



Protocolo de gestão integrada contra a doença da tinta em castanheiro

Parte do relatório D4.1 do pacote de trabalho 4

Aplicação em larga escala de novos protocolos IPM personalizados

Autores:	
Carmen Morales Rodríguez	Università degli Studi della Tuscia
Andrea Vannini	Università degli Studi della Tuscia
Romina Caccia	Municipalità di Canepina e di Vallerano
José Carlos Esteves Gomes Laranjo	University of Trás-os-Montes e Alto Douro

Acrónimo Projecto:	LIFE FAGESOS	
Título do Projecto:	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° Acordo de Subvenção:	101074466	
identificação do convite:	LIFE-2021-SAP-CLIMA	
Data de início do projeto:	01/09/2022	
Duração:	60 mesi	
Website:	www.lifefagesos.it & EU Portal	
<p>Este relatório foi produzido com o apoio financeiro do Programa LIFE da União Europeia ao abrigo do acordo de subvenção n.º 101074466. Os pontos de vista e opiniões expressos são da exclusiva responsabilidade dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou do CINEA. Nem a União Europeia nem o CINEA podem ser responsabilizados pelos mesmos.</p>		
		

Tabela de conteúdos

1. Resumo.....	3
2. Introdução.....	3
3. Doença da tinta em castanheiros.....	4
4. Produtos ecológicos sustentáveis aplicáveis no manejo integral de pragas e doenças.....	6
4.1. Productos: formulação e doses.....	6
4.1.1 Redução e controlo dos níveis de inóculo do oomiceta.....	6
4.1.2. Melhorar a saúde das árvores através do microbioma do solo.....	9
4.1.3. Inductores de resistencia.....	12
4.2. Período de aplicação e cronograma	13
5. Medidas de higiene.....	14
5.1. Sinalização.....	16
6. Boas práticas.....	17
7. Bibliografía.....	19

1. Resumo

O declínio florestal é um fator importante para a Gestão dos ecossistemas. Os agentes patogénicos florestais invasores exóticos e os seus efeitos, exacerbados pela mudança climática, implicam uma grande ameaça à sustentabilidade socioeconómica e ecológica das espécies de carvalhos e castanheiros da região mediterrânica. Um dos principais objetivos do projeto LIFE FAGESOS é desenvolver protocolos de gestão integrada de pragas sob medida, baseados em produtos e recomendações de gestão amigáveis do meio ambiente.

Durante a primeira fase do projeto, foram testados diferentes produtos para mitigar o impacto causado por *P. cinnamomi* nas plantas de castanha. Este documento inclui o primeiro protocolo de IPM (Gestão Integrada de pragas) desenvolvido com base nestes resultados, para sistemas de castanheiro. Inclui informações contextuais sobre o problema e os tratamentos, informações detalhadas sobre os produtos selecionados e sua aplicação, recomendações para a aplicação de medidas de higiene e controle, e esquemas gerais de gestão de locais de degradação.

2. Introdução

O manejo integrado de pragas (MIP) é uma estratégia de controle de pragas baseada em soluções sustentáveis desde o ponto de vista ambiental e projetada para prevenir, a longo prazo, o impacto de pragas e doenças por meio da combinação de planos de acompanhamento, detecção precoce, uso de agentes de biocontrole, microrganismos promotores de crescimento vegetal, manipulação de habitat, modificação de práticas culturais e uso de germoplasma resistente. Os tratamentos, preferencialmente à base de moléculas inócuas para o meio ambiente, são utilizados apenas quando o acompanhamento indica que são necessários de acordo com as diretrizes estabelecidas. Além disso, os produtos de controle de pragas devem ser selecionados e aplicados de forma que minimizem os riscos para a saúde humana, e benéficos para o meio ambiente.

Em vez de atacar diretamente a praga, o MIP pretende criar condições ambientais desfavoráveis para os agentes patogénicos, reforçando também a capacidade de reação da planta ou do aumento da população hospedeira pelo incremento da sua resiliência.

Os programas do MIP combinam abordagens de gestão para obter maior eficácia. A forma mais eficaz e duradoura de controlar as placas é usar uma combinação de métodos que funcionam melhor juntos do que separados. Os métodos de Gestão das pragas serão agrupados nas seguintes categorias.

I) Controlo biológico

O controle biológico é a utilização de inimigos naturais (predadores, parasitas, antagonistas e competidores) para controlar organismos patogénicos e seus danos. Um conceito mais amplo também inclui moléculas produzidas por inimigos naturais.

II) Práticas culturais

As práticas culturais são ações que reduzem o estabelecimento, a reprodução, a dispersão e a sobrevivência da praga. Por exemplo, aplicar medidas de higiene à maquinaria, aos veículos e ao

peçoal para reduzir a dispersão do agente patogénico, reduzindo a intensidade da exploração, ou aplicar um tratamento de fertilização do solo para aumentar a vitalidade da planta.

III) Controlo físico e mecânico

Os controles mecânicos e físicos têm como objetivo controlar a praga matando, bloqueando ou fazendo com que o ambiente seja inadequado para o agente patogénico. As caixas para roedores são exemplos de controle mecânico. Os controles físicos incluem mantimentos para a gestão de ervas, a esterilização por vapor do solo para o gestão de doenças, ou barreiras como malhas para manter afastados, pássaros ou insetos.

IV) Control químico

O controle químico é o uso de pesticidas. No MIP, os pesticidas são utilizados apenas quando são necessários, e sempre em combinação com outros métodos para um controle mais eficaz e de longo prazo. Os pesticidas são selecionados e aplicados de forma a reduzir ao mínimo seus possíveis efeitos nefastos nas pessoas, noutros organismos e no meio ambiente. Nas estratégias do MIP, é fomentada a escolha de moléculas seletivas para minimizar o impacto nos organismos não visados no tratamento, preservar a qualidade do ar, do solo e da água.

3. Doença da tinta em castanheiros

A doença da tinta é uma doença letal que afeta o género *Castanea* na Europa e no sul de EE.UU. Provoca a podridão nas raízes em árvores adultas e plântulas em viveiros, soutos de castanheiro e sistemas florestais. Os sintomas da doença em árvores adultas incluem folhas cloróticas de tamanho reduzido, redução da copa e ouriços imaduros que permanecem na árvore após a queda das folhas (Vannini e Morales-Rodriguez 2022).

O aparecimento desses sintomas corresponde a uma fase avançada da doença, quando a maior parte do sistema radicular já está comprometido (Vannini y Morales-Rodriguez, 2019) (Figura 1).



Figura 1. Árvore morta de forma súbita com folhas castanhas ainda na árvore (A). Redução da copa (B). Doença da tinta no castanheiro: mortalidade das árvores e degradação do ecossistema de um soto de castanheiros (*Castanea sativa*) na Itália (C).

Junto com o menos agressivo *P. xambivora*, *P. cinnamomi* é o causador da doença da tinta do castanheiro Europeu, *Castanea sativa*, é o principal impulsionador da doença no sul de EE.UU. em *C. dentata* e *C. pumila* (carvalho americano). À semelhança de outras espécies de *Phytophthora* transmitidas pelo solo, as raízes finas são as primeiras a serem infectadas, desde onde o patógeno inicia a colonização das raízes grossas e compridas. A necrose escura em forma semelhante a tinta aroxeadada é evidente no colo do tronco da árvore quando descascado. Nas árvores jovens com corte liso, a necrose é visível sem descascar, como zonas deprimidas e levemente rasgadas na base do caule. A necrose das raízes grandes induz a produção de exsudados negros que mancham o solo circundante, principalmente durante a primavera e o outono, o que dá nome à doença. A mortalidade é produzida em 1-5 anos, dependendo da idade e do tamanho das árvores, e da espécie de *Phytophthora* implicada. Na verdade, *P. cinnamomi* é mais agressivo para o castanheiro do que *P. xambivora* (Akilli Şimşek et al., 2019). As plantas infectadas durante a vida ou as plantações sofrem um avanço rápido ou gradual das folhas. No sistema radicular, produz-se uma necrose extensa da raiz axial, que se estende às raízes laterais e sobe pelo tronco durante alguns centímetros. *P. cinnamomi* é o principal causador da doença em zonas com invernos suaves, enquanto *P. xambivora* domina tudo onde a temperatura média no inverno é inferior a 5°C. No entanto, os efeitos das mudanças climáticas estão a modificar drasticamente a distribuição das duas espécies, e *P. cinnamomi* está a invadir gradualmente as zonas de castanheiros antes de serem dominadas pela forma menos agressiva *Phytophthora*.

A epidemiologia da doença está estritamente associada às condições climáticas e educacionais, à heterogeneidade da paisagem e às atividades humanas. As zonas de castanheiro com precipitações médias anuais superiores a 1.000 mm e secas estivais limitadas são especialmente vulneráveis à doença da tinta. Os solos pouco aireados e a intensa atividade humana também são fatores de predisposição (Martins et al., 1998, 2007). Foi demonstrada uma presença maior da doença associada à densidade de vias naturais de drenagem e redes de estradas e caminhos florestais.

O manejo integrado da tinta do castanheiro é difícil e deve ter em conta diversas variáveis e fatores associados à sua propagação, incidência e gravidade. Estas variáveis podem ser consideradas dentro de um contexto geral de heterogeneidade da área e paisagismo. As infraestruturas físicas e humanas, como a rede de drenagem natural e as estradas, oferecem corredores preferenciais de propagação e dispersão de *Phytophthora*. Outras variáveis são os fatores climáticos que influenciam a prevalência de uma das espécies de *Phytophthora* sobre as outras, as práticas culturais e a resistência dos hospedeiros. Também é relevante a pressão exercida por atividades relacionadas com usos específicos do solo, como a presença de pessoas ou outros tipos de plantações nas zonas vizinhas que podem atuar como ponte para a mudança de alojamento e a introdução de agentes patogénicos em zonas livres de enfermarias. Por último, mas não por menos importante, a qualidade e o nível de vigilância do território podem alterar a eficácia da aplicação das medidas de controle (Vannini y Morales-Rodríguez, 2019).

4. Produtos ecológicos sustentáveis aplicáveis no manejo integral de pragas e doenças

Em vez de uma reação automática a um problema específico, a gestão "holística" das pragas é uma série de processos inter-relacionados que são incorporados em todo o espectro da estratégia de gestão integrada de pragas. O holismo é a teoria de que os sistemas, e cada parte de um sistema, devem ser considerados como um todo e não como partes isoladas. "Holística", portanto, é uma abordagem que olha para o quadro geral e considera todas as partes. A gestão holística das pragas é uma abordagem integrada e preventiva que tem em conta a saúde geral da planta e do ambiente, para evitar problemas e geri-los adequadamente caso surjam.

A estratégia MIP baseia-se na aplicação das medidas de higiene correctas, descritas na secção 5, para evitar a propagação do agente patogénico e no tratamento em três fases das áreas afectadas. Estes tratamentos baseiam-se em: 1) a aplicação de um fungicida para reduzir a concentração do inóculo presente no solo; 2) a incorporação de microrganismos que ocupam o espaço deixado pelo agente patogénico, com uma função antagonista contra o agente patogénico e estimulando o crescimento da planta; 3) tratamentos com indutores de defesa da planta que protegem a árvore do impacto do agente patogénico (Figura 2).

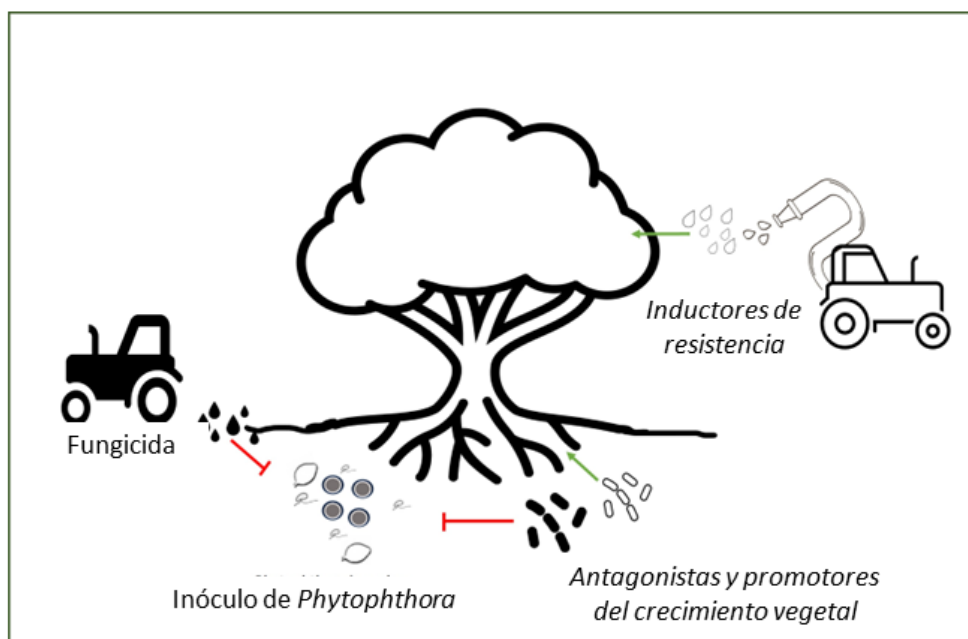


Figura 2. Abordagem holística do tratamento para atenuar o impacto da *P. cinnamomi*.

4.1. Productos: formulação e doses

4.1.1 Redução e controlo dos níveis de inóculo do oomiceta

As plantas *Brassica* contêm elevadas concentrações de glucosinolatos (GSL) em tipos de células específicos que fazem parte dos sistemas de defesa natural destas plantas (Koroleva et al. 2010). Estas moléculas são um substrato para enzimas hidrolíticas (mirosinases), armazenadas em vacúolos

específicos ou células de mirosina das plantas de *Brassicaceae*. Após a rutura do tecido, os GSLs entram em contacto com as mirosinases e são hidrolisados em isotiocianatos (ITCs). Sabe-se que os ITC têm uma vasta atividade de biocontrolo contra artrópodes, fungos e oomicetas (Brown y Morra 1997; Rosa et al., 1997).

Biofence FL (Nutrien Italia)

Na sua forma comercial, o BioFence é produzido a partir da seleção ISCI7 de *Brassica carinata*, utilizando um método de desengorduramento parcial que limita a degradação da GSL e da mirosinase, otimizando assim a eficácia do produto (Lazzeri et al. 2004). A eficácia de biocontrolo (96,5%) dos pellets de *Brassica* sobre *P. cinnamomi* foi relatada em experiências *in vitro* e em mesocosmos, proporcionando uma alternativa aos pesticidas sintéticos no âmbito de programas de gestão de pragas e doenças (Morales-Rodriguez et al., 2016). Para além da sua atividade biocida, este produto tem sido reportado como tendo um efeito positivo e duradouro como fertilizante do solo. Além disso, promove a emissão de novas raízes, melhorando a capacidade das plantas para absorver nutrientes e, assim, a sua resiliência a stresses abióticos (por exemplo, temperaturas extremas e seca).

O BioFence está disponível comercialmente sob a forma de granulado para aplicações secas e como um produto de dois componentes constituído por uma formulação líquida ou em pellets de *Brassica*. A eficácia de ambas as formulações nas plantas de castanheiro foi comparada em ensaios de mesocosmos, tendo a formulação líquida apresentado os melhores resultados na atenuação da doença.

Composição:

Produto de 2 componentes Biofence FL, composto por uma formulação líquida e outra em farinha derivada de pellets de espécies seleccionadas de *Brassicaceae*. A embalagem inclui um saco de filtro para facilitar o processo de infusão.

-Azoto líquido orgânico 3%

Contenido nutricional:

- Farinha de azoto orgânico 6%
- Enxofre total 15%
- Magnésio 0.5%
- Conteúdo de aminoácidos livres em N >50%



Figura 3. Biofence FL. 10 litros + 5 KG formato farinha.

Preparação (Figura 4):

1) Diluir com água num recipiente adequado e agitar a fórmula para misturar bem os componentes.

Aproximadamente 4 litros de água por cada litro de formulação líquida.

2) Deitar a farinha necessária para o tratamento num filtro especial e depois mergulhar no recipiente com a solução acima referida.

0.9 kg de pellets por cada unidade (4 litros de água + 1 litro de formulação líquida). Para a embalagem comercial (5 kg de pellets e 10 litros de formulação líquida) será necessário utilizar 22 litros de água. Preparar num recipiente de 50 litros.

3) Deixar os *pellets* em infusão durante, pelo menos, uma hora e não mais de 4/5 horas. Durante este tempo, agitar regularmente o filtro para que toda a farinha entre em contacto com a solução líquida.

4) Decorrido o tempo mínimo de infusão, levantar o filtro do composto líquido e mantê-lo suspenso de modo a poder ser espremido para permitir a saída do isotiocianato e a sua integração na solução.

5) Lavar o filtro num outro recipiente com água limpa. Agitar o filtro para dissolver a quantidade máxima de produto na água. Em seguida, espremer o filtro e adicionar a água à infusão.

Enxaguar num recipiente de 10 litros.

6) A solução obtida deve ser levada ao volume necessário para poder ser distribuída com o pulverizador, tendo o cuidado de pulverizar especialmente a base das plantas sob a zona de projeção da copa da árvore.

Para a embalagem comercial, teremos nesta altura cerca de 40-41 L de infusão. Misturar com 1460 L de água para obter um volume final de 1500 L.



ATENÇÃO!!! USAR ANTES DE 4 HORAS DESDE A PREPARAÇÃO



Figura 4. Preparação do Biofence FL. A) Misturar a solução líquida em 22 litros de água limpa e preparar os *pellets*, colocando-os no saco filtrante. B) Mergulhar o saco de filtro na mistura de água e solução líquida. Agitar vigorosamente para melhorar a infusão. C) Após 1 h, enxaguar o saco de filtro e adicionar a solução a um tanque de pulverização ou de fertilização com 1460 L de água.

Modo de aplicação e dose:

O produto só deve ser aplicado em árvores claramente afectadas pela doença e/ou localizadas em frente da zona de avanço dos focos de doença.

O produto deve ser aplicado por tratamento de superfície abaixo da copa da árvore, no início da primavera e após um período de chuva. O objetivo é eliminar o inóculo nas camadas exteriores do solo (10-15 cm) para reduzir o risco de dispersão através do movimento passivo de partículas de solo contaminadas. Aplicar um volume de diluição adequado em função da dimensão da copa (Tabela 1):

Tabela 1: Volume de solução para aplicação no solo em função do tamanho da copa

Diâmetro de copa (m)	Volume (L)
< 10	25
10 a 20	35
> 20	45

4.1.2. Melhorar a saúde das árvores através do microbioma do solo

Este tratamento tem por objetivo melhorar a fisiologia das plantas e limitar a aptidão do *habitat* para o agente patogénico através da correção com bioprodutos à base de microrganismos promotores do crescimento das plantas e antagonistas *Trichoderma* spp. A correção do solo com micróbios

promotores do crescimento das plantas (PGPM) é uma alternativa ecológica à fertilização química. Estes organismos podem colonizar as raízes das plantas, trazendo benefícios para os seus hospedeiros: aumentam a disponibilidade de nutrientes no solo e a resistência aos agentes patogénicos, modulando a produção de fito-hormonas. Assim, atenuam os stresses bióticos e abióticos e aumentam a produção vegetal.

Trichoderma é um género com grande potencial no controlo biológico e na aplicação de IPM. *Trichoderma* inclui vários simbiontes oportunistas, que são os principais colonizadores do solo em todos os tipos de ecossistemas, capazes de controlar muitos agentes patogénicos do solo através de vários mecanismos, como a indução de resistência das plantas, a competição direta, a inibição e o parasitismo (Vinale et al., 2008). Os simbiontes oportunistas de plantas são organismos que não precisam de ser simbiontes para sobreviver, mas que se desenvolvem consideravelmente melhor quando têm um hospedeiro vegetal. Algumas estirpes de *Trichoderma* são bem conhecidas como agentes de biocontrolo competentes, diminuindo a gravidade das doenças das plantas, principalmente no solo ou no solo.

Bactrium (Atens)

Bactrium® (Fig. 5) contém bactérias rizosféricas altamente competitivas que colonizam o sistema radicular. Estas bactérias melhoram a nutrição das plantas, aumentam a eficiência da utilização de fertilizantes e desbloqueiam elementos bloqueados no solo. As duas espécies de *Bacillus megaterium* contidas no Bactrium foram completamente sequenciadas na plataforma NGA lab de última geração. Graças a este trabalho, podemos afirmar que elas contêm genes codificadores que contribuem para:

- Captação e assimilação de azoto (transportador de nitritos e enzimas da família das nitroreductases).
- Aumento da resistência à contaminação por cobre (proteína de resistência ao cobre).
- Captação de ferro (sideróforos).
- Solubilização do fósforo (fosfatases ácidas e fitases).

Composição:

- *Bacillus megaterium* MHBM06: 5x10⁹ UFC/g
- *Bacillus megaterium* MHBM77: 5x10⁹ UFC/g
- Bactérias da rizosfera: 1x10¹⁰ UFC/g



Figura 5. Bactrium, Atens®

Tricoten® (Atens)

Tricoten® é uma formulação em pó molhável à base de *Trichoderma atroviride*. A sua eficácia no controlo de agentes patogénicos como *Fusarium*, *Sclerotinia* e *Botrytis* já foi comprovada, tendo demonstrado uma redução significativa dos sintomas da doença em azinheiras infectadas com *Phytophthora cinnamomi* nos ensaios de mesocosmos realizados no âmbito do projeto FAGESOS. Existem outras formulações com *T. atroviride* disponíveis no mercado, embora não possamos fornecer informações sobre a sua eficácia em azinheiras contra *P. cinnamomi* porque não foram incluídas nos ensaios de mesocosmos. No entanto, se a sua formulação for baseada em *T. atroviride*, é provável que os efeitos sejam semelhantes.



ATENÇÃO!!! NÃO UTILIZAR PRODUTOS BASEADOS EM *T. KONINGII*.

Este microrganismo pode estimular o homotalismo em P. cinnamomi (Pratt et al., 1972; Brassier, 1978).

Composição:

Trichoderma atroviride AT10, pó molhável conidial, 5x10⁹ UFC/g



Figura 6. Tricoten, Atens®

Modo de aplicação e doses:

- Dose de Bactrium: 2L / ha
- Dose de Tricoten: 4 Kg / ha

Ambos os produtos podem ser aplicados diretamente no solo, por pulverização, dissolvidos na água necessária, dependendo da taxa de consumo de cada barra de pulverização.

Exemplo: Para um tanque de 2000 litros com uma barra de 6 metros, a uma taxa de 200 L/ha, adicionar 20 litros de Bactrium e 30 kg de Tricoten para 10 ha.

- O tratamento deve ser aplicado em conjunto na primavera, durante os meses de março-abril e, de preferência, após um período de chuva.

4.1.3. Indutores de resistência

Os indutores de resistência das plantas (PRI) podem ser úteis para reduzir a utilização de pesticidas. Trata-se de moléculas de natureza diferente que conduzem a uma maior proteção contra os ataques de agentes patogénicos, induzindo os mecanismos de defesa das plantas, a chamada imunidade desencadeada pelas plantas (PTI). São também conhecidas como indutores de resistência ou de defesa das plantas. Sabe-se que os PTI são eficazes contra uma variedade de agentes patogénicos, como vírus, bactérias, oomicetas e fungos que atacam as plantas.

Alexin 75 LS (Comercial Química Massó)

Alexin 75 LS é um fungicida multiusos à base de fosfonato de potássio, regularmente autorizado como agroquímico. Trata-se de um fungicida sistémico que penetra rapidamente na planta tratada e se transloca para cima e para baixo, resistindo à lavagem; actua, portanto, mesmo em condições difíceis e representa uma garantia suplementar de eficácia para o agricultor.

É um verdadeiro indutor de resistência: as plantas tratadas são protegidas a partir do interior graças à capacidade da substância ativa de estimular os mecanismos naturais de autodefesa da planta. Alexin 75 LS também actua diretamente contra os agentes patogénicos. Este modo de ação "multi-sítio" torna o produto adequado para a construção de estratégias de defesa destinadas a prevenir os fenómenos de resistência aos fungicidas.

A autorização do Alexin 75 LS como agroquímico, para além da sua conformidade com a regulamentação em vigor, garante um teor conhecido e constante da substância ativa e dos co-formulantes. Isto significa ausência de impurezas e uma melhor gestão dos resíduos. A elevada qualidade da formulação facilita a sua utilização e mistura.

Composição:

100 g de produto contem: Fosfonato de potássio puro 51,7 % (= 755 g/L) correspondente a 504 g/L de ácido fosfónico/fosforoso equivalente. Co-formulantes q. b. a 100 g.

INDICAÇÕES DE PERIGO

EUH401 Para evitar riscos para a saúde humana e para o ambiente, seguir as instruções de utilização.



Figura 7. Alexin 75 LS, Comercial Química Massó

Modo de aplicação e doses:

Para o controlo da doença da tinta do castanheiro, tratar com uma dose de 4,0 l/ha por tratamento foliar antes da floração.

Kalex Evo (Alba Milagro)

Como alternativa ao Alexin 75 LS na agricultura biológica. KALEX EVO é um adubo capaz de nutrir e fortalecer as culturas, suprimindo e prevenindo as micro-deficiências e nutrindo-as da forma mais equilibrada possível, mantendo-as saudáveis e resistentes. KALEX EVO é formulado de modo a que as substâncias que contém sejam rapidamente absorvidas e transportadas das raízes para as folhas e vice-versa. Devido ao seu efeito de sistema, pode ser combinado com pesticidas para melhorar o seu sistema e funcionamento, após verificação da compatibilidade. Não utilizar durante a floração.

Composição:

- Cobre (Cu), 4.1 % p/p
- Molibdénio (Mo), 0.03 % p/p
- Extractos de plantas: Polissacáridos, vitaminas, minerais, gorduras, aminoácidos, fenóis e pigmentos.
- Ácido carboxílico.



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

Modo de aplicação e doses:

Para combater a doença da tinta do castanheiro, tratar com uma dose de 2 l/ha por via foliar antes ou depois da floração. Efetuar um segundo tratamento após 20 dias, evitando sempre o período de floração.

4.2. Período de aplicação e cronograma

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

Biofence FL
Bactrium+Tricoten
Alexin 75 LS/Kalex evo

5. Medidas de higiene

As medidas de higiene são métodos preventivos para evitar o transporte passivo do inóculo de *P. cinnamomi* de locais infectados para zonas saudáveis. Qualquer coisa que favoreça o transporte passivo de solo infetado pode atuar como portador da doença. Isto inclui pneus de veículos, calçado e animais selvagens e de criação. Vannini et al. (2021) mostraram que a maior parte do inóculo se desloca ao longo da rede de estradas que ladeiam ou atravessam os castanheiros e da rede de drenagem de águas superficiais, coincidindo com outros trabalhos em defesa de pastagens de azinheiras (Cardillo et al., 2018). Por conseguinte, as medidas higiénicas são uma parte fundamental da estratégia de gestão integrada.

Vannini et al. (2010) sugeriram as seguintes precauções e práticas higiénicas: (1) restrição do trânsito humano, animal e de máquinas nas áreas infetadas (focos) e ao longo das estradas e caminhos que atravessam ou fazem fronteira com os povoamentos e/ou soutos afetados. Esta medida é muito importante durante os períodos de chuvas fortes e inundações; (2) desinfeção dos pneus e do calçado à saída das zonas infetadas, especialmente na estação das chuvas; (3) gestão dos fluxos de águas superficiais, recolhendo e canalizando as águas de escoamento das zonas afectadas.

As medidas enumeradas nos pontos (1) e (2) são eficazes em termos de custos, mas o êxito da sua aplicação depende da educação e da sensibilização das partes interessadas nas zonas afetadas.



Figura 9. Estações de limpeza de calçado (A). Kits de limpeza móveis (B). Desinfetante líquido (Ultrasan, Grupo Würth) (C). Estações de limpeza de veículos (D).

No caso das medidas de higiene, é necessário o apoio de todos; numa abordagem multi-participativo, que é implementada em estreita cooperação com os municípios locais, associações sem fins lucrativos, grupos de cidadãos e associações de proprietários e produtores florestais e outras partes interessadas.

No âmbito do projeto FAGESOS, as seguintes medidas de higiene serão implementadas e mantidas na área de demonstração de Canepina e Vallerano:

Kits móveis de limpeza: Kits de limpeza fáceis de utilizar que incluem um spray desinfetante e uma escova para desinfetar botas e outros utensílios. Útil para as pessoas (caminheiros, trabalhadores, agricultores, silvicultores) que possam frequentemente interagir com as áreas infectadas. (Figura 9. B).

II) Estações de limpeza de calçado: Estas estações são constituídas por um módulo de escovagem para remover a sujidade. As estações de limpeza de sapatos do projeto FAGESOS também incluíam dispositivos laterais para remover o excesso de lama antes de limpar os sapatos, escovas laterais para auxiliar a limpeza e um módulo de pulverização com desinfetante integrado no módulo de escovagem. (Figura 9. A).

III) As estações de limpeza de veículos são uma importante medida de higiene preventiva. Devem ser colocados tapetes desinfetantes (Fosse Ltd) à entrada e à saída das estradas que atravessam ou fazem fronteira com zonas infectadas, para contrariar o movimento passivo do inóculo. Os tapetes devem ser preenchidos com uma solução desinfetante (Blue, grupo químico Arco®) que permitirá molhar os pneus, e desinfetá-los, quando os veículos passam por cima. Devem ser acompanhados de sinalética especialmente concebida e apelativa. Estes sinais devem 1) indicar os passos necessários para limpar os veículos, e especialmente os pneus dos veículos, do inóculo sempre que utilizem uma das estradas que atravessam ou fazem fronteira com zonas infectadas; 2) sublinhar a gravidade das infecções pela *Phytophthora* e os danos que causam, num apelo significativo à colaboração (Figura 9. D).

As estações de limpeza de calçado e dos pneus devem ser dotadas de uma solução desinfetante que não represente um perigo de contaminação ambiental, tanto para o solo como para a vegetação e a fauna. Para este efeito, os desinfetantes à base de sais quaternários oferecem uma solução óptima. Estes desinfetantes, numa dosagem adequada, não prejudicam os animais e são inofensivos para a vegetação. No âmbito do projeto FAGESOS, foram testados em laboratório vários produtos à base destas substâncias e sem substâncias químicas ou poluentes na sua composição. Entre os produtos testados, e tendo em conta também a sua composição, preço e disponibilidade em Portugal, o produto escolhido para ser incluído nas acções de demonstração FAGESOS é o Ultrasan (Grupo Würth) (Fig. 9.C).

Composição:

Sais de amónio quaternário

pH: 9,50+/-0,50 Densidade: 1,000+/-0,025 Kg/L

Modo de aplicação e dose:

O produto é utilizado diluindo-o com água numa proporção de 1/200. Assim, um recipiente de 1 L é suficiente para um total de 200 L de líquido desinfetante. Pode ser utilizado para reabastecer os tapetes das estações de limpeza ou para reabastecer os pulverizadores das estações de limpeza de botas.

5.1. Sinalização

As medidas de higiene devem ser acompanhadas de sinais bem visíveis e especificamente concebidos (figura 11). Estes sinais têm principalmente os seguintes objectivos:

- Indicar pormenorizadamente os passos necessários para utilizar com êxito as estações de limpeza de calçado.
- Sublinhar a gravidade das infecções por *Phytophthora* e os danos causados por este agente patogénico em termos geralmente compreensíveis, apresentados num apelo significativo à ação.
- Alertar para a existência de estação de limpeza de pneus e para a velocidade recomendada para a sua utilização.
- Indicação da zona onde os tratamentos devem ser efectuados.



Co-funded by
the European Union




Ajude a deter a Doença da Tinta
(*Phytophthora cinnamomi*)

ESTAÇÃO DE LIMPEZA DE CALÇADO



O solo arrastado no calçado pode transportar *Phytophthora cinnamomi* para outros lugares não infetados



Procedimento

1. Agarre-se à barra superior
2. Retire o excesso de terra com a ajuda das escovas laterais da estação
3. Aplique uma quantidade abundante de desinfetante por cima e na sola das botas
4. Limpe a sola com movimentos para a frente e para trás sobre as escovas horizontal e verticais

Obrigada pela sua ajuda

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

www.facebook.com/lifefagesos
twitter.com/fagesos



Co-funded by
the European Union




Ajude a deter a Doença da Tinta
(*Phytophthora cinnamomi*)

LIMPEZA DE PNEUS



Tapete equipado com desinfetante respeitando a fauna e a flora



Obrigada pela sua ajuda!

Mais informações: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro /Município de Trancoso

www.facebook.com/lifefagesos
twitter.com/fagesos

Figure 10. Sinalética para medidas de higiene e de sensibilização do público incluídas no protocolo. Exemplo de sinalética para o souto.

6. Boas práticas

São enumeradas várias medidas que podem ser aplicadas na gestão dos castanheiros tradicionais, em relação aos diferentes aspectos da cultura e manutenção do castanheiro.

1. Manutenção do souto. Os soutos tradicionais devem ser considerados, de certa forma, como qualquer outra plantação de frutícola. Isto é especialmente verdade num cenário de alterações globais, em que a falta de uma gestão adequada pode levar a um declínio irreversível e à morte. Além disso, os pomares abandonados ou negligenciados representam um potencial hospedeiro de pragas e doenças que podem ser uma grande preocupação para as propriedades vizinhas. Por outro lado, os soutos tradicionais prestam uma série de serviços ecossistémicos muito importantes para a conservação do solo, da água, da qualidade do ar, da biodiversidade e dos produtos primários e secundários.

2. Acompanhe regularmente o estado de saúde das azinheiras e contacte rapidamente os silvicultores e agrónomos especializados, se necessário, para diagnóstico e tratamento adequado. Note-se que a deteção precoce aumenta consideravelmente a eficácia das medidas de prevenção e controlo e reduz significativamente os custos.

Quando for estritamente necessário, os soutos tradicionais devem receber **tratamentos fitossanitários** para prevenir e mitigar eficazmente o impacto de pragas e doenças. **Selecionar sempre productos ecológicos que sejam eficazes contra a praga ou doença alvo, mas que não tenham impacto no bioma não alvo.** Estão atualmente disponíveis protocolos de tratamento de impacto zero para contrariar os principais problemas fitossanitários do castanheiro (ver acima). A aplicação destes protocolos requer conhecimentos específicos e o apoio de técnicos especializados no sector.

3. Efetuar podas de manutenção regulares (cada 2-3 anos). A poda serve para i) eliminar as partes mortas da planta que são uma fonte de proliferação de pragas e agentes patogénicos; e ii) estimular uma atividade vegetativa e reprodutiva vigorosa. Por conseguinte, deve ser efectuada por arboricultores especializados, usando uma higiene e desinfeção adequadas das ferramentas. Uma poda incorrecta ou práticas artesanais enfraqueceriam as árvores e favoreceriam o processo de decomposição.

4. No retire los restos de poda hasta junio, reservándolos en el castañar. Desde el año 2000, las zonas de castaños europeos sufrieron una invasión dramática por parte de la avispa china *Dryocosmus kuriphilus*. La invasión y su impacto se detuvieron tras la liberación del antagonista específico *Torymus sinensis*. Sin embargo, esta avispa no puede erradicarse y debe mantenerse bajo control favoreciendo la actividad del antagonista. Para ello, es necesario dejar sobre el terreno el residuo de las actividades de poda con agallas colonizadas por el antagonista (al menos hasta junio), para permitir que los adultos de *T. sinensis* salgan volando de las agallas del año anterior, inicien su ciclo en las nuevas agallas, y contrarresten la infestación de *Dryocosmus kuriphilus*.

5. Não remover as podas antes de junho e mantê-las no castanheiro. Desde 2000, o castanheiro europeu têm sofrido uma invasão dramática da vespa chinesa *Dryocosmus kuriphilus*. A invasão e o seu impacto foram travados após a libertação do antagonista específico *Torymus sinensis*. No entanto,

esta vespa não pode ser erradicada e deve ser mantida sob controlo, incentivando a atividade do antagonista. Para tal, é necessário deixar no solo (pelo menos até junho) os resíduos das actividades de poda com galhas colonizadas pelo antagonista, para permitir que os adultos de *T. sinensis* voem para fora das galhas do ano anterior, iniciem o seu ciclo nas novas galhas e contrariem a infestação de *Dryocosmus kuriphilus*.

6. Adubos orgânicos. Uma nutrição adequada desempenha um papel fundamental para garantir a qualidade e a quantidade da produção. Além disso, não há dúvida de que uma planta saudável e bem nutrida pode contrariar mais eficazmente o impacto dos factores de stress biótico e abiótico, adquirindo capacidade de resiliência. Por isso, é importante fertilizar o castanheiro anualmente, preferindo estrume, adubo verde ou mistura orgânica, com uma fração mineral desequilibrada em azoto nos primeiros 2-3 anos nos castanheiros abandonados, seguida de uma fertilização normal rica em fósforo (e potássio, dependendo do tipo de solo).

7. A enxertia com variedades produtivas é uma prática importante nos soutos tradicionais. Esta prática é efectuada em troncos velhos ou na substituição de árvores mortas. A enxertia é muito suscetível ao fungo do cancro do castanheiro, que é a principal causa de insucesso do próprio enxerto. Recomenda-se evitar a enxertia com enxertos em estado de dormência, como os enxertos de fenda inglesa ou os enxertos de fenda. Estas enxertias são feitas em fevereiro, quando o inóculo do fungo do cancro do castanheiro ainda está em estado de dormência. A enxertia em casca é feita no final da primavera, quando as temperaturas são mais elevadas e o inóculo do fungo do cancro do castanheiro já se dispersou e pode facilmente infetar os tecidos feridos.

8. Colher o produto rapidamente, todos os dias. A permanência dos frutos no solo aumenta exponencialmente o risco de apodrecimento e facilita a fase de pupação de insectos nocivos, como o bichado da castanha.

9. Em áreas com uma elevada incidência de podridão dos frutos, é importante recolher e queimar os resíduos após a colheita, uma vez que estes agentes patogénicos passam o inverno nestes materiais.

10. Efetuar um tratamento pós-colheita correto. Os tratamentos pós-colheita mais eficazes são feitos nos tanques de flutuação, para eliminar os frutos afectados por insectos, e o tratamento térmico em água (esterilização) a 50°C durante 45 minutos.

11. Incentivar a presença de espécies do género *Quercus* nos soutos e sistemas florestais de castanheiros, devido à presença de parasitóides autóctones da vespa *Dryocosmus kuriphilus*. Assim, a presença destas espécies nos castanheiros deve também ser incentivada.

12. Considerar o castanheiro não só do ponto de vista da produção de castanha, mas também do ponto de vista da multifuncionalidade: as zonas de castanheiros representam uma assinatura paisagística inconfundível, são ricas em história, tradição, cultura e grande beleza. Devem, pois, ser

incentivadas iniciativas de promoção e tipificação do fruto, integrando-o nas políticas de desenvolvimento turístico, gastronómico e cultural do território.

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., Montaghi, 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.