



A ALELOPATIA: UMA POSSÍVEL ESTRATÉGIA PARA MITIGAR ALGUMAS DOENÇAS RADICULARES E MELHORAR O SOLO EM ECOSSISTEMAS AGRO-SILVO-PASTORIS

Com a crescente procura e necessidade de novas abordagens sustentáveis e que respeitem o ambiente para controlar pragas e doenças das plantas, bem como infestantes, o GO-Declínio do Montado, focou-se numa ferramenta importante, muito antiga, mas pouco estudada, a “alelopatia”. Esta resulta da interação bioquímica entre plantas e outros organismos que se encontram na zona da rizosfera.

Durante muitos anos os pesticidas de síntese foram aplicados na proteção dos vários sistemas agrários e florestais no controlo de pragas, doenças e infestantes. O seu uso indiscriminado deu origem ao aparecimento de resistência em muitos organismos nocivos que causam prejuízos nas culturas. A procura de novas abordagens, sustentáveis e que respeitem o ambiente, salvaguardando simultaneamente a saúde pública, e garantindo a elevada produtividade das colheitas, está a aumentar, num contexto de maior exigência do público em geral. No entanto, a investigação sobre o controlo biológico de doenças de árvores é muito reduzida em comparação com a realizada para plantas herbáceas anuais (Soltys *et al.*, 2013). Quando se trata de árvores, esta tarefa torna-se mais complexa, devido a vários fatores, como sejam a sua maior biomassa, a longevidade e ainda as medidas de gestão aplicadas nesses agroecossistemas necessárias ao seu desenvolvimento e ao controlo de doenças e pragas. Assim, o controlo biológico em sistemas florestais coloca vários desafios e dificuldades, contudo este é possível ser aplicado quando integrado num plano holístico com diferentes estratégias de gestão.

O Declínio do Montado

Os ecossistemas agro-silvo-pastoris, montados de sobro e azinho, sofrem atualmente um declínio crescente com grande impacto nestas espécies. O declínio destes povoamentos é influenciado por fatores bióticos e abióticos, como sejam as alterações do uso e ocupação do solo e as más práticas de gestão. Estas têm implicações na degradação do solo e no sob coberto presente (vegetação herbácea e arbustiva) e consequentemente na sua baixa fertilidade, pelas alterações que causa em todo o ecossistema, contribuindo para a ocorrência de pragas e doenças. Fatores fisiográficos e edafoclimáticos, o aumento de temperatura e a redução e alteração da distribuição anual da precipitação, causados pelas alterações climáticas, podem potenciar o stress hídrico (por défice ou por excesso de água) e aumentar a vulnerabilidade das árvores ao ataque de agentes bióticos. A morte das árvores associada ao declínio do montado é, assim, fortemente influen-

Ana Cristina Moreira & Isabel Calha

Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária



Instituto Nacional de
Investigação Agrária e
Veterinária, I.P.

ciada por condições ambientais que têm ação nos patógenos, nos insetos, nos hospedeiros e na interação entre estes fatores. Existem ainda aspetos da paisagem, onde estão inseridos os montados que influenciam esta doença. Assim, encostas expostas a sul, solos delgados de textura fina, pobres em matéria orgânica e fósforo (baixa fertilidade) são mais suscetíveis à doença.

São vários os estudos que indicam que o declínio do montado está associado a diferentes espécies de oomicetas e, em particular, a Fitóftora (*Phytophthora cinnamomi* Rands), que é a espécie isolada com maior frequência dos solos da Península Ibérica. Este patógeno do solo apresenta mais de 5000 hospedeiros em todo o mundo, sendo na maioria espécies lenhosas e está associado ao declínio e morte de várias espécies de carvalhos (*Quercus*). O patógeno necessita de água livre no solo para o desenvolvimento do seu ciclo de vida, sendo, portanto, “húmido-dependente”, pelo que solos húmidos e temperaturas amenas proporcionam condições excelentes para a sua atividade, permitindo a produção de milhões de esporos (esporângios e zoósporos), os quais são responsáveis pela sua disseminação e a causa de novas infeções (Moreira *et al.*, 2023).

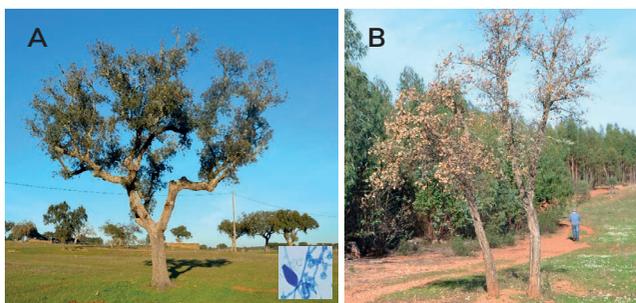


Figura 1 – Aspeto de árvores de sobreiro com sintomas de declínio (A) e de morte súbita (B).

Em condições ambientais desfavoráveis, a fitóftora sobrevive nos tecidos das raízes das plantas hospedeiras ou no solo, como micélio ou em estruturas de resistência, os clamidósporos, formados nas raízes infetadas e libertados no solo após a morte e decomposição dessas raízes. Estas estruturas podem sobreviver cerca de seis anos na ausência de hospedeiro vivo, e a sua germinação é estimulada

na presença de exsudados radiculares. O enfraquecimento e morte das árvores pode durar meses ou anos – “declínio” (Figura 1A) –, acabando com a morte da planta, ou pode ser muito rápida – “morte súbita” –, ocorrendo em poucas semanas, dependendo do seu porte e das condições ambientais locais. Nesta última situação, as folhas secam rapidamente ficando aderentes ao tronco ainda durante algum tempo (Figura 1B). Este fenómeno ocorre, em geral, no final de verões prolongados, muito quentes e secos, ou a seguir às primeiras chuvas de outono, podendo ainda ocorrer durante uma primavera quente e seca, após um inverno ameno.

A erradicação do patógeno no solo é bastante complexa, devido ao elevado número de hospedeiros, à grande capacidade de sobrevivência das suas estruturas de resistência e à sua ampla e fácil dispersão. O controlo químico para fitóftora tem tido como base os fungicidas metalaxil (família das fenilaminas) e os fosfitos de potássio e de alumínio (fosetil-Al) da família dos organofosforados que têm como substância ativa o ião fosfonato, todos eles de ação sistémica. O fosetil-Al, é o único fungicida homologado para sobreiro e azinheira em Portugal (DGAV, 2023). Estudos *in vitro* sobre o efeito destes compostos no patógeno mostraram que não eram completamente eficazes no seu controlo e que o metalaxil pode ainda induzir resistência nalgumas espécies de fitóftora (Erwin & Ribeiro, 1996).

Face à complexidade do ecossistema montado e aos vários fatores associados ao declínio, a forma de mitigar este problema associado a fitóftora terá de ter uma perspetiva integrada e multidisciplinar, recorrendo a diferentes estratégias, e tendo como base medidas de controlo biológico, ainda que, presentemente, sejam uma alternativa pouco desenvolvida para a proteção florestal. Estas deverão seguir uma interligação sustentável com medidas culturais que possam promover a prevenção em áreas não afetadas, e a redução da população do patógeno (minimizando novas infeções) nos solos em áreas já afetadas. Deve estar sempre presente a preocupação de aumentar a qualidade dos solos, através da sua correção nutricional, melhorando a sua fertilidade e, conseqüentemente, a vitalidade das árvores.

A importância deste patógeno em doenças radiculares, tanto em sistemas agrários como florestais, motivou a procura de plantas antagonistas para fitófora e, em particular, herbáceas que pudessem ser semeadas associadas às pastagens, tendo este sido um dos objetivos do Projeto GO-Declínio do Montado.

Na procura de novas soluções eficazes obtidas com baixo custo, como métodos culturais e biológicos, os compostos aleloquímicos surgem como uma possível alternativa. Por esta razão, o conhecimento do potencial efeito alelopático de espécies herbáceas mediterrânicas é muito importante para encontrar novas opções ao controlo químico de agentes patogénicos, nomeadamente de organismos do solo.

Alelopatia

O termo alelopatia vem da composição das palavras gregas “*allelon*” e “*pathos*” (que significam “mútuo” e “sofrimento”) e foi usado pela primeira vez em 1937 pelo cientista austríaco Hans Molisch no livro *Der Einfluss einer Pflanze auf die andere – Alelopatia (O Efeito das Plantas umas nas Outras)* (Ferguson et al., 2013).

Alelopatia é um fenómeno ecológico, muito comum nos agroecossistemas, que ocorre naturalmente no solo, em particular na zona da rizosfera, e resulta

da interação química entre diversos organismos, sendo que um deles, o “dador”, produz um ou mais compostos bioquímicos que influenciam, de forma benéfica ou nociva, o crescimento e desenvolvimento de outro(s) organismo(s), o(s) “receptor(es)” (fungos, bactérias, plantas, etc.). A rizosfera é a zona de contacto do solo à volta das raízes das plantas onde existe uma intensa atividade (biológica, química e física) influenciada por compostos libertados pelas raízes (exsudados) e pelos microrganismos que utilizam estes compostos (Kumar et al., 2007).

As interações que ocorrem nesta área do solo envolvendo as raízes das plantas, incluem interações raiz-raiz, raiz-microrganismo e raiz-inseto. A população microbiana é uma das partes principais da rizosfera e afeta o solo nas suas várias atividades, na absorção de água e nutrientes, na exsudação e em todas as transformações químicas.

Vários estudos referem uma clara atividade de alguns aleloquímicos como reguladores de crescimento e biocidas (bio-herbicidas, fungicidas, bactericidas e bioinseticidas) com outras funções antagonistas, pelo que poderão no futuro vir a desempenhar um papel importante na defesa contra pragas, doenças e infestantes.

Os aleloquímicos são metabolitos secundários que, embora não estejam diretamente envolvidos no ci-

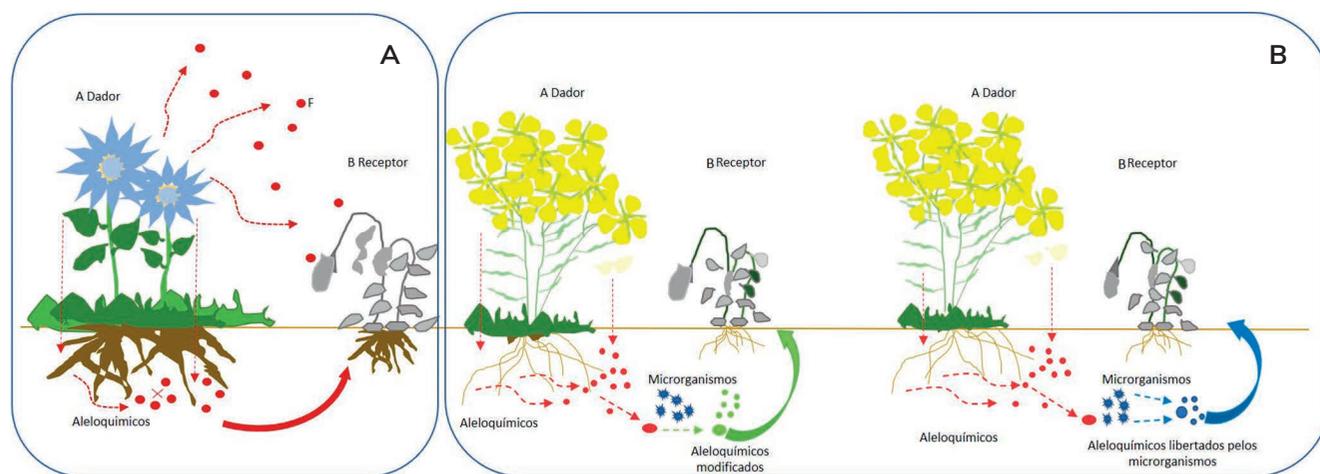


Figura 2 – A alelopatia pode expressar-se de diferentes formas. A – Os aleloquímicos libertados pelas raízes e/ou os voláteis da planta A-dador vão influenciar diretamente a planta B-receptora; B – Os aleloquímicos da planta A-dador vão atuar diretamente nos microrganismos do microbioma, os quais alteram esses compostos libertando outros metabolitos como resposta do seu metabolismo, os quais influenciam todos os organismos e plantas que estejam no seu raio de ação (na rizosfera) (Esquema adaptado de Soltys et al., 2013).

clo de vida da planta, encontram-se localizados em diferentes partes da planta, como folhas, ramos ou raízes (Ferguson *et al.*, 2013). Estes compostos são libertados no ambiente, diretamente na fase aquosa do solo (exsudados), podem resultar da decomposição do material vegetal (folhas, flores, raízes) ou a partir da libertação de substâncias voláteis no ar circundante (biofumigantes) (Macias *et al.*, 2007) (Figura 2). Estes metabolitos podem ter ação direta sobre as plantas ou sobre outros organismos que se encontram perto (Figura 2A), ou de forma indireta após a sua alteração pela ação dos microrganismos do solo (Figura 2B).

Exsudados radiculares

Existe uma elevada gama de plantas com efeito alelopático entre as espécies da flora mediterrânica, destacando-se as espécies aromáticas e medicinais (Lamiaceae) e as da família Brassicaceae (Araniti *et al.*, 2012). No que diz respeito às aromáticas, foi observado o efeito inibitório de extratos aquosos de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) e de alfazema (*Lavandula officinalis* Chaix) na germinação de zoósporos de diferentes espécies de fitóftora. Na Figura 3 encontram-se alguns exemplos de espécies não hospedeiras e com efeito alelopático para fitóftora.

Outros estudos mostraram que a emissão de exsudados radiculares apresentam efeito antagonista para este patógeno, como, por exemplo, os exsudados de raízes de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.)

e da marioila (*Phlomis purpurea* L.). Esta última é uma espécie arbustiva nativa no sul de Portugal e, além de ser uma das espécies não hospedeiras de fitóftora (Moreira & Martins, 2005), apresenta metabolitos produzidos em presença do patógeno que são protetores do sobreiro (testes: *in vivo*) (Naves *et al.*, 2014).

Biofumigação

A biofumigação é uma das formas de alelopatia observada em diferentes espécies de Brassicaceae e de Asteraceae. No caso das *Brassica* spp., resulta da elevada concentração de glucosinolatos presentes nestas espécies. Os glucosinolatos são compostos ricos em enxofre na sua composição, os quais mostraram ter potencial efeito biocida, em particular fungicida. Estas propriedades resultam de uma hidrólise enzimática dos glucosinolatos que permite a libertação de alguns compostos voláteis, entre os quais isotiocianatos, nitrilos, tiocianatos e oxazolidinas, os quais variam de acordo com a estrutura do glucosinolato original. Rios *et al.* (2016) testaram esta técnica de controlo biológico, *in vitro* e *in vivo*, em que foi observado o efeito biofumigante de três espécies de *Brassica* no controlo da infeção por fitóftora em plantas de tremocilha (*Lupinus luteus* L.), espécie muito suscetível. As espécies testadas foram mostarda-castanha (*Brassica juncea* L.), mostarda-da-abissínia (*B. carinata* A. Braun) e colza (*B. napus* L.). No Projeto GO-Declínio do Montado



Figura 3 – Exemplo de espécies com efeito alelopático e não hospedeiras de fitóftora.

a – Marioila (*Phlomis purpurea* L.): Lamiaceae; b – Oruga-brava (*Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC): Brassicaceae; c – Saramago (*Raphanus raphanistrum* L.): Brassicaceae; d – Alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.): Lamiaceae.

exploramos também o efeito de espécies de Brassicacea para minimizar a infeção, testando a capacidade de alelopatia em outras espécies, eruca (*Eruca vesicaria* (L.)Cav.) e oruga-brava (*Diplotaxis tenuifolia* (L.)DC.).

Nas espécies de Asteracea, como, por exemplo, *Artemisia herba-alba* Asso, os óleos obtidos por extração da parte aérea da planta (flor e folhas) também apresentam na sua composição compostos com efeito tóxico, que aplicados em fumigação podem ser utilizados como bioinseticidas, como, por exemplo, no controlo de vários insetos pertencentes a diferentes famílias das ordens Coleoptera, Lepidoptera e outras (Bouchikhi-Tani *et al.*, 2018). A biofumigação é influenciada pelo solo, condições climáticas e pela própria planta, não só pela espécie, mas também pelo seu estado de desenvolvimento e parte da planta utilizada.

Bio-herbicidas (botânicos)

O potencial da alelopatia para controlo de infestantes tem sido um assunto de interesse permanente e os estudos neste tópico encontram-se bastante avançados em comparação com os dos patogénios. Nalgumas culturas, como sejam, alfafa, trigo, centeio, milho e arroz, os resíduos da própria cultura apresentam potencialidades aleloquímicas para a sua proteção (Scognamiglio *et al.*, 2013).

Extratos fitotóxicos de plantas (bio-herbicidas botânicos) podem ser utilizados com sucesso na gestão integrada de plantas infestantes, encontrando-se alguns deles já no mercado (Soltys *et al.*, 2013). A sorgoleona extraída das raízes de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) é um potente aleloquímico, suprimindo o crescimento de um grande número de espécies vegetais. A cinmetilina é um exemplo de herbicida comercial análogo de produtos naturais (Scognamiglio *et al.*, 2013). Ailanthone (Ail) é um quassinóide, extraído de espanta-lobos (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle), uma árvore invasora da família Simaroubaceae, é um extrato vegetal muito tóxico com atividade alelopática. Outros exemplos de alelopáticos com efeito herbicida são os compostos obtidos de Brassicas, os glucosinolatos, isotiocianatos de mostarda (*Sinapis arvensis* L.) e de rabanete



A PLATAFORMA DE COMUNICAÇÃO DOS PROFISSIONAIS DE AGRONEGÓCIOS

ASSINE A VIDA RURAL

Conteúdos exclusivos

Edição impressa e digital

App disponível em IOS ou Android

Leitura online e offline

Acesso a números antigos na App

Acesso a conteúdos premium

Organização de conteúdos por área de interesse

www.vidarural.pt

(*Raphanus sativus* L.) (Soltys *et al.*, 2013), os quais já foram referidos também com efeito antifitófтора.

Efeito antagonista de algumas espécies herbáceas no controlo de Fitófтора

Nos montados, as espécies arbóreas principalmente existentes são a azinheira (*Quercus rotundifolia* Lam.), o sobreiro (*Q. suber* L.) e o carvalho-negral (*Q. pyrenaica* Willd.), todas suscetíveis em maior ou menor grau à infeção radicular causada por fitófтора. Nestes ecossistemas existem espécies nos estratos arbustivo e herbáceo que também são hospedeiras (Figura 4), como, por exemplo, os cistus, o medronheiro, as urzes e ainda algumas herbáceas utilizadas em pastagens como a tremocilha e a serradela (Moreira *et al.*, 2023).

A libertação de aleloquímicos por espécies que apresentam resistência ao patogénio inibem a atividade infecciosa do patogénio.

A suscetibilidade à infeção causada por fitófтора (Figura 5) e o efeito antagonista de extratos radiculares para controlar o patogénio foi testado em diferentes espécies, no âmbito do projeto GO Declínio do Montado (Moreira *et al.*, 2018). Desta avaliação foram selecionadas três espécies herbáceas da família Bras-

sicaceae, as quais não eram infetadas e apresentavam elevado efeito alelopático sobre a fitófтора.

O efeito antagonista dos extratos aquosos radiculares de oruga-brava (*Diplotaxis tenuifolia* (L.)DC.), saramago (*Raphanus raphanistrum* L.) e rúcula (*Eruca sativa* Mill.) foi observado, *in vitro* e *in vivo*, por Sampaio (2017) e Moreira *et al.* (2018). Destaca-se que todas estas espécies fazem parte da flora nativa mediterrânica e existem naturalmente no nosso país.

Os estudos *in vitro*, utilizando suspensões de solo natural, mostraram que os extratos destas espécies reduziam o desenvolvimento do patogénio e a produção de estruturas reprodutivas, esporângios e zoósporos (Figura 6), o que é um bom indicador da redução da sua atividade e, conseqüentemente, na diminuição do aparecimento de novas infeções. A presença dos extratos de oruga-brava e rúcula mostrou uma maior eficácia na redução da atividade do patogénio, apresentando elevado número de esporos enquistados e sem atividade (Figura 6B). Os extratos destas espécies também apresentaram efeito protetor, para plântulas de sobreiro e de azinheira, como se pode observar na Figura 7.

Os extratos radiculares, em particular da oruga-brava, quando adicionados a suspensões de solo

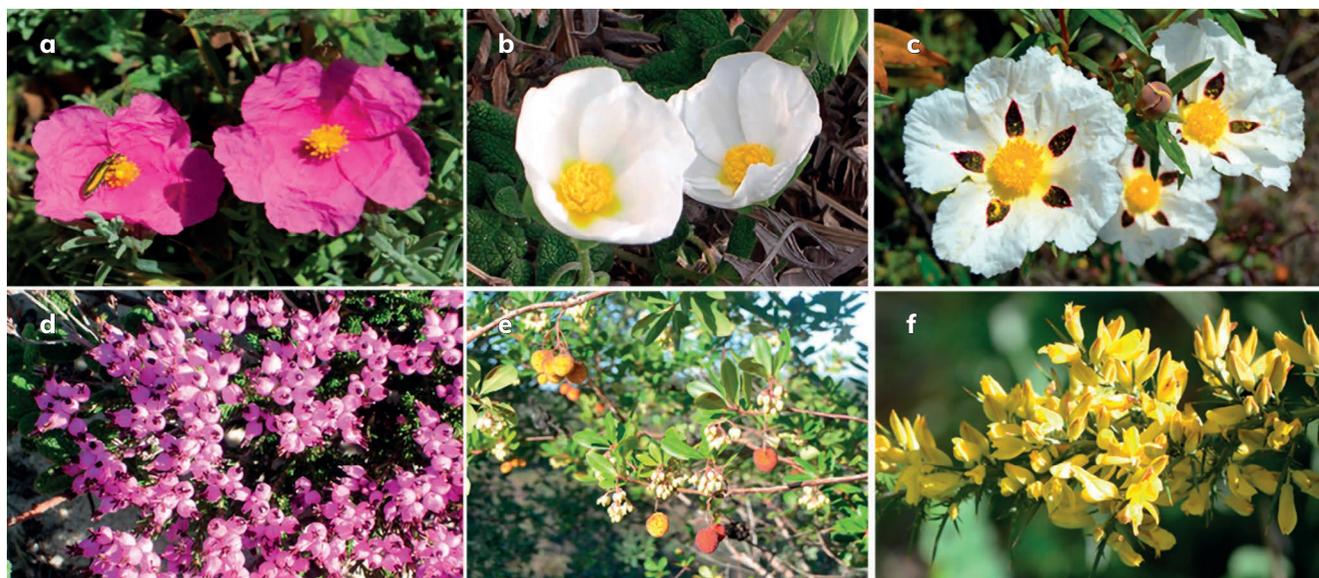


Figura 4 – Exemplos de algumas espécies hospedeiras de fitófтора presentes na flora natural.

a – rosella-pequena (*Cistus crispus* L.); b – sanganho-mouro (*C. salvifolius* L.); c – esteva (*C. ladanifer* L.): Cistaceae; d – torga (*Erica umbelata* L.); e – medronheiro (*Arbutus unedo* L.): Ericaceae; f – urze (*Ulex* sp.): Fabaceae.



Figura 5 – Avaliação da suscetibilidade à infecção por fitóftora de várias espécies de plantas com potencial alelopático em solo infestado e não infestado com fitóftora.

infestado com zoósporos de fitóftora, não permitiram que a infecção ocorresse. Verificou-se que estes extratos continham compostos voláteis (Rodríguez-Romero *et al.*, 2021) que em contacto com a suspensão de solo alteravam o microbioma presente. Este fenómeno foi comprovado após observação de que a suspensão de solo em presença dos extratos das espécies de oruga-brava e rúcula se torna muito turva, revelando um elevado crescimento da população bacteriana. O estudo da composição do microbioma em função da presença dos voláteis ainda não se encontra terminado.

Estudos *in vivo*, com plantas herbáceas e alelopáticas envasadas em solo naturalmente infestado com o pa-

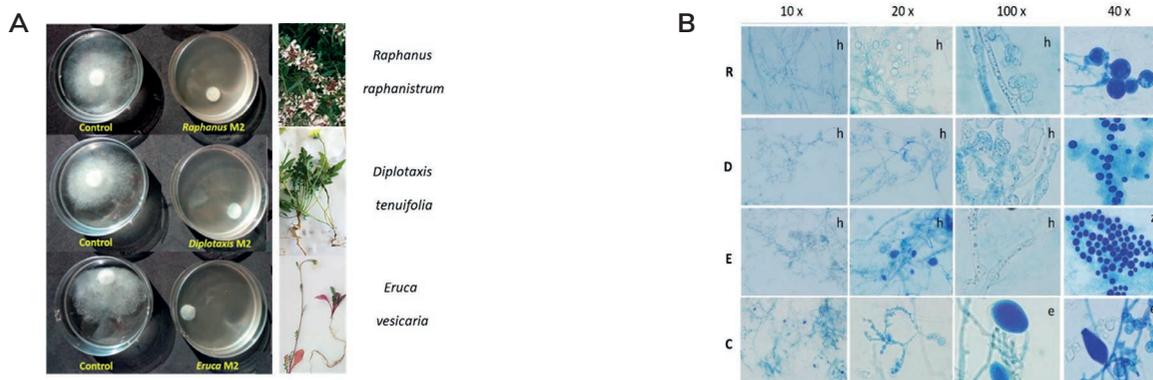


Figura 6 – A – Efeito antifitóftora *in vitro* dos extratos aquosos radiculares das três espécies em meio estéril de V8; B – Observação em microscópio ótico da atividade de fitóftora em suspensão de solo não estéril na presença dos extratos aquosos radiculares: R – *Raphanus*, D – *Diplotaxis*, E – *Eruca* em comparação com o C – controlo (sem extratos) ao fim de sete dias. Os extratos causaram lise das hifas (h), enquistamento dos clamidósporos (v), e imobilização dos zoósporos (z). O maior efeito inibitório foi observado na presença dos extratos de D e E. No Controlo observou-se o desenvolvimento normal do patógeno com a produção normal de esporângios (e).



Figura 7 – Aspeto de plântulas de sobreiro ao fim de sete dias nas diferentes modalidades testadas: suspensão de solo não estéril (SS) + zoósporos de fitóftora + extrato aquoso radicular de oruga-brava (EAR) na concentração de 50% e 25% (v/v); SS + EAR nas concentrações de 50% e 25% (v/v); SS + zoósporos; SS. Na modalidade de SS + zoósporos foi onde se observou raízes infetadas e o patógeno foi recuperado em meio seletivo de cultura (placas).

togénio, em associação com plantas jovens de *Quercus* (sobreiro e carvalho-cerquinho), evidenciaram um efeito protetor dos carvalhos, pois estes mostraram menos sinais de stress do que os que estavam associados à tremocilha, expresso na menor produção de compostos fenólicos (Rodríguez-Romero *et al.*, 2021).

Nota final

Os resultados obtidos neste projeto, *in vitro* e *in vivo*, são indicadores de um elevado potencial alelopático que poderá contribuir para minimizar a atividade do patogénio no solo. Seria importante fazer-se esta avaliação, em condições naturais em áreas de montado infestadas com fitóftora, utilizando as espécies selecionadas (rúcula e oruga-brava) em associação com as pastagens. Observou-se ainda que as plantas de *Quercus*, quando associadas a estas herbáceas em solos infestados com fitóftora, produziam menos defesas químicas (compostos fenólicos), provavelmente como resultado da libertação dos aleloquímicos pelas raízes destas espécies.

A introdução de pastagens enriquecidas com plantas alelopáticas (Brassicaceas, como as rúculas), integrada numa gestão sustentável do montado, contribui não só para reduzir a atividade do patogénico e, como consequência, o seu impacto no solo, mas apresenta ainda um efeito benéfico nos solos, melhorando a sua componente orgânica e, consequentemente, o seu microbioma. 🌱

Bibliografia

Araniti, F. *et al.* (2012). Screening of Mediterranean wild plant species for allelopathic activity and their use as bio-herbicides. *Allelopathy Journal*, **29**(1):107–124.

Bouchikhi-Tani *et al.* (2018). Evaluation of the larvicidal effect of the essential oils extracted from five aromatic plants of Algeria: test on the mite *Tineola bisselliella* (Lepidoptera: Tineidae). *Lebanese Science Journal*, **19**(2): 187–199. doi.org/10.22453/ljsj-019.2.187199.

DGAV (2023). SIFITO – Sistema de Gestão das Autorizações de Produtos Fitofarmacêuticos. Disponível online em <http://sifito.dgav.pt/> (acedido a 10-04-2023).

Erwin, D.C. & Ribeiro, O.K. (1996). *Phytophthora Diseases Worldwide*. American Phytopathological Society Press St. Paul, Minn., 562 pp.

Ferguson, J.J. *et al.* (2013). *Allelopathy: How Plants Suppress Other Plants*; University of Florida: Gainesville, FL, USA, pp. 1–3. Disponível online: <http://edis.ifas.ufl.edu/hs944> (acedido a 20-03-2023).

Kumar, R. *et al.* (2007). Establishment of *Azotobacter* on plant roots: chemotactic response, development and analysis of root exudates of cotton (*G. hirsutum* L.) and wheat (*T. aestivum* L.). *Basic Microbiol.*, **47**:436–439.

Macias, F.A. *et al.* (2007). Review: Allelopathy – a natural alternative for weed control. *Pest Management Science*, **63**(4):327–348. doi:10.1002/ps.1342.

Moreira, A.C. & Martins, J.M.S. (2005). Influence of site factors on the impact of *Phytophthora cinnamomi* in cork oak stands in Portugal. *Forest Pathology*, **35**(3):145–162.

Moreira, A.C. *et al.* (2018). Anti-*Phytophthora* activity of root extracts from herbaceous species. Efeito inibitório de extractos radiculares de plantas herbáceas na atividade de *Phytophthora cinnamomi*. *Revista de Ciências Agrárias*, **41**:39–47. doi.org/10.19084/RCA.17065.

Moreira, A.C. *et al.* (2023). A vegetação dos Montados em áreas afectadas por declínio: Situação de Ourique. *Silva Lusitana* (in press).

Neves, D. *et al.* (2014). Anti-*Phytophthora cinnamomi* activity of *Phlomis purpurea* plant and root extracts. *European Journal of Plant Pathology*, **138**(4):835–846.

Ríos, P. *et al.* (2016). Screening brassicaceous plants as biofumigants for management of *Phytophthora cinnamomi* oak disease. *Forest Pathology*, **46**(6):652–659.

Rodríguez-Romero, M. *et al.* (2021). Allelopathic effects of three herb species on *Phytophthora cinnamomi*, a pathogen causing severe oak decline in Mediterranean wood pastures. *Forests*, **12**:285. doi.org/10.3390/f12030285.

Sampaio, A.R. (2017). Seleção de plantas com efeito alelopático para controlar *Phytophthora cinnamomi*. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Agronómica – Protecção de Plantas. ISA-UL. 70 pp.

Scognamigliom M. *et al.* (2013). Plant growth inhibitors: allelopathic role or phytotoxic effects? Focus on Mediterranean biomes. *Phytochem Rev*, **12**:803–830. doi: 10.1007/s11101-013-9281-9.

Soltys, D. *et al.* (2013). Allelochemicals as Bioherbicides – Present and Perspectives (Chap. 20):517–542. doi.org/10.5772/56185.