



## Protocollo di lotta integrata contro il mal dell'inchiostro del castagno

Parte del rapporto D4.1 del pacchetto di Lavoro 4  
 Applicazione su larga scala di nuovi protocolli personalizzati di lotta integrata

### Autori:

|                          |                                     |
|--------------------------|-------------------------------------|
| Carmen Morales Rodriguez | Università degli Studi della Tuscia |
| Andrea Vannini           | Università degli Studi della Tuscia |
| Romina Caccia            | Comuni di Canepina e di Vallerano   |

Acronimo del progetto: LIFE FAGESOS

Titolo del progetto: Il declino indotto da *Phytophthora* negli ecosistemi di Fagaceae nell'Europa meridionale, esacerbato dal cambiamento climatico: preservare i servizi ecosistemici attraverso una migliore gestione integrata dei patogeni

N° Accordo di sovvenzione: 101074466

Identificazione del bando: LIFE-2021-SAP-CLIMA

Data d'avvio del progetto: 01/09/2022

Durata: 60 mesi

Website: [www.lifefagesos.it](http://www.lifefagesos.it) & [EU Portal](#)



Questo documento è stato prodotto con il supporto finanziario del Programma LIFE dell'Unione Europea nell'ambito dell'accordo di sovvenzione n. 101074466. I punti di vista e le opinioni espresse sono esclusivamente quelli degli autori e non riflettono necessariamente quelli dell'Unione Europea o del CINEA. Né l'Unione Europea né il CINEA possono essere ritenuti responsabili per essi.



## Indice

|              |   |           |
|--------------|---|-----------|
| <b>1.</b>    | <b>Riepilogo .....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>2.</b>    | <b>Introduzione.....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>3.</b>    | <b>Il mal dell'inchiostro del Castagno .....</b>                                  | <b>4</b>  |
| <b>4.</b>    | <b>Prodotti sostenibili da applicare nella difesa integrata .....</b>             | <b>6</b>  |
| <b>4.1</b>   | <b>Formulazione e dosaggio del prodotto.....</b>                                  | <b>6</b>  |
| <b>4.1.1</b> | <b>Riduzione e mitigazione dei livelli di inoculo di Phytophthora.....</b>        | <b>6</b>  |
| <b>4.1.2</b> | <b>Migliorare la salute degli alberi attraverso il microbioma del suolo .....</b> | <b>9</b>  |
| <b>4.1.3</b> | <b>Induttore di resistenza .....</b>  | <b>11</b> |
| <b>4.2</b>   | <b>Periodo di applicazione e tempistica .....</b>                                 | <b>12</b> |
| <b>5.</b>    | <b>Misure igieniche .....</b>   | <b>13</b> |
| <b>5.1</b>   | <b>Segnaletica .....</b>  | <b>15</b> |
| <b>6.</b>    | <b>Buone pratiche nei castagneti tradizionali.....</b>                            | <b>16</b> |
| <b>7.</b>    | <b>Bibliografia .....</b>   | <b>18</b> |

## 1. Riepilogo

Il declino delle foreste rappresenta una sfida importante per la gestione degli ecosistemi. I patogeni forestali invasivi alieni (AIFP) e i loro effetti, esacerbati dal cambiamento climatico, rappresentano una grave minaccia per il contesto socioeconomico ed ecologico e la sopravvivenza delle specie di querce e castagni mediterranei. Uno degli obiettivi principali del LIFE FAGESOS è quello di sviluppare protocolli personalizzati di gestione integrata dei parassiti, basati su prodotti ecologicamente compatibili e raccomandazioni gestionali.

Durante la prima fase del progetto sono stati testati diversi prodotti per mitigare l'impatto causato da *Phytophthora cinnamomi* in piante di castagno. Questo documento fornisce la prima versione di un protocollo di lotta integrata per sistemi agroforestali con castagno, basato sui risultati dei test. Include informazioni contestuali sulla problematica e relative soluzioni, informazioni dettagliate sui prodotti selezionati e la loro applicazione, raccomandazioni per l'applicazione delle misure igieniche e di controllo e linee generali di gestione dei siti infettati.

## 2. Introduzione

La gestione integrata dei parassiti (IPM) è una strategia di controllo dei parassiti basata sulla sostenibilità ambientale. Si tratta di soluzioni volte a prevenire, a lungo termine, l'impatto di parassiti e malattie attraverso la combinazione di piani di monitoraggio, diagnosi precoce, uso di agenti di biocontrollo promotori della crescita delle piante (PGP), microrganismi, gestione degli habitat, modifica delle pratiche culturali e uso di germoplasma di materiali resistenti. I trattamenti, preferibilmente a base di molecole sicure per l'ambiente, vengono utilizzati solo dopo se il monitoraggio ha indicato che sono necessari secondo le linee guida stabilite. Quindi, le molecole di controllo dei parassiti sono selezionate e applicate in modo da ridurre al minimo i rischi per la salute umana, per gli organismi utili e non target organismi e per l'ambiente.

Piuttosto che prendere di mira direttamente l'organismo nocivo, la strategia IPM mira a creare condizioni ambientali che lo rendano innocuo o che sono sfavorevoli al parassita, rafforzando anche la capacità di reazione della pianta, aumentando la sua resilienza.

I programmi IPM combinano approcci gestionali per una maggiore efficacia dell'intervento. Il modo migliore per gestire i parassiti, il più efficace e a lungo termine è utilizzare una combinazione di metodi che funzionano meglio insieme ma separatamente. Gli approcci per la gestione dei parassiti sono spesso raggruppati nelle seguenti categorie.

### 1) Controllo biologico

Il controllo biologico è l'uso di nemici naturali – predatori, parassiti, antagonisti e concorrenti – per controllare gli agenti patogeni e i loro danni. Un concetto più ampio comprende anche le molecole prodotte da antagonisti naturali.

## II) Controlli colturali

I controlli colturali sono pratiche che riducono l'insediamento, la riproduzione, la dispersione e la sopravvivenza dei parassiti.

Ad esempio, applicando misure igieniche per ridurre la dispersione dell'agente patogeno; o fertilizzazione del terreno trattamento per aumentare la vitalità della pianta.

## III) Controlli meccanici e fisici

I controlli meccanici e fisici uccidono direttamente i parassiti, bloccano i parassiti o migliorano l'ambiente inadatto a loro. Le trappole per roditori sono esempi di controllo meccanico. I controlli fisici includono pacciamature per la gestione delle infestanti, sterilizzazione a vapore del terreno per la gestione delle malattie o barriere come schermi per tenere lontani uccelli o insetti.

## IV) Controllo chimico

Il controllo chimico è l'uso di pesticidi. Nella difesa integrata i pesticidi vengono utilizzati solo quando necessario e in combinazione con altri interventi per un controllo più efficace e a lungo termine. I pesticidi sono selezionati e applicati in modo tale da ridurre al minimo i possibili danni alle persone e all'ambiente. Nelle strategie IPM, la scelta di molecole selettive è incoraggiata per ridurre al minimo l'impatto su organismi non bersaglio e per preservare la qualità dell'aria, del suolo e dell'acqua.

## 3. Il mal dell'inchiostro del Castagno

Il mal dell'inchiostro è una malattia letale a carico del Castagno diffusa in Europa e negli Stati Uniti meridionali. Causa marciume del colletto e delle radici negli alberi adulti e nelle piantine nei vivai, nelle piantagioni e nelle foreste. Sugli alberi adulti si riscontrano foglie clorotiche di dimensioni ridotte, assottigliamento della chioma e ricci immaturi rimanenti sull'albero dopo la caduta delle foglie (Vannini e Morales-Rodriguez 2022).

La comparsa di questi sintomi corrisponde ad una fase avanzata della malattia in cui la maggior parte del l'apparato radicale è già compromesso (Vannini e Morales-Rodriguez, 2019) (Figura 1).



**Figura 1.** Pianta improvvisamente morta con foglie marroni ancora sull'albero (A). Declino della chioma (B) Malattia dell'inchiostro del castagno: mortalità degli alberi e degrado dell'ecosistema di un bosco di castagno (*Castanea sativa*) in Italia (C).

Insieme alla meno aggressiva *P. ×cambivora*, *P. cinnamomi* è la causa della malattia dell'inchiostro castagno in Europa su *Castanea sativa*, e il principale agente della malattia negli Stati Uniti meridionali su *C. dentata* e *C. pumila* (castagno americano). Come per le altre specie di *Phytophthora* presenti nel suolo, vengono inizialmente infettate radici fini da dove l'agente patogeno inizia la colonizzazione, per poi arrivare alle radici grossolane e grandi. Se viene scortecciato il colletto, si osservano fiamme di colore violaceo come un getto di inchiostro (da qui il nome della malattia) in cui è evidente una necrosi scura sagomata. Su alberi giovani con corteccia liscia, la necrosi è visibile senza scortecciatura rilevandosi aree depresse, leggermente fessurate alla base del tronco. La necrosi delle grandi radici induce la produzione di essudati neri che macchiano le radici e il terreno circostante, soprattutto durante la primavera e l'autunno. La mortalità si verifica in 1–5 anni a seconda dell'età e delle dimensioni degli alberi e delle specie di *Phytophthora* coinvolte. *P. cinnamomi* è più aggressivo nei confronti del castagno rispetto a *P. ×cambivora* (Akilli Şimşek et al., 2019). Le piantine nei vivai o nelle piantagioni infettate subiscono un rapido o graduale appassimento delle foglie. Nel sistema radicale, è presente un'estesa necrosi del fittone che si estende alle radici laterali e in alcuni fino al fusto per centimetri. *P. cinnamomi* è la principale causa della malattia nelle zone con inverno mite mentre *P. ×cambivora* domina dove la temperatura media minima invernale scende sotto i 5°C. Tuttavia, gli effetti dei cambiamenti climatici stanno modificando drasticamente la distribuzione delle due specie, e *P. cinnamomi* sta gradualmente invadendo le aree del castagno precedentemente dominate dal meno aggressivo *P. ×cambivora*.

**L'epidemiologia** della malattia è strettamente associata alle condizioni climatiche e del suolo, all'eterogeneità del paesaggio e alle attività umane. Aree con precipitazioni medie annue superiori a 1000 mm e siccità estiva sono particolarmente vulnerabili alla malattia dell'inchiostro. Suoli scarsamente aerati e anche le intense attività umane sono fattori predisponenti (Martins et al., 1998, 2007). È stata dimostrata l'associazione della malattia dell'inchiostro con le corsie di drenaggio naturali e la rete di strade forestali e locali.

La **gestione integrata** del mal dell'inchiostro è difficile e deve tenerne in considerazione diversi aspetti variabili e fattori associati alla sua diffusione, incidenza e gravità. Tali variabili possono essere considerate in un contesto generale di eterogeneità territoriale e paesaggistica. Infrastrutture fisiche e umane come la rete esistente di drenaggio naturale e le strade offrono corridoi preferenziali di diffusione e dispersione di *Phytophthora*. Altre variabili includono i fattori climatici che influenzano la prevalenza di una delle due specie di *Phytophthora* sull'altra, le pratiche colturali e la resistenza dell'ospite. Rilevante è anche la pressione esercitata da attività legate a specifici usi del territorio, come la presenza di vivai o altro tipo di piantagione nelle zone limitrofe che possano fungere da veicolo per lo spostamento dell'ospite e l'introduzione di agenti patogeni in aree libere da malattie. Ultima, ma non meno importante, la qualità e il livello di monitoraggio del territorio potrebbero alterare l'efficacia applicativa delle misure di controllo (Vannini e Morales-Rodriguez, 2019).

## 4. Prodotti sostenibili da applicare nella difesa integrata

Invece di una reazione istintiva a un problema specifico, la gestione “olistica” dei parassiti è una serie di processi intercorrelati che sono incorporati nell’intero spettro della strategia IPM. L’olismo è la teoria secondo cui i sistemi, e ciascuna parte di un sistema, dovrebbero essere visti nel loro insieme e non come parti isolate. “Olistico”, quindi, è un approccio che guarda al quadro generale e considera tutte le parti. La gestione di un parassita dal punto di vista olistico è un approccio integrato e preventivo che considera la salute generale della pianta e l’ambiente del castagno per prevenire i problemi e gestirli saggiamente qualora si presentassero.

La strategia di questo IPM si basa sull’applicazione delle corrette misure igieniche descritte nella sezione X per evitare la diffusione dell’agente patogeno e il trattamento in tre fasi delle aree colpite. Questi trattamenti si basano su:

- 1) l’applicazione di un fungicida per abbassare la concentrazione dell’inoculo presente nel terreno;
- 2) l’incorporazione di microrganismi che occupano lo spazio lasciato dall’agente patogeno, con funzione antagonista nei confronti dell’agente patogeno e di stimolazione della crescita delle piante;
- 3) trattamenti con induttori di difesa della pianta che proteggono l’albero dall’impatto del patogeno (Figura 2).

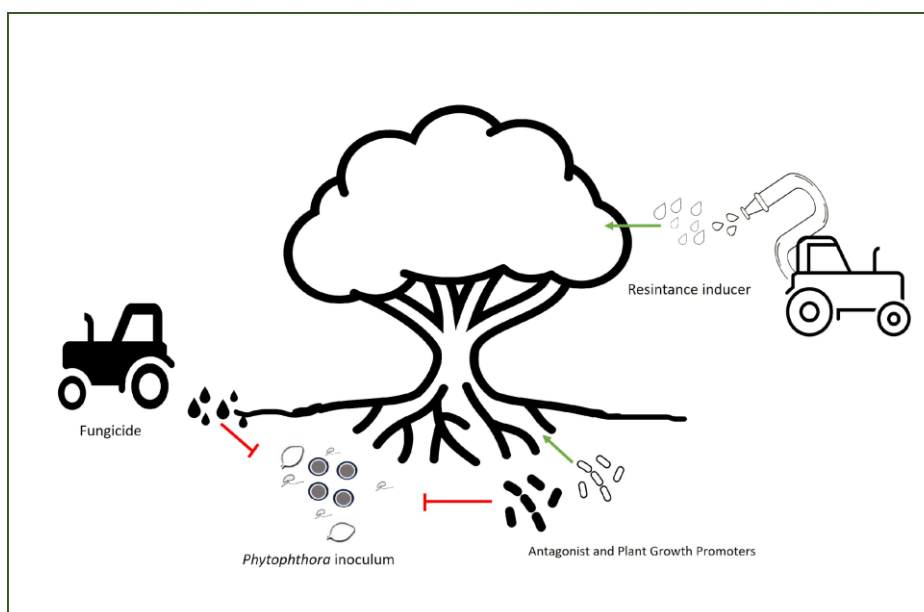


Figura 2. Approccio olistico di trattamento per mitigare l’impatto di *P. cinnamomi* nei castagneti.

### 4.1 Formulazione e dosaggio del prodotto

#### 4.1.1 Riduzione e mitigazione dei livelli di inoculo di *Phytophthora*

Le piante di *Brassica* contengono alte concentrazioni di glucosinolati (GLS) in tipi cellulari specifici che fanno parte dei sistemi di difesa naturale di queste piante (Koroleva et al. 2010). Queste molecole sono un substrato per gli enzimi idrolitici (mirosinasi), immagazzinati in vacuoli o cellule specifiche di mirosina delle Brassicaceae. In seguito alla rottura dei tessuti, le GSL entrano in contatto

con le mirosinasi e vengono idrolizzate a isotiocianati (ITC). È noto che gli ITC svolgono un'ampia attività di biocontrollo contro artropodi, funghi, e oomiceti, come *Phytophthora* (Brown e Morra 1997; Rosa et al., 1997).

### Biofence FL (Nutrien Italia)

Nella sua forma commerciale, BioFence è prodotto da *Brassica carinata* ISCI7 utilizzando un parziale metodo sgrassante che limita la degradazione di GSL e mirosinasi, ottimizzando così l'efficacia del prodotto (Lazzeri et al. 2004). L'efficacia del biocontrollo (96,5%) dei pellet di *Brassica* su *P. cinnamomi* è stata dimostrata e gli esperimenti *in vitro* e nel mesocosmo realizzati dimostrano che questo prodotto fornisce un'alternativa ai pesticidi sintetici all'interno dei programmi di gestione della malattia (Morales-Rodriguez et al., 2016). Oltre alla sua attività biocida, questo prodotto ha un effetto positivo e duraturo come fertilizzante del terreno. Favorisce inoltre l'emissione di nuove radici, migliorando la capacità delle piante di assorbire i nutrienti e quindi la resistenza allo stress abiotico.

BioFence è disponibile in commercio come pellet per applicazioni a secco e come prodotto bicomponente, costituito da un formulario liquido e farina di brassica, da combinare e applicare come innaffiamento del terreno. Entrambe le formulazioni sono state confrontate per l'efficacia sulle piante di castagno in prove sul mesocosmo, ottenendo un buon risultato. La formulazione liquida è quella con la migliore efficacia nella mitigazione della malattia.

---

#### **Composizione:**

Biofence FL è un prodotto bicomponente, comprende la formulazione liquida e un derivato della farina da pellet. Il pacco include un sacchetto filtro per facilitare il processo di infusione.

#### **Apporto nutrizionale:**

- Azoto organico in polvere 6%
- Zolfo totale 15% e Magnesio 0.5%
- Contenuto di aminoacidi liberi in N totale >50%
- Azoto organico liquido 3%



**Figura 3.** Biofence FL

---

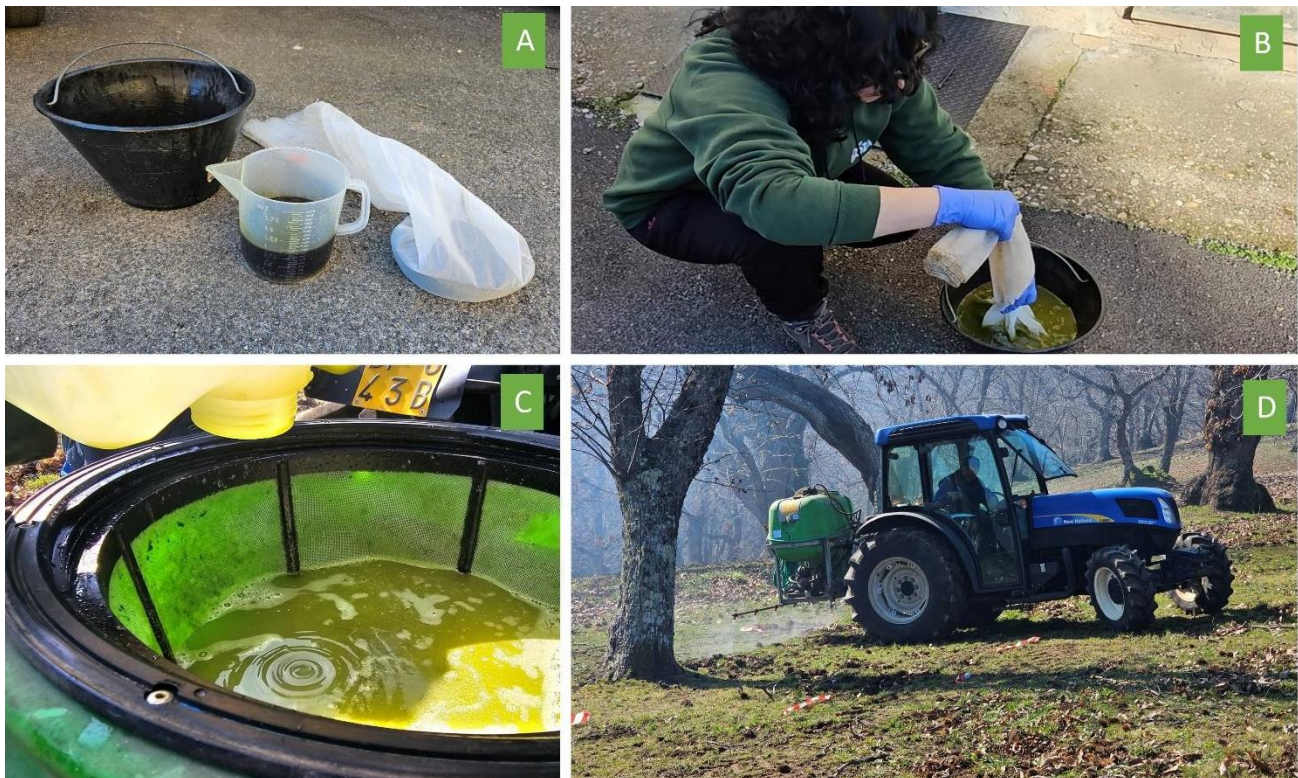
#### **Preparazione: (per 500 l di prodotto) (Figura 4)**

- 1) Agitare la formula liquida per amalgamare bene i componenti e diluirla in qualche Litro d'acqua utilizzando un contenitore capiente (2L di formula liquida + 8L di acqua).
- 2) Utilizzare la polvere necessaria al trattamento versarla nell'apposito filtro e poi immergerla nel contenitore della soluzione precedentemente preparata (1,8 kg di farina).

- 3) Lasciare in infusione il composto per almeno un'ora e non più di 4/5 ore. Agitare il filtro ripetutamente in modo che tutta la farina venga a contatto con la soluzione liquida.
- 4) Trascorso il tempo minimo di infusione, sollevare il filtro dal composto liquido e conservarlo sospeso per poterlo risciacquare e permettere quindi la fuoriuscita e l'integrazione dell'isotiocianato nella soluzione.
- 5) La soluzione ottenuta deve essere portata al volume necessario (5 quintali) per poterla distribuire con l'atomizzatore, avendo cura di nebulizzare soprattutto la base delle piante e sotto la proiezione della chioma.



**ATTENZIONE!!! UTILIZZARE ENTRO 4 ORE DALLA PREPARAZIONE**



**Figura 4.** Preparazione del Biofence FL. A) Preparare e misurare gli ingredienti. B) Immergere il sacchetto del filtro nella miscela di acqua e soluzione liquida. Lasciare in infusione la farina per almeno un'ora. Durante questo periodo, agitare regolarmente in modo che tutta la farina sia a contatto con la soluzione liquida. C) Dopo 1 ora, sciacquare il sacchetto-filtro e aggiungere la soluzione a un atomizzatore. D) Da applicare trattando la superficie sottostante la chioma dell' albero.

#### **Modalità di applicazione e dosaggio:**

- Il prodotto va applicato solo su alberi affetti da malattie e/o ubicati nel fronte di avanzamento dei focolai di malattia.
- Il prodotto va applicato trattando precocemente la superficie sottostante la chioma dell'albero in primavera, in post-raccolta, comunque dopo un periodo piovoso. L'obiettivo è uccidere l'inoculo negli strati superficiali del terreno (10-15 cm) per ridurre il rischio di dispersione attraverso la movimentazione passiva del terreno contaminato.

- Applicare il volume adeguato di soluzione a seconda delle dimensioni dell'albero (Tabella 1):

**Tabella 1:** Volume della soluzione per l'applicazione nel terreno a seconda delle dimensioni della chioma

| Diametro della chioma (m) | Volume della soluzione (L) |
|---------------------------|----------------------------|
| < 6                       | 20                         |
| 10 to 20                  | 35                         |
| > 20                      | 45                         |

Solo gli alberi affetti da malattie dovrebbero essere trattati trattando la superficie sotto la chioma dell'albero dopo il raccolto o in inverno dopo un periodo piovoso. L'obiettivo è uccidere l'inoculo negli strati esterni del terreno (10-15 cm) per ridurre il rischio di dispersione attraverso il movimento passivo delle particelle di terreno contaminate

#### 4.1.2 Migliorare la salute degli alberi attraverso il microbioma del suolo

Questo trattamento ha lo scopo di migliorare la fisiologia della pianta e di limitare la sopravvivenza del patogeno all'interno di un habitat attraverso la somministrazione di bioprodotto a base di microrganismi e antagonisti promotori della crescita delle piante. L'inoculazione di microbi che promuovono la crescita delle piante (PGPM) è un'operazione alternativa ecologica alla fertilizzazione chimica. Questi organismi possono colonizzare le radici delle piante, fornendo benefici ai loro ospiti: aumentano la disponibilità di nutrienti del suolo e la resistenza contro gli agenti patogeni, modulando la produzione di fitormoni. Quindi, mitigano i biotici e stress abiotici e aumentano la produzione vegetale. *Trichoderma* (induttore di resistenza, concorrenti, parassitismo) è un genere con un alto potenziale nel controllo biologico e nell'implementazione della difesa integrata. *Trichoderma* comprende diversi simbionti vegetali opportunisti e avirulenti, essendo i principali colonizzatori di suoli di tutti i tipi degli ecosistemi (Vinale et al., 2008). I simbionti vegetali opportunisti sono organismi che non sono obbligati a essere simbionti per sopravvivere, ma prosperano molto di più quando hanno una pianta ospite. Alcuni ceppi di *Trichoderma* sono ben noti come abili agenti di biocontrollo, diminuendo la gravità delle malattie delle piante, essendo presenti principalmente nel suolo o sulle radici delle piante (Sharma e Sharma 2020). Questi effetti sono stati confermati con successo nella ricerca su *Phytophthora* spp., controllando o addirittura riducendo la presenza di *Phytophthora* (Aleandri et al., 2015; Sharma e Sharma 2020, Ruiz-Gómez e Miguel-Rojas, 2021).

#### Bactrim (Atens)

Bactrium® ha batteri della rizosfera altamente competitivi che colonizzano il sistema radicale. Questi batteri migliorano la nutrizione delle piante, migliorano l'efficienza dell'uso dei fertilizzanti e sbloccano gli elementi bloccati nel terreno. Entrambe le varietà di *Bacillus megaterium* contenute in Bactrium sono state completamente sequenziate sulla nostra piattaforma all'avanguardia presso NGA lab. Grazie a questo lavoro possiamo affermare che contengono geni codificanti che contribuiscono a:

- L'assorbimento e l'assimilazione dell'azoto (tramite un trasportatore dei nitriti ed enzimi della famiglia delle nitroreduccasi)
- Maggiore resistenza alla contaminazione da rame (Copper Resistance Protein)
- Assorbimento del ferro (siderofori)
- Solubilizzazione del fosforo (fosfatasi acida e fitasi)

### **Composizione:**

*Bacillus megaterium* MHBM06: 5x10<sup>9</sup> UFC/g

*Bacillus megaterium* MHBM77: 5x10<sup>9</sup> UFC/g

Total rhizosphere bacteria: 1x10<sup>10</sup> UFC/g



**Figura 5.** Bactrium, Atens®

### Tricoten® (Atens)

Tricoten® è una formulazione in polvere bagnabile a base di *Trichoderma atroviride*. La sua efficacia sul controllo di agenti patogeni come *Fusarium*, *Sclerotinia* e *Botrytis* è già stata dimostrata, a questo si è aggiunta una significativa riduzione dei sintomi della malattia nei lecci infetti da *Phytophthora cinnamomi* nelle sperimentazioni sul mesocosmo effettuate nel progetto FAGESOS. Esistono altre formulazioni con *T. atroviride* disponibili sul mercato, anche se non possiamo fornire informazioni al riguardo sull'efficacia nel leccio contro *P. cinnamomi* perché non erano inclusi nelle prove sul mesocosmo.

Tuttavia, se la loro formulazione fosse basata sul *T. atroviride*, si presume che gli effetti saranno simili.



**ATTENZIONE!!! NON UTILIZZARE PRODOTTI A BASE DI *T. KONINGII*.**

*Questo microrganismo può stimolare l'omotalismo in *P. cinnamomi* (Pratt et al., 1972; Brassier, 1978)*

### **Composizione:**

- *Trichoderma atroviride* AT10, polvere bagnabile, 5x10<sup>9</sup> UFC/g



**Figura 6.** Tricoten, Atens®

**Modalità di applicazione e dosaggio:**

- Dosaggio di Bactrium: 2 L/ha
- Dose di Tricoten: 1 Kg/ha
- Entrambi i prodotti possono essere applicati direttamente al terreno, tramite barra spruzzatrice, disciolti nella quantità necessaria acqua, a seconda del consumo di ciascuna barra spruzzatrice.

Esempio: Per un serbatoio da 2000 L con barra irroratrice da 6 m, in ragione di 200 L/ha, aggiungere 20 L di Bactrium e 10 kg di Tricoten per 10 ha.

- Il trattamento può essere applicato insieme in primavera nei mesi di marzo-aprile, preferibilmente dopo un periodo piovoso

**4.1.3 Induttore di resistenza**

Gli induttori di resistenza delle piante (PRI) potrebbero essere utili per ridurre l'uso di pesticidi. Sono molecole di diversa natura che portano ad una migliore protezione dagli attacchi degli agenti patogeni inducendo meccanismi di difesa della pianta, la cosiddetta "Plant Triggered Immunity" (PTI). I PRI sono noti per essere efficaci contro vari agenti patogeni, inclusi virus, batteri, oomiceti e funghi che attaccano le piante.

**Century® Pro (BASF)**

Century® Pro è un fungicida multiuso a base di fosfonato di potassio, regolarmente autorizzato come fitofarmaco. È un fungicida sistemico che penetra rapidamente nella vegetazione trattata e viene traslocato sia in senso ascendente che discendente, resistendo al dilavamento; quindi agisce anche in condizioni difficili e rappresenta un'ulteriore garanzia di efficacia per l'agricoltore.

È un vero e proprio induttore di resistenza: le piante trattate sono protette dall'interno grazie alla capacità del principio attivo di stimolare i naturali meccanismi di autodifesa della pianta. Inoltre, Century® Pro ha anche un'azione diretta contro gli agenti patogeni. Questa modalità di azione "multisito" costituisce il prodotto idoneo alla costruzione di strategie di difesa volte a prevenire i fenomeni di resistenza ai fungicidi.

L'autorizzazione di Century® Pro come fitofarmaco, oltre a renderlo conforme alla normativa attuale, garantisce un contenuto noto e costante di sostanza attiva e coformulanti. Questo implica l'assenza di impurità e una migliore gestione dei residui. L'alta qualità della formulazione lo rende semplice da usare e mescolare.

**Composizione:**

100 g di prodotto contengono: Potassio puro fosfato 51,7 g (= 755 g/L) corrispondente a 504 g/L di fosfonico/fosforo equivalente acido. Coformulanti q.b. B. a 100 gr.

DICHIARAZIONI DI PERICOLO

EUH401 Per evitare rischi per la salute umana e il ambiente, seguire le istruzioni per l'uso.



**Figura 7.** Century Pro®, BASF

**Modalità di applicazione e dosaggio:**

Per il controllo della malattia dell'inchiostro del castagno trattare alla dose di 4,0 l/ha mediante trattamento fogliare prima della fioritura.

**Kalex Evo (Alba Milagro)**

In alternativa al Century® Pro in caso di agricoltura biologica. KALEX EVO è un fertilizzante capace di nutrire e fortificare le colture, compensare e prevenire le microcarenze e nutrire nel modo più equilibrato, mantenendo le piante sane e resistenti. KALEX EVO è formulato così che le sostanze in esso contenute vengono rapidamente assorbite e trasportate dalle radici alle foglie e viceversa. Grazie al suo effetto veicolante, può essere combinato con fitofarmaci, previa verifica di compatibilità. Non utilizzarlo durante la fioritura.

**Composizione:**

- Rame (Cu), 4.1 % w/w
- Molibdeno (Mo), 0.03 % w/w
- Estratti vegetali: Polisaccaridi, vitamine, minerali, grassi, aminoacidi, polifenoli e pigmenti.
- Acido carbossilico



Figure 8. Kalex EVO®, Milagro International S.p.A.

**Modalità di applicazione e dosaggio:**

Per il controllo della malattia dell'inchiostro del castagno trattare alla dose di 4,0 l/ha mediante trattamento fogliare prima della fioritura.

**4.2 Periodo di applicazione e tempistica**

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
|---|----|-----|----|---|----|-----|------|----|---|----|-----|
|   |    |     |    |   |    |     |      |    |   |    |     |

|                              |
|------------------------------|
| <b>Biofence FL</b>           |
| <b>Bactrium+Tricosan</b>     |
| <b>Century Pro/Kalex evo</b> |

## 5. Misure igieniche

Le misure igieniche sono metodi preventivi per evitare il trasporto passivo dell'inoculo di *P. cinnamomi* dai focolai di infezione in aree sane. Tutto ciò che favorisce il trasporto passivo del terreno infetto può agire da portatore della malattia. Ciò include pneumatici per veicoli, calzature e animali selvatici e da fattoria. Vannini et al. (2021) hanno dimostrato che la maggior parte dell'inoculo si muove lungo la rete stradale limitrofa o attraversando castagneti e la rete di drenaggi superficiali delle acque. Pertanto, le misure igieniche devono essere considerate parte della strategia IPM.

Vannini et al. (2010) hanno suggerito le seguenti precauzioni e pratiche igieniche: (1) la restrizione di il transito di persone, animali e macchinari nei castagneti infetti e lungo strade e sentieri che attraversano o confinano con essi, almeno nei periodi umidi; (2) la disinfezione di pneumatici e scarpe all'uscita dalle zone infette; (3) la gestione dei flussi idrici superficiali mediante raccolta e convogliamento delle acque infette fuori dalla zona dei castagneti. Le misure elencate ai punti (1) e (2) sono efficaci sotto il profilo dei costi, ma la loro riuscita applicazione dipende dall'educazione e dalla consapevolezza dei castanicoltori e privati cittadini. Quest'ultima misura è costosa e di non facile attuazione su larga scala nei focolai di infezione.

Nel caso delle misure igieniche serve il sostegno di tutti; in un approccio multi-stakeholder è altamente raccomandato, che sia implementato in stretta collaborazione con i comuni locali, senza scopo di lucro, con associazioni, gruppi di cittadini, associazioni di proprietari e coltivatori forestali e altri gruppi che possono essere interessati.



**Figura 9.** Stazioni di pulizia delle calzature (A). Kit di pulizia mobili (B). Liquido disinfettante (Blu, gruppo chimico Arco)(C).Stazioni di pulizia autoveicoli (D)

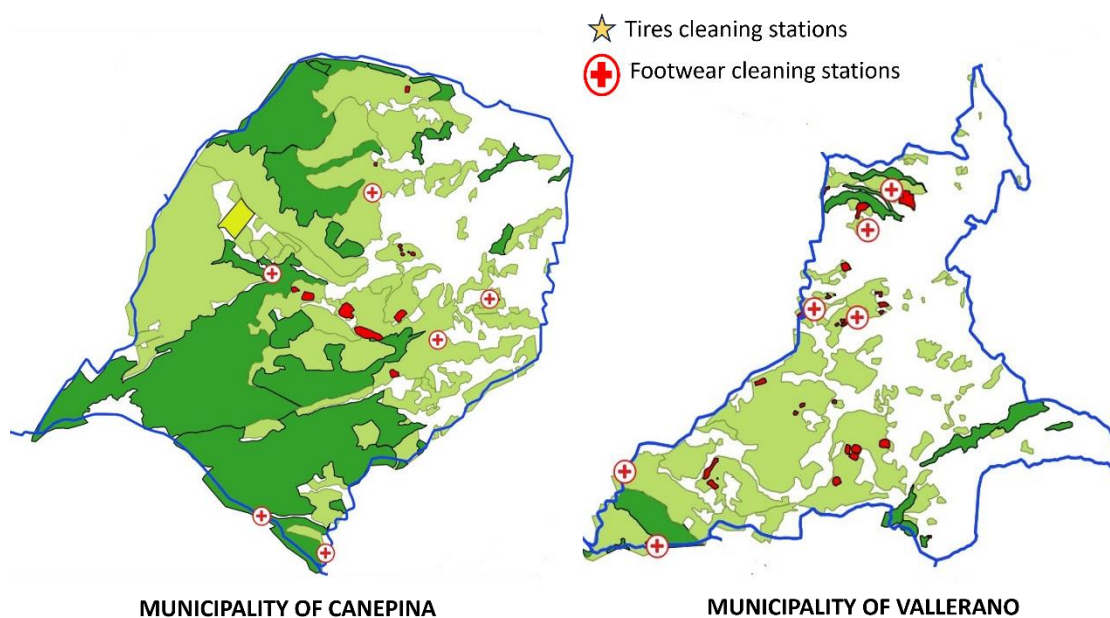
Nell'ambito del progetto FAGESOS verranno implementate e mantenute le seguenti misure igieniche nelle aree castanicole dei Comuni di Canepina e Vallerano:

**I) Kit di pulizia mobili:** kit di pulizia facili da usare che includono uno spray disinfettante e una spazzola per igienizzare stivali e altri strumenti per coloro che (escursionisti, operai, coltivatori, tecnici forestali) interagiscono frequentemente o necessariamente con aree infette. (Figura 9.B)

**II) Stazioni di pulizia delle calzature:** comunemente queste stazioni includono un modulo di spazzolatura per rimuovere lo sporco. Inoltre, sono dotati di un modulo di spruzzatura per disinfettare le scarpe o di un recipiente per acqua e disinfettante integrati con il modulo spazzolante. (Figura 9.A)

**III) Le stazioni di pulizia dei veicoli** rappresentano un'importante misura igienica preventiva. Tappetini disinfettanti (Fosse Ltd) sarà posto all'ingresso e all'uscita delle strade che attraversano o confinano con zone infette, a scopo di contrastare il movimento passivo dell'inoculo. I tappetini sono riempiti con soluzione disinfettante (Blu, Arco® gruppo chimico) senza deflusso tranne quando i veicoli vi transitano sopra. Saranno accompagnati da segnaletica appositamente progettata e accattivante. Questi segnali: 1) dettagliano i passaggi necessari per pulire con successo i veicoli e in particolare gli pneumatici dei veicoli dall'inoculo ogni volta che si utilizzano strade che attraversano o confinano con aree infette; 2) sottolineare la gravità delle infezioni da *Phytophthora* e il danno da loro causato in termini generalmente comprensibili, racchiuso in un appello all'azione significativo. (Figura 9.D)

La Figura 10 mostra la collocazione dei tappetini disinfettanti all'interno dei castagneti del comune di Canepina e Vallerano.



**Figura 10.** Mappe delle zone castanicole con ubicazione dell'impianto di pulizia dei mezzi nei comuni di Canepina e Vallerano.

Le stazioni di pulizia delle calzature e i bagni per pneumatici devono essere dotati di una soluzione disinfettante che non presenta pericolo di contaminazione ambientale, del suolo, della vegetazione e della fauna. Per questo scopo, i disinfettanti a base di sali quaternari offrono una soluzione ottimale. Questi disinfettanti, in una dose adeguata, non danneggiano gli animali e sono innocui per la vegetazione. Nell'ambito del progetto FAGESOS, diversi prodotti a base di queste sostanze sono stati testati in laboratorio. Tra i prodotti testati e in considerazione inoltre della loro composizione, prezzo e disponibilità in Italia del prodotto scelto da includere nelle azioni dimostrative di FAGESOS è Blu (gruppo chimico Arco) (Fig. 9.C).

---

### **Composizione:**

Quaternary ammonium salts

PH: 9,50+/-0,50    Density: 1,000+/-0,025 Kg/L

---

### **Modalità di applicazione e dosaggio:**

Il prodotto si utilizza diluendolo in acqua in proporzione 1/200. In questo modo è sufficiente una confezione da 1l per un totale di 200 litri di liquido disinfettante. Questo può essere utilizzato per riempire i tappetini dalle stazioni di pulizia o stazioni di pulizia scarponi.

## **5.1 Segnaletica**

Le misure igieniche saranno accompagnate da segnaletica appositamente studiata e accattivante (Fig. 11).

Tali segnali hanno principalmente i seguenti obiettivi:

- Dettagliare i passaggi necessari per utilizzare con successo le stazioni di pulizia delle calzature.
- Sottolineare la gravità delle infezioni da Phytophthora e i danni provocati da questo agente patogeno termini generalmente comprensibili, racchiusi in un invito all'azione significativo.
- Avvisare della presenza di tali tappetini e della velocità consigliata alla quale dovrebbero essere usati.
- Indicare l'area in cui verranno effettuati i trattamenti.



**Figura 11.** Segnaletica di misure igieniche e di sensibilizzazione dei cittadini installata nelle aree castanili dei comuni di Canepina e Vallerano.

## 6. Buone pratiche nei castagneti tradizionali

Si elencano una serie di misure che possono essere attuate per la gestione dei castagneti, con riguardo ai diversi aspetti della coltivazione e manutenzione del castagneto.

1. **Gestire i castagneti:** tradizionali e centenari, come qualsiasi altra piantagione di frutta. Ciò è particolarmente vero in uno scenario di cambiamenti globali, dove la mancanza di una gestione adeguata può portare al declino irreversibile e alla morte.

Inoltre, i frutteti abbandonati o trascurati rappresentano un potenziale ospite di parassiti e malattie che possono rappresentare una preoccupazione significativa per le proprietà vicine. Inoltre i frutteti forniscono una serie di diversi servizi ecosistemici estremamente rilevanti per la preservazione del patrimonio suolo, acqua, qualità dell'aria, biodiversità e prodotti primari e secondari.

2. **Monitorare con regolarità** lo stato di salute del castagno ed eventualmente contattare tempestivamente agronomi specializzati per la diagnosi e la terapia adeguata. Il rilevamento aumenta notevolmente l'efficacia delle misure di controllo e riduce sensibilmente i costi.

3. I castagneti tradizionali, quando strettamente necessari, devono essere sottoposti a **trattamenti fitosanitari** per prevenire e mitigare efficacemente l'impatto di parassiti e malattie. Selezionare sempre molecole ecosostenibili efficaci contro il parassita o la malattia ma senza impatto sul bioma non bersaglio. Sono oggi disponibili protocolli di trattamento a impatto zero per contrastare le principali problematiche fitosanitarie dei castagni (vedi sopra). L'applicazione di questi protocolli richiede conoscenze specifiche e il supporto di agronomi esperti del settore.

4. Effettuare una **potatura regolare** (ogni 2-3 anni). La potatura nei castagneti tradizionali è funzionale a rimuovere le parti morte della pianta che costituiscono fonte di proliferazione di parassiti e agenti patogeni e a stimolare una vigorosa attività vegetativa e riproduttiva. Pertanto, deve essere eseguita da un esperto arboricoltore.

5. **Non rimuovere i residui di potatura fino a giugno**, mettendoli da parte nel castagneto. Le aree castanicole europee a partire dal 2000 hanno subito una drammatica invasione da parte della Vespa cinese *Dryocosmus kuriphilus*. L'invasione e l'impatto sono diminuiti dopo il rilascio della specifica antagonista *Torymus sinensis*. Tuttavia, la vespa cinese non può essere eradicata e deve essere mantenuta sotto controllo favorendo l'attività dell'antagonista. Per fare ciò, è necessario lasciare nelle file del frutteto sul terreno residuo delle attività di potatura con galle antagoniste colonizzate fino a giugno, per permettere agli adulti di *T. sinensis* di volare fuori dalle galle dell'anno precedente, iniziare il suo ciclo sulle nuove galle e contrastare l'infestazione della vespa cinese.

6. **Concimi organici**: un'alimentazione adeguata gioca un ruolo fondamentale, garantendo innanzitutto sia la qualità che la quantità della produzione. Inoltre, non c'è dubbio che con un cibo sano e ben nutrito la pianta può contrastare più efficacemente l'impatto dei fattori di stress biotici e abiotici, acquisendo resilienza. È importante quindi concimare annualmente il castagneto, preferendo lo stallatico, o mix organico, con frazione minerale sbilanciata verso l'azoto nei primi 2-3 anni in castagneti abbandonati in fase di recupero, e, seguita da una concimazione standard ricca di fosforo (e potassio, a seconda del tipo di terreno).

7. **L'innesto con varietà produttive** rappresenta una pratica importante nel castagno tradizionale, realizzato su ceppi vecchi o in sostituzione di alberi morti. Gli innesti sono altamente suscettibili al fungo del cancro del castagno che rappresenta la principale causa di fallimento dell'innesto stesso. La raccomandazione è quella di passare a tipologie di innesto effettuate con marze dormienti. Questi innesti vengono effettuati nel mese di febbraio quando avviene l'inoculo del cancro del castagno il fungo è ancora dormiente. Altrimenti i tipi di innesto su corteccia vengono eseguiti durante la tarda primavera, quando le temperature sono più alte e l'inoculo del fungo del cancro del castagno è già disperso e può facilmente infettare i tessuti feriti.

8. **Raccogliere il prodotto tempestivamente**, ogni giorno. La permanenza dei frutti sul terreno aumenta esponenzialmente il rischio di marciume e facilita la diffusione e la sopravvivenza del balanino del castagno.

9. Nelle aree con un'elevata incidenza di marciume della frutta, è importante **raccogliere e bruciare successivamente i residui raccolti**, perché questi agenti patogeni svernano in questi materiali.

10. Effettuare un **corretto trattamento post-raccolta del frutto**. Il post-raccolta più efficace consiste in passaggio in vasche di flottazione per eliminare i frutti attaccati dagli insetti, e trattamenti termici in acqua (sterilizzazione) a 50°C per 45 minuti.

11. Incoraggiare la presenza di **specie di quercia** nel castagneto e nei cedui di castagno, a causa della presenza di parassitoidi nativi della vespa cinese.

12. Considerare il castagneto non solo dal punto di vista della produzione di frutta, ma anche di **multifunzionalità**: i territori castanicoli rappresentano una firma paesaggistica inconfondibile, sono ricchi di storia, tradizione, cultura e grande bellezza. Devono essere incoraggiate quindi Iniziative di valorizzazione e del frutto e integrarlo con le politiche di sviluppo turistico, enogastronomico e culturale del territorio .

## 7. Bibliografia

- Akilli Şimşek, S., Katircioğlu, Y.Z., Ulubaş Serçe, Ç., Çakar, D., Rigling, D., Maden, S., 2019. *Phytophthora* species associated with dieback of sweet chestnut in Western Turkey. *For. Pathol.* 49 (4), e12533.
- Aleandri, M. P., Chilosi, G., Bruni, N., Tomassini, A., Vettraino, A. M., & Vannini, A. (2015). Use of nursery potting mixes amended with local *Trichoderma* strains with multiple complementary mechanisms to control soil-borne diseases. *Crop Protection*, 67, 269-278.
- Brasier, C.M., 1978. Stimulation of oospore formation in *Phytophthora* by antagonistic species of *Trichoderma* and its ecological implications. *Annals of Applied Biology*, 89(1), 135-139.
- Martins, L., Castro, J., Macedo, W., Marques, C., Abreu, C., 2007. Assessment of the spread of chestnut ink disease using remote sensing and geostatistical methods. *Eur. J. Plant Pathol.* 119 (2), 159–164.
- Martins, L., Oliveira, M., Abreu, C., 1998. Soils and climatic characteristic of chestnut stands that differ on the presence of the ink disease. In: *II International Symposium on Chestnut*, p. 494.
- Pratt, B.H., Sedgley, J.H., Heater, W.A., Shepherd, C.J., 1972. Oospore Production in *Phytophthora Cinnamomi* in the Presence of *Trichoderma Koningii*. *Australian Journal of Biological Sciences*, 25(4), 861-864.
- Ruiz-Gómez, F.J.; Miguel-Rojas, C., 2021. Antagonistic Potential of Native *Trichoderma* spp. against *Phytophthora cinnamomi* in the Control of Holm Oak Decline in Dehesas Ecosystems. *Forests*, 12(7), 945.
- Sharma, A. K., & Sharma, P. (2020). *Trichoderma*. Springer Singapore.
- Vannini, A., and Morales-Rodriguez, C. "Phytophthora diseases." *Forest Microbiology*. Academic Press, 2022. 379-402.
- Vannini, A., Natili, G., Anselmi, N., Montagni, A. and Vettraino, A. M. 2010. Distribution and gradient analysis of Ink disease in chestnut forests. *Forest Pathol.* 40(2), 73–86.
- Vinale, F., Sivasithamparam, K., Ghisalberti, E. L., Marra, R., Woo, S. L., & Lorito, M. (2008). *Trichoderma*–plant–pathogen interactions. *Soil Biology and Biochemistry*, 40(1), 1-10.