alla base della **coevoluzione** che si instaura **tra piante e patogeni** sono stati ampiamente discussi. L'assenza di coevoluzione risulta pertanto una delle principali chiavi interpretative per spiegare il carattere epidemico e la severità dei sintomi che si riscontrano nelle invasioni biologiche di maggior successo.

Tuttavia, il patogeno non solo si caratterizza per i suoi livelli di patogenicità e virulenza, ma anche per la *fitness*. La *fitness* rappresenta il **successo riproduttivo**, che si ripercuote sia sulla possibilità di trasmissione dei caratteri ereditari

alle generazioni successive, sia sulla capacità di espansione in un'area. Alla *fitness* di un patogeno fungino alloctono contribuiscono molteplici fattori tra cui:

- la produzione abbondante e protratta nel tempo di propaguli riproduttivi, dotati di una buona vitalità e di una elevata capacità di attecchimento su substrati idonei;
- l'efficienza con cui il patogeno infetta e colonizza l'ospite;
- la possibilità di un *host shift*;
- la facoltà di generare ibridi fertili e operare la sostituzione di popolazioni fungine concorrenti per mezzo dell'introgressione genica;
- l'assenza di antagonisti presenti nell'areale di origine;
- la capacità di inserirsi in altri livelli trofici.

Quest'ultimo aspetto interessa in particolare alcuni funghi patogeni che, non essendo parassiti obbligati, sono in grado di comportarsi anche da saprofiti e di assorbire quindi le sostanze nutritive da materia organica morta di origine vegetale. La duplice **attitudine patogeno/saprofita** li rende maggiormente temibili rispetto ai parassiti obbligati perché possono approfittare di una più ampia gamma di risorse trofiche da impiegare per invadere l'area di neo-introduzione. In termini biogeografici, la disponibilità di altri substrati

idonei permette al patogeno di sfruttare fisicamente dei corridoi ecologici attraverso i quali raggiungere nuovi ambienti e nuovi ospiti. Come accennato precedentemente, un altro fattore favorevole all'espansione di patogeni in nuovi ecosistemi è la mancanza di antagonisti naturali normalmente presenti nelle regioni di origine. Secondo una teoria ecologica ampiamente accreditata in letteratura, nota come ERH (*Enemy Release Hypothesis*), l'allontanamento del patogeno dall'areale di origine equivarrebbe ad una "fuga" dai suoi **limitatori demografici** e **competitori naturali**.

Gli aspetti precedentemente menzionati non sono sufficienti a favorire il patogeno se questo non è in grado di adattarsi alle condizioni chimico-fisiche degli ecosistemi di neo-introduzione.

Conseguentemente, maggiore è l'ampiezza ecologica del patogeno alloctono, intesa come adattamento ad una nuova varietà di ambienti, di substrati e di ospiti, maggiore sarà la probabilità di successo dell'invasione biologica.

Allarmanti sono anche le invasioni biologiche da parte di fitofagi esotici che, con la globalizzazione dei mercati e con la rapida e intensa rete di trasporto, in numero sempre cre-

sciente, vengono introdotti in nuovi ambienti dove trovano condizioni ambientali idonee per il loro **insediamento** e per le loro successive **pullulazioni**. A livello europeo, l'Italia è uno dei Paesi Europei maggiormente interessati dalle invasioni biologiche, sia per la sua posizione di crocevia nel Mediterraneo, sia per le condizioni climatiche che possono permettere l'**acclimatamento** anche di specie subtropicali. Secondo i dati del progetto DAISIE (*Delivering Alien Invasive Species in Europe*), in Italia sono presenti oltre 1.500 specie aliene, un terzo delle quali sono insetti capaci di adattarsi, sia a variazioni termo-igrometriche che a nuovi substrati alimentari e riproduttivi. Circa il 60% dei fitofagi alloctoni segnalati risulta di origine neartica e asiatica, con una prevalenza di emitteri omotteri (afidi e cocciniglie) e coleotteri. Tra i fattori più importanti che concorrono al successo dell'invasione biologica si annoverano i **parametri biologici della specie** (longevità, elevato potenziale riproduttivo, numero di generazioni l'anno), la **disponibilità delle piante ospiti primarie** soprattutto nel caso di fitofagi monofagi, la mancanza del complesso di **competitori naturali coevoluti** (predatori e parassitoidi), le **condizioni climatiche** idonee,

l'*adattamento del ciclo vitale* a seconda degli ambienti invasi, la *superiorità competitiva* nel conquistare risorse rispetto alle specie native e la *resistenza* a parassiti e malattie.

ASPETTI NORMATIVI

La *task-force* EFIS ha condotto le proprie attività prendendo atto del quadro normativo vigente a livello comunitario, nazionale e regionale. È infatti opportuno evidenziare come il *monitoraggio fitosanitario*, i controlli, le sanzioni, i riferimenti per la *movimentazione di materiale* di origine *vegetale*, la *lotta* a determinati patogeni, i *vincoli commerciali* in import/export siano materie ampiamente regolamentate a tutti i livelli. Il *corpus normativo* esistente è di per sé *strumento di protezione* contro gli organismi e microrganismi che più verosimilmente potrebbero costituire una minaccia per gli ecosistemi forestali degli areali transfrontalieri e per le specie target del progetto (ossia castagno, frassino e pino). Questo *non esclude* la possibilità di *future invasioni biologiche*, ma *riduce il rischio* che esse si verifichino. Sebbene una disamina giuridica del corpus normativo europeo, nazionale e internazionale di

riferimento in ambito fitosanitario vada oltre gli scopi di questo manuale, di seguito sono riportati alcuni dei capisaldi della legislazione europea, in particolare:

- **Regolamento (UE) 2016/2031** del Parlamento europeo e del Consiglio del 26 ottobre 2016 relativo alle misure di protezione contro gli organismi nocivi per le piante;
 - **Regolamento (UE) 2017/625** del Parlamento europeo e del Consiglio del 15 marzo 2017 relativo ai controlli e alle altre attività ufficiali in materia di salute delle piante e con specifiche inerenti ai prodotti fitosanitari.
- Strettamente correlati a questi regolamenti si possono annoverare più di 30 tra Regolamenti di Esecuzione, Regolamenti Delegati e Decisioni di Esecuzione che strutturano buona parte della *normativa fitosanitaria vigente*.

QUADRO GENERALE DELLE ATTIVITÀ EPPO ED EFSA

Le valutazioni proposte dalla *task-force* EFIS sono state circoscritte alla sussistenza di potenziali minacce in riferimento alle specie forestali target del progetto, mentre non sono state proposte quantifi-

cazioni del livello di rischio, o protocolli di intervento su specifici organismi o microrganismi in quanto tali attività sono prerogative di organi sovranazionali.

Tra i suddetti organi si annovera **EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization)**, un'organizzazione internazionale che opera in ambito fitosanitario, ed il cui scopo è fornire strumenti concettuali, di indirizzo, e tecnici volti a favorire le attività di difesa delle piante poste in essere dai Paesi affiliati. All'interno di questa organizzazione, fondata nel 1951, sono coinvolti 52 paesi di Europa, nord Africa e Asia. In particolare, EPPO annovera tra i propri compiti istituzionali quello di favorire politiche ed azioni di contenimento di organismi nocivi alle piante (insetti, acari, nematodi, virus e microrganismi patogeni, piante parassite) che possano dare origine a invasioni biologiche. EPPO persegue diversi obiettivi, tra cui: sostenere gli Stati membri nei loro sforzi per garantire un'adeguata protezione delle piante dai suddetti organismi nocivi, preservando nel contempo la salute umana, animale e l'ambiente; intensificare la cooperazione in materia fitosanitaria tra gli Stati affiliati all'EPPO, interfacciandosi con altre organizzazioni, tra cui la

Food and Agriculture Organization (FAO). L'EPPO persegue i propri obiettivi istituzionali attraverso attività il cui principale output è una produzione documentale che viene erogata in modalità *open access*, ed è disponibile per la consultazione presso il sito istituzionale dell'organizzazione. La succitata produzione documentale si articola principalmente in due macro-categorie:

I) EPPO Standards on phytosanitary measures (PM): sono degli standard che riguardano aspetti legislativi e regolamentari, trattamenti, analisi del rischio associato ai diversi organismi nocivi, tecniche e protocolli diagnostici, certificazioni, e tematiche relative alla lotta biologica;

II) EPPO Standards on plant protection products (PP) che sono invece degli standard relativi alle misure di lotta agli organismi nocivi, che trattano in particolare le modalità di valutazione dell'efficacia di prodotti fitosanitari e le buone pratiche tecniche da porre in essere per il loro impiego sostenibile.

L'EPPO, attraverso la redazione di apposite liste incluse nella prima macro-categoria, suggerisce ai Paesi ad esso affiliati quali specie possano rappresentare una potenziale fonte di rischio. Tra le suddette liste EPPO si possono annoverare:

■ la **Alert list** che riporta quegli organismi potenzialmente nocivi che potrebbero rappresentare un rischio in caso di diffusione sul territorio, alcuni dei quali vengono segnalati come candidati per eseguire approfondimenti più specifici denominati **Pest Risk Analysis (PRA)**;

■ le **Lists of pests recommended for regulation as quarantine pests**, articolate a loro volta in:

- **lista A1**, che include gli organismi nocivi per i quali è raccomandata la regolamentazione come organismi di quarantena, e che si riferisce esclusivamente a quelle specie la cui presenza non è documentata per l'area EPPO;

- **lista A2**, analoga alla precedente, ma riferita a quegli organismi nocivi per i quali la presenza nell'area EPPO è documentata, ma la cui distribuzione geografica è circoscritta e limitata.

Un secondo organo che opera analogamente all'EPPO, pur con differenze sostanziali e formali in relazione ai suoi scopi istituzionali, è **EFSA (European Food Safety Authority)**. Istituita dal Regolamento Europeo 178/2002, EFSA annovera tra i suoi compiti principali l'identificazione di rischi emergenti che possano andare a detrimento della salute delle piante e delle derrate alimentari destinate al con-

sumo umano o animale. EFSA relaziona le proprie attività direttamente al Parlamento Europeo, alla Commissione Europea e agli Stati Membri. In particolare EFSA esamina e analizza i rischi emergenti intesi come minacce alla salute umana, animale e vegetale derivanti da agenti fisici, chimici o biologici. EFSA conduce le proprie attività attraverso un Comitato Scientifico costituito da 10 Panels. In materia di salute delle piante, EFSA è dotata di un'apposita unità e di un **Panel on Plant Health (PLH)** che forniscono consulenza scientifica indipendente su agenti di malattia o insetti fitofagi che possono costituire un rischio emergente per le piante, per prodotti di origine vegetale e per la biodiversità. Operativamente EFSA produce una serie di documenti il cui scopo è caratterizzare i patogeni o gli insetti fitofagi emergenti, quantificare il rischio associato a potenziali invasioni biologiche anche per mezzo di modelli statistici, geostatistici e computazionali. Tra i succitati documenti si annoverano in particolare le **Pest categorisations** che riassumono lo stato dell'arte delle conoscenze su specifici patogeni o insetti fitofagi, evidenziando anche le lacune e le incertezze relativamente a: tassonomia, biologia, ecologia, epidemiologia,

spettro di ospiti, diagnosi, distribuzione geografica, vie di ingresso e modalità di trasmissione, impatto e orientamenti di lotta. Una quantificazione più puntuale dei livelli di rischio associati a determinati patogeni, insetti, o a vegetali e prodotti vegetali sono inclusi in documenti EFSA quali i *Pest risk assessment* e *Commodity risk assessment*. Le attività EFSA sono strumentali all'adeguamento costante del quadro normativo europeo in materia fitosanitaria.

PATOGENI ED INSETTI FITOFAGI: TRA RECRUDESCENZE E TEMUTE INTRODUZIONI

Nel corso del monitoraggio fitosanitario MONGEFITOFOR volto ad analizzare le criticità di castagno, frassino e pino, sono stati presi in esame dalla *task-force* EFIS eventuali sintomi di malattia o segni di infestazioni ascrivibili a *recrudescenze* di malattie o a pullulazioni di insetti già presenti sul territorio. La *task-force* EFIS ha inoltre esaminato la letteratura scientifica internazionale per evidenziare *patogeni* o *insetti fitofagi* la cui *potenziale introduzione* potrebbe rappresentare un *fattore di*

rischio per gli areali transfrontalieri. I capitoli successivi dettagliano alcuni risultati salienti emersi a seguito delle attività della *task-force* EFIS.

RECRUDESCENZA DEL DEPERIMENTO DEL PINO SILVESTRE

Nel corso del monitoraggio fitosanitario volto ad analizzare le criticità fitosanitarie del pino silvestre, oltre agli attacchi del lepidottero fitofago *Thaumetopoea pityocampa* (Denis & Schiffermüller, 1775), comunemente noto come processionaria, sono stati segnalati estesi fenomeni di deperimento. Il personale MONGEFITOFOR addetto al *monitoraggio fitosanitario* è stato coadiuvato dalla *task-force* EFIS per individuare aree in cui il pino silvestre evidenziasse un *quadro sintomatologico compromesso* (figura 6) ascrivibile al *deperimento*, caratterizzato da:

- alterazioni cromatiche in chioma;
 - disseccamenti settoriali o generalizzati a livello fogliare e rameale;
 - presenza di nuclei di mortalità.
- Il monitoraggio è stato condotto anche mediante l'uso di droni equipaggiati con fotocamere per il telerilevamento (figura 7). In alcuni siti si è proceduto ad

6



FIGURA 6
PINO SILVESTRE CON SINTOMI CONCLAMATI DI DEPERIMENTO. SONO EVIDENTI GLI ESTESI DISSECCAMENTI FOGLIARI E RAMEALI, CHE CONFERISCONO ALLA CHIOMA UN ASPETTO FORTEMENTE DIRADATO.

FIGURA 7
MONITORAGGIO DEL DEPERIMENTO DEL PINO SILVESTRE EFFETTUATO CON L'AUSILIO DI DRONI.

7



effettuare approfondimenti diagnostici su campioni raccolti *in situ* e costituiti da rami o da coni femminili prelevati da pini silvestre sintomatici. I campioni sono stati analizzati in laboratorio mediante l'allestimento di camere umide, effettuando saggi di isolamento microbico e procedendo all'identificazione dei potenziali funghi fitopatogeni coinvolti nel deperimento tramite l'esame micro-morfologico delle colonie e l'analisi molecolare del DNA genomico estratto da queste. I risultati hanno evidenziato che in circa il **70%** dei casi i campioni erano positivi alla presenza del fungo ascomicete *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko & Sutton, un patogeno che causa il disseccamento dei getti dell'anno in corso di pino silvestre. Il fungo sembra evidenziare livelli di **incidenza** e **gravità** maggiori nelle regioni a clima caldo, dove sarebbe anche favorito dalla **siccità** che costituisce un fattore di debolezza per le specie ospiti (prevalentemente *Pinus* spp.).

PATOGENI DI INTERESSE FORESTALE DI TEMUTA INTRODUZIONE NELL'AREALE TRANSFRONTALIERO

HETEROBASIDIUM IRREGULARE

Heterobasidion irregulare (Underw.) Otrrosina e Garbelotto, basidiomicete di origine nordamericana la cui presenza è stata recentemente segnalata in centro Italia. *H. irregulare* è uno dei principali agenti di **marciume radicale** delle conifere. In seguito all'accidentale introduzione in Italia centrale, avvenuta durante la Seconda Guerra Mondiale con l'abbandono da parte dell'esercito USA di imballaggi realizzati con legname infetto, *H. irregulare* si è insediato e diffuso in una vasta porzione del territorio laziale (1000 km² circa) dando origine ad una vera e propria invasione biologica. Associato ad elevati tassi di mortalità su *Pinus pinea*, ma in grado di infettare anche altri ospiti nell'areale di invasione (es. *Pinus halepensis*), *H. irregulare* ha evidenziato una maggiore capacità di fruttificazione e produzione di inoculo infettivo, una più elevata plasticità ecologica e capacità di colonizzazione dei substrati

legnosi, una maggiore competitività rispetto al congenere autoctono *H. annosum*. Attualmente l'invasione è circoscritta, ma si teme che il patogeno possa diffondersi verso nord ed infettare altre specie ospiti, con effetti potenzialmente dirompenti a carico degli ecosistemi forestali italiani ed europei. Per queste ragioni la *European and Mediterranean Plant Protection Organization* (EPPO) ha incluso *H. irregulare* tra le specie della lista A2 per le quali è raccomandata una regolamentazione a livello europeo. Sulle Alpi, così come in Europa centro-settentrionale potrebbe essere alcune specie di pino, tra cui il pino silvestre.

PHYTOPHTHORA RAMORUM

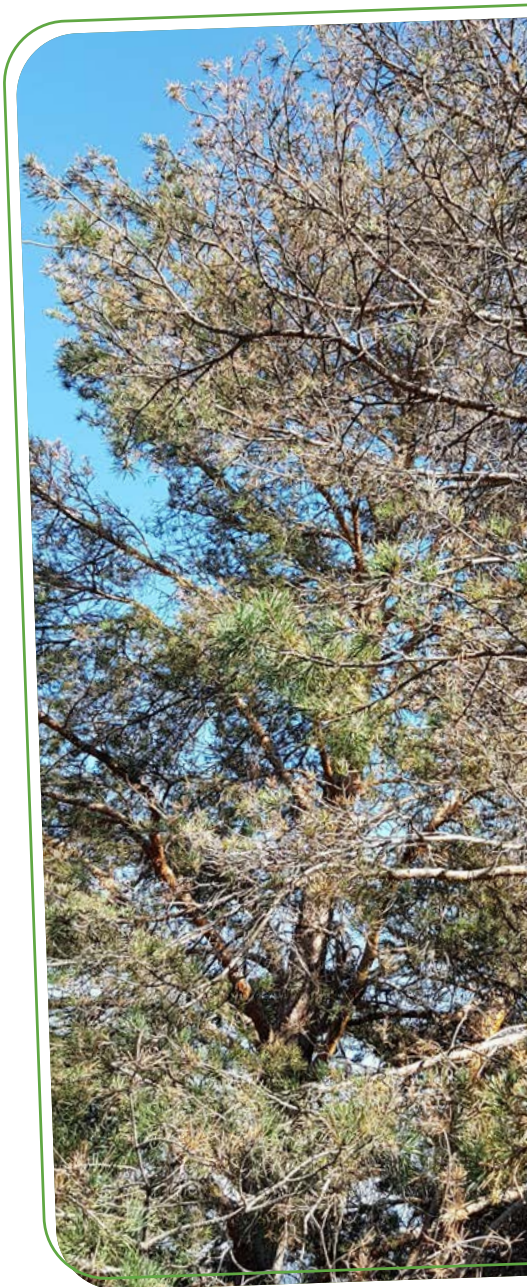
Dal 1995 negli Stati Uniti, in particolare in California e nel sud dell'Oregon, si è diffusa una malattia che spesso causa la morte rapida delle querce, motivo per cui è stata denominata "**Morte improvvisa della quercia**" (**Sudden Oak Death; SOD**). La malattia è causata all'agente patogeno invasivo *Phytophthora ramorum* Werres, De Cock & Man in 't Veld il cui areale di origine è situato in Asia. Nel continente europeo, *P. ramorum* è presente nei vivai su piante ornamentali,

mentre in foresta si è finora manifestata solo localmente. Il commercio di piante asintomatiche, ma infette, svolge un ruolo fondamentale nella sua diffusione a scala globale. I sintomi di un'infezione da *P. ramorum* variano in funzione dell'ospite colpito, ma in genere si possono distinguere due tipologie di ospite: ospiti infetti a livello corticale e ospiti interessati da sintomi fogliari. Sulla quercia la malattia si manifesta con **necrosi dei tessuti corticali di fusto e branche**, spesso visibili esternamente come piccole macchie rossastre, che in seguito aumentano di dimensione e assumono una colorazione bruno-nerastra. Nella stagione umida da queste lesioni corticali possono fuoriuscire gocce di linfa di colore rosso scuro (fenomeno definito "**sanguinamento**"). Le lesioni sono delimitate da un margine rosso scuro e, rimuovendo la corteccia, si possono osservare aree di tessuto necrotico circondato da linee nere. Su alcuni ospiti, come ad esempio i rododendri, le lesioni corticali possono essere localizzate sui rametti, mentre su altri ospiti le lesioni si presentano a livello del colletto, come si osserva ad esempio su alcuni viburni ornamentali (es. *Viburnum x bodnantense*). Sebbene i sintomi che si sviluppano a livello corticale pos-

sano condurre alla **morte della pianta colpita**, a livello epidemiologico non costituiscono un fattore di rischio rilevante per la diffusione del patogeno. Infatti, *P. ramorum* non è in grado di sporulare a livello di fusto e rami. Su *Camelia* spp., *Kalmia* spp. e numerose altre specie ornamentali, il patogeno causa invece **sintomi fogliari** che si evidenziano sotto forma di lesioni necrotiche localizzate all'apice o sul margine delle foglie. In questo caso il decorso della malattia non è letale, e la pianta infetta sopravvive. Tuttavia, ospiti che evidenziano sintomi fogliari giocano un ruolo chiave nella diffusione locale di *P. ramorum*. Infatti, gli sporangi prodotti sulle foglie infette vengono dispersi nell'ambiente con le correnti d'aria e con le piogge, infettando così nuovi ospiti. Su alcune specie ospiti quali *Notholithocarpus densiflorus*, un albero sempreverde della famiglia delle fagacee originario della costa occidentale degli Stati Uniti, il larice giapponese (*Larix x kaempferi*) e il castagno europeo (*Castanea sativa*), il patogeno è in grado di causare sia lesioni corticali, sia sintomi fogliari. La gamma di piante ospiti di questo patogeno è molto ampia e comprende arbusti e alberi, sia forestali che ornamentali, appartenenti a diversi generi e famiglie. Li-

mitate segnalazioni di sintomi fogliari a carico del castagno europeo sono state effettuate nel Regno Unito. Benché la **suscettibilità di *C. sativa*** a *P. ramorum* fosse nota da tempo, fino al 2015 gli unici castagni risultati infetti erano alberi esposti a una forte pressione di inoculo poiché vegetavano nelle vicinanze di altre piante infette. Tra le altre specie forestali europee suscettibili a *P. ramorum*, oltre alle querce, troviamo il faggio europeo (*Fagus sylvatica*), la betulla (*Betula pendula*), il frassino maggiore (*Fraxinus excelsior*), il larice europeo (*Larix decidua*) e il tasso (*Taxus baccata*). Tra le specie arbustive sono particolarmente suscettibili il rododendro (*Rhododendron ferrugineum*) e il mirtillo (*Vaccinium myrtillus*). In ambiente urbano, *P. ramorum* può colpire numerose specie ornamentali, tra cui l'ippocastano (*Aesculus hippocastanum*), rododendri, magnolie, camelie, lillà, viburno e lauro. A livello ecologico *P. ramorum* predilige condizioni di elevata umidità e un clima temperato. A temperature di 15-20 °C il patogeno può produrre un numero particolarmente elevato di zoospore in laboratorio. *P. ramorum* sopravvive svernando nel fogliame infetto, o anche nel terreno sotto forma di clamidospore. Poiché è in grado di resistere

anche a temperature inferiori allo zero, è teoricamente possibile rinvenire *P. ramorum* anche a quote relativamente elevate. In Italia *P. ramorum* è stata segnalata ufficialmente nel 2002 su una pianta di rododendro proveniente da un vivaio di Verbania, in Piemonte. Successivamente il patogeno è stato intercettato su una pianta di viburno proveniente da un vivaio in provincia di Pistoia. In Svizzera, dal 2003 il patogeno viene occasionalmente rinvenuto in vivai al nord delle Alpi, per lo più su piante di *Viburnum × bodnantense* importate dall'estero. La forte presenza di specie suscettibili nelle aree transfrontaliere del progetto MONGE-FITOFOR, in particolare del castagno e larice, è un fattore di rischio da tenere in considerazione.



**INSETTI FITOFAGI
DI INTERESSE
FORESTALE DI TEMUTA
INTRODUZIONE
NELL'AREALE
TRANSFRONTALIERO**



FIGURA 8
ESEMPLARE ADULTO DI MONOCHAMUS GALLO-
PROVINCIALIS.

**MONOCHAMUS
GALLOPROVINCIALIS**

Monochamus galloprovincialis (Olivier) (figura 8) è un *coleottero cerambicide* di importanza forestale che, in caso di stress biotici e/o abiotici, è in grado di colonizzare sia piante in piedi che materiale legnoso presente a terra. Gli stadi larvali, mediante la loro attività trofica, sono in grado di *scavare profonde gallerie* che danneggiano vistosamente il legname, deprezzandone il valore tecnologico. L'attacco di questo fitofago è riconoscibile dagli *ampi fori di sfarfallamento circolari* (figura 9) e per la presenza di una grossolana rosura chiara espulsa dalle larve, accumulata alla base della pianta.

La specie è *monovoltina* e gli adulti sono presenti da maggio a luglio. Prima dell'accoppiamento compiono un pasto di maturazione sui germogli di piante sane, mentre l'ovideposizione avviene su piante deperite o morte. Le larve si sviluppano a carico dell'alburno, scavando tipiche *gallerie a forma di uncino* (figura 10). Al loro interno le larve entrano in diapausa per svernare e impuparsi in una celletta tra aprile e luglio, a cui seguirà lo sfarfallamento dei nuovi adulti.

9

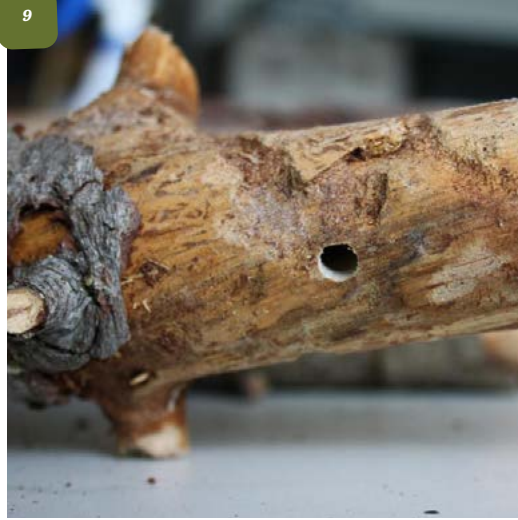


FIGURA 9
FORO DI SFARFALLAMENTO DI *MONOCHAMUS*
GALLOPROVINCIALIS.

FIGURA 10
LARVA DI *MONOCHAMUS* *GALLOPROVINCIALIS*
ALL'INTERNO DELLA GALLERIA.

10



Le *piante ospiti* sono rappresentate dal genere *Pinus* e la colonizzazione avviene a carico di cimali e rami, sia in pinete montane che costiere, più frequentemente in seguito a incendi o altri tipi di disturbo. In molti Paesi questa specie rappresenta il principale *vettore* del pericoloso *nematode* *Bursaphelenchus xylophilus* (Nickle) (**figura 11**). Si tratta di un organismo da quarantena in Europa ed è originario

del Nord America. Questo organismo è stato introdotto in Giappone agli inizi del secolo scorso con l'importazione di legname infestato. In Europa, a partire dal 1999 è stato segnalato in Portogallo su *P. pinaster* e da qui si è diffuso anche in Spagna nel 2008. L'Italia rappresenta un Paese a rischio elevato in quanto, seppur non è ancora stato rinvenuto il nematode, il coleottero vettore risulta presente.

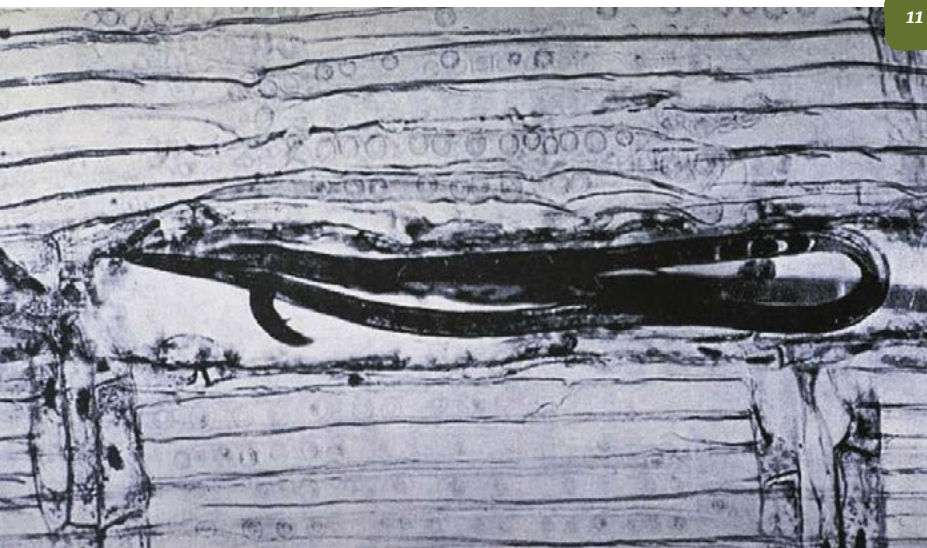


FIGURA 11
NEMATODE ALL'INTERNO DI UN CANALE RESINIFERO.

In caso di infestazione, nel corso dell'estate si assiste ad un arresto del flusso resinoso e questo provoca un'**alterazione cromatica del colore degli aghi**, i quali diventano **grigiastri** (figura 12). Le piante colpite possono morire nel corso dell'estate oppure durante la primavera successiva.

FIGURA 12
VISTOSE ALTERAZIONI CROMATICHE DETERMINATE DALLA PRESENZA DEL NEMATODE *BURSAPELENCHUS XYLOPHILUS*.

12



TOUMEYELLA PARVICORNIS

Toumeyella parvicornis (Cockrell) è un emittero, anche noto come *cocciniglia tartaruga del pino*, in relazione alla particolare morfologia del corpo delle femmine adulte che ricorda un carapace di tartaruga. La specie è nativa del Nord America e del Canada del Sud ed è stata *introdotta recentemente in Europa*, Porto Rico e nelle isole Turks e Caicos. In Italia questa specie è stata segnalata per la prima volta in Campania, nel 2014, ma il suo areale si è espanso e attualmente questa specie si è insediata stabilmente anche nel Lazio. *T. parvicornis* è una *specie gregaria*, caratterizzata da una tolleranza climatica ampia, essendo presente in aree tropicali, subtropicali e temperate.

Questo fitofago *infesta* gli alberi appartenenti al genere *Pinus* causandone un veloce *deperimento*. L'intensa attività trofica, oltre a ridurre il flusso linfatico, causa come danno indiretto un'abbondante produzione di melata con conseguente riduzione della capacità fotosintetizzante delle piante, *disseccamento* e successiva *caduta degli aghi*. Gli ospiti primari nelle zone settentrionali del suo areale di distribuzione sono *P. banksiana* e *P. sylvestris*. La specie più attaccata in Italia è *P. pinea*, specie presente in parchi urbani ed extraurbani.

Dalla primavera all'autunno, in base alle condizioni climatiche e alla latitudine, si possono susseguire fino a *tre generazioni*. La durata di una generazione è di circa 9-10

settimane, con svernamento prevalentemente allo stadio di femmina fecondata sui rametti o raramente sugli aghi. Nel Sud Italia la prima ovideposizione si verifica a fine aprile; le femmine depongono 20-25 uova al giorno, ovoidali, rosate e quasi trasparenti. Le *femmine adulte* sono caratterizzate da una forma ovale e possono presentare un colore marrone-rossastro con strisce o punteggiature scure (figura 13).

FIGURA 13
FEMMINE ADULTE DI *TOUMEYELLA PARVICORNIS*.

13



Il deperimento delle piante infestate assume ancora più rilevanza in **ambiente urbano**, poiché aumenta il rischio di incidenti dovuti alla caduta di alberi o di rami disseccati. Oltre a **problemi legati alla sicurezza**, possono crearsi situazioni di disagio dovute alla **presenza della melata** prodotta dalle femmine, che favorisce la formazione di fumaggini con successivo annerimento della vegetazione. In Italia questa specie sta attualmente provocando ingenti **problemi economici, ambientali e sociali** in Campania e Lazio.

AGRILUS PLANIPENNIS

Agrilus planipennis (Fairmaire) è un **coleottero** buprestide, comunemente noto come **minatore smeraldino** del frassino. Questa specie, originaria dell'Asia orientale, è stata rinvenuta per la prima volta nel 2002 in Nord America e nel 2003 nella Russia europea, con successive segnalazioni ripetute in Ucraina nel 2019. Nonostante il fitofago **non sia ancora stato segnalato in Italia**, il suo eventuale ingresso **desta seria preoccupazione** per la sopravvivenza dei frassini.

La specie si sviluppa prevalentemente a carico di piante appartenenti al genere **Fraxinus** ma, nell'areale di origine, può colonizzare anche specie appartenenti ai generi *Juglans*, *Pterocarya* e *Ulmus*. Studi americani hanno dimostrato la diversa sensibilità delle varie specie di frassino ed in particolare le specie non europee risultano essere più sensibili rispetto a quelle europee (in ordine crescente di sensibilità: *F. quadrangulata*, *F. americana*, *F. pensilvanica* e *F. nigra*). Tra le specie europee la più suscettibile risulta essere *F. excelsior*, seguita da *F. ornus* e *F. angustifolia*. L'insetto può completare il suo **ciclo biologico in uno o due anni** a seconda delle condizioni climatiche. Lo svernamento avviene allo stadio di larva

matura all'interno della pianta ospite. L'adulto sfarfalla determinando un caratteristico *foro a "D"* di 3 mm circa di diametro (figura 14).

FIGURA 14
TIPICI FORI DI SFARFALLAMENTO DI *AGRILUS PLANIPENNIS*.



Gli adulti sono di **piccole dimensioni** e di **forma allungata**, circa 1,5 cm di lunghezza e 3,5 mm di larghezza, con elitre caratterizzate da una **colorazione verde metallizzato** su tutto il corpo, da cui deriva il nome comune (**figura 15**).

Le larve si presentano di forma appiattita e sono di colore bianco crema con capo piccolo e di colore marrone (**figura 16**).

I danni sono causati dall'attività trofica delle larve che si

nutrono preferibilmente a carico dei tessuti floematici della pianta, determinando caratteristiche **gallerie a serpentina**. Ne consegue l'interruzione della circolazione della linfa, con conseguente morte dei tessuti circostanti e **indebolimento della pianta**. In generale si possono osservare il deperimento dei rami apicali, una ridotta densità del fogliame, ingiallimenti e, in caso di gravi infestazioni, la morte della pianta ospite.



15

FIGURA 15
ESEMPLARE ADULTO DI *AGRILUS PLANIPENNIS*.



16

FIGURA 16
LARVA DI *AGRILUS PLANIPENNIS*.

CONCLUSIONI E PROSPETTIVE

Nell'ambito del progetto **MON-GEFITOFOR**, istituzioni locali ed enti di ricerca italiani e svizzeri, supportati dal finanziamento dell'Unione Europea - Programma di Cooperazione Territoriale **INTERREG** V-A Italia-Svizzera 2014/2020, hanno profuso uno sforzo importante per monitorare lo stato di salute delle foreste transfrontaliere e proporre strategie sostenibili per la loro gestione e salvaguardia. Grazie ai risultati ottenuti a seguito del **monitoraggio fitosanitario** e degli approfondimenti diagnostici condotti, è stato possibile non solo avere contezza dello stato di salute delle specie forestali *target* castagno, frassino e pino silvestre, ma anche condurre una mirata attività di **monitoraggio** e **prevenzione** di **altre avversità**. Proprio per questa ragione è stata costituita la **task-force transfrontaliera EFIS (Emergenze Fitosanitarie Italia-Svizzera)** il cui obiettivo è offrire **supporto scientifico** e operativo alle attività di difesa delle foreste dell'areale di progetto qualora insorgessero nuove criticità fitosanitarie introdotte dalle regioni circostanti, o vi fossero recrudescenze di avversità già presenti sul territorio. Questo manuale,

presentando i risultati delle attività della *task-force* EFIS, evidenzia come le conoscenze maturate in ambito transfrontaliero, frutto della sinergia tra i partner di progetto, siano state capitalizzate in strumenti concreti a servizio degli attori del mondo forestale, inclusi tecnici, amministratori e portatori di interesse.

Il progetto MONGEFITOFOR, in prospettiva, lascia in eredità le basi per una gestione forestale più **sostenibile**, fornendo strumenti tecnico-scientifici la cui applicazione potrà contribuire ad incrementare la **resilienza** del patrimonio forestale e degli **ecosistemi** ad esso collegati. La *task-force* EFIS, che rimarrà in attività anche dopo la conclusione del progetto MONGEFITOFOR (agosto 2023), costituisce un **elemento tangibile** dell'**impegno transfrontaliero** a tutela e **salvaguardia delle foreste**.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

Bennetti, G. (1995). *Selvicoltura speciale*. Torino: UTET. ISBN 9788802048673.

Barbagallo S., Colombo M. (2011). Le specie aliene negli agno-ecosistemi: implicazioni pratiche ed aspetti ecologici. *Biogeographia*, XXX, 659-680.

Battisti A., De Battisti R., Faccoli M., Masutti L., Paolucci P., Stengulc F. (2013). "Lineamenti di zoologia forestale". Padova University Press, Padova.

Ragazzi A., Capretti P., Ghelardini L., Moricca S. (2023). *Elementi di Patologia Forestale*, Pàtron Editore.

Cotroneo A., Moretti F. (2006). "Il deperimento del pino causato dal nematode del legno" *Quaderni della Regione Piemonte - Agricoltura*.

DAISIE (2009). *Handbook of Alien Species in Europe. Invading Nature: Springer Series in Invasion Ecology*. Springer, Dordrecht, Netherlands, pp. 119-29.

Denman S., Kirk S. A., Brasier C. M., Hughes K. J. D., Griffin R., Hobdon E., Webber J. F. (2005). Foliar infection of sweet chestnut (*Castanea sativa*) by *Phytophthora ramorum* in the UK. *Plant pathology*, 54(4).

Di Sora N., Rossini L., Contarini M., Chiarot E., Speranza S. (2022). "Endotherapeutic treatment to control *Toumeyella parvicornis* Cockerell infestations on *Pinus pinea* L." *Pest Management Science*, 78(6), 2443-2448.

Diagne C., Leroy B., Vaissière A. C., Gozlan R. E., Roiz D., Jarió I., ... Cournchamp F. (2021). High and rising economic costs of biological invasions worldwide. *Nature*, 592(7855), 571-576.

EFSA PLH Panel (EFSA Panel on Plant Health), Bragard C., Baptista P., Chatzivassiliou E., Di Serio F., Gonthier P., Jaques Minet J. A., Justesen A. F., Magnusson C. S., Milonas P., Navas-Cortes J. A., Parnell S., Potting R., Reignault P. L., Stefani E., Thulke H-H., Van der Werf W., Vicent Civera A., Yuen J., Zappala L., Gregoire J-C., Malumphy C., Kertesz V., Maiorano A., MacLeod A. (2022). "Scientific Opinion on the pest categorisation of *Toumeyella parvicornis*" *EFSA Journal* 2022;20(3):7146, 24 pp.

- EFSA Panel on Plant Health (PLH) (2011). Scientific Opinion on the Pest Risk Analysis on *Phytophthora ramorum* prepared by the FP6 project RAPRA. EFSA Journal, 9(6), 2186.
- Ehrenfeld J.G. (2010). Ecosystem consequences of biological invasions, Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 41: 59-80.
- Garbelotto M., Gonthier P. (2013). Biology, epidemiology, and control of Heterobasidion species worldwide. Annual review of phytopathology, 51, 39-59.
- Garonna A. P., Foscari A., Russo E., Jesu G., Somma S., Cascone P., Gueneri E. (2018). "The spread of the non-native pine tortoise scale *Toumeyella parvicornis* (Hemiptera: Coccidae) in Europe: a major threat to *Pinus pinea* in Southern Italy" IForest, 11(5), 628-634.
- Gonthier P., Brun F., Lione G., Nicolotti G. (2012). Modelling the incidence of Heterobasidion annosum butt rots and related economic losses in alpine mixed naturally.
- Gonthier P., Nicolotti G., Linzer R., Guglielmo F., Garbelotto M. (2007). Invasion of European pine stands by a North American forest pathogen and its hybridization with a native interfertile taxon, Molecular Ecology, 16: 1389-1400.
- Gonthier P., Warner R., Nicolotti G., Mazzaglia A., Garbelotto M. (2004). Pathogen introduction as a collateral effect of military activity, Mycological Research, 108: 468-470.
- Heger T., Trepl L. (2003). Predicting biological invasions, Biological Invasions, 5: 313-321.
- Lione G., Gonthier P., Garbelotto M. (2017). Environmental factors driving the recovery of bay laurels from *Phytophthora ramorum* infections: An application of numerical ecology to citizen science. Forests, 8(8), 293.
- Parker I.M., Gilbert G.S. (2004). The evolutionary ecology of novel plant-pathogen interactions, Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 35: 675-700.
- Radogna F., Cocca C. (2018). "Nematode del legno di pino - Schede di informazione per la protezione delle piante - Il fitopatologo lucano". Ufficio Fitosanitario Regione Basilicata.

Rausher M.D. (2001). Co-evolution and plant resistance to natural enemies, *Nature*, 411: 857-864.

Rebek E. J., Herms D. A., Smitley D. R. (2008). Interspecific variation in resistance to emerald ash borer (Coleoptera: Buprestidae) among North American and Asian ash (*Fraxinus* spp.). *Environmental entomology*, 37(1): 242-246.

Rigling D., Prospero S. (2017). *Cryphonectria parasitica*, the causal agent of chestnut blight: invasion history, population biology and disease control. *Molecular Plant Pathology* 19: 7-20. DOI: 10.1111/mpp.12542

Simberloff D. (2009). The role of propagule pressure in biological invasions, *Annual Reviews in Ecology, Evolution and Systematics*, 40: 81-102.

Torchin M.E., Lafferty K.D., Dobson A.P., McKenzie V.J., Kuris A.M. (2003). Introduced species and their missing parasites, *Nature*, 421: 628-630.

Valenta V., Moser D., Kapeller S., Essl F. (2017). A new forest pest in Europe: a review of emerald ash borer (*Agrilus planipennis*) invasion. *Journal of applied entomology*, 141 (7): 507-526.


Vitousek P.M., D'Antonio C.M., Loope L.D., Westbrooks R. (1996). Biological invasions as global environmental change, *American Scientist*, 84: 468-478.

von Broembsen S.L. (1989). Invasions of natural ecosystems by plant pathogens. In: Drake J.A., Mooney H.A., di Castri F., Groves R.H., Kruger F.J., Rejmanek M., Williamson M. (eds.), *Biological invasions: a global perspective*, John Wiley and Sons Inc., Chichester, UK: 77-83.

Williamson M (1996). *Biological Invasions*. Chapman e Hall, London, UK, 244 pp.

Williamson M., Fitter A. (1996). The varying success of invaders, *Ecology*, 77: 1661-1666.

Wingfield M.J., Slippers B., Roux J., Wingfield B.D., 2001, Worldwide movement of exotic forest fungi, especially in the Tropics and the Southern Hemisphere, *BioScience*, 51: 134-140.



Finito di stampare nel mese di Novembre 2023
presso Tipolitografia Botalla s.r.l. - Gaglianico (BI)

Il manuale è stato realizzato nell'ambito del progetto MONGEFITOFOR (Linee Guida per il MONitoraggio e la Gestione delle Emergenze FITOsanitarie nelle FOReste delle Alpi centro-occidentali - ID 540693), finanziato dall'Unione Europea tramite il Programma di Cooperazione Territoriale INTERREG V-A Italia-Svizzera 2014/2020.

Interreg

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

ITALIA SVIZZERA - ITALIE SUISSE - ITALIEN SCHWEIZ



UNIONE EUROPEA



MONGEFITOFOR

Région Autonome
Vallée d'Aoste



Regione Autonoma
Valle d'Aosta



CODICE ISBN
9791280561664