



A VEGETAÇÃO DOS MONTADOS EM ÁREAS AFETADAS POR DECLÍNIO

Situação de Ourique

AUTORES

Ana Cristina Moreira

Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P.,
Avenida da República, Quinta do Marquês, 2780-157, Oeiras, Portugal.

Isabel Calha

Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P.,
Avenida da República, Quinta do Marquês, 2780-157, Oeiras, Portugal.

Manuela Rodriguez-Romero

Dirección General de Política Forestal, Junta de Extremadura,
Avda. de la Universidad, 10003 Cáceres, España

Augusta Costa

Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P.,
Avenida da República, Quinta do Marquês, 2780-157, Oeiras, Portugal.

Joana Neno

Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P.,
Avenida da República, Quinta do Marquês, 2780-157, Oeiras, Portugal.

José António Passarinho

Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P.,
Avenida da República, Quinta do Marquês, 2780-157, Oeiras, Portugal.

FICHA TÉCNICA

Título A Vegetação dos Montados em Áreas Afetadas por Declínio: Situação de Ourique

Financiamento Esta publicação foi realizada no âmbito do Grupo Operacional “Declínio do Montado no Alentejo” financiado pelo programa PDR2020

Edição INIAV- Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P.

Coordenação Ana Cristina Moreira

Texto Ana Cristina Moreira, Isabel Calha e Augusta Costa (INIAV)

Colaboradores Manuela Leitão, Luís Fernandes, Guilherme Santos, Pedro Silva, Pedro Capa, Guilherme Gonçalves, Maria Amélia Castelo-Branco, Inocência Seita Coelho, Filipa David, Inês Bento.

Fotografias Todas as fotografias são da autoria de Ana Cristina Moreira, a exceção são as fotos das Figuras 15 e 16, pp 28, cuja autoria está indicada na respetiva legenda.

Capa Ana Cristina Moreira

Composição gráfica Hortelã Magenta

Agradecimentos Agradece-se aos proprietários dos montados monitorizados ao longo do projeto, pela sua disponibilidade e colaboração

ISBN 978-972-579-075-5.

Data Outubro 2023

ÍNDICE

1	Enquadramento	06	9	Alelopatia	41
2	O Montado	07	9.1	O que é a alelopatia?	41
3	Declínio nos montados: Uma doença do ecossistema	09	9.2	Efeito inibitório de plantas herbáceas	43
4	Avaliação da mortalidade no Concelho de Ourique	12	9.2.1	Avaliação do efeito dos extractos radiculares na atividade do patogénio em laboratório e em estufa	43
5	Biologia de Fitóftora	15	9.2.2	Avaliação do efeito de <i>Diplotaxis tenuifolia</i> e <i>Eruca sativa</i> na proteção de plântulas de <i>Quercus</i> contra a infecção por Fitóftora em condições de estufa	45
6	Condições edafoclimáticas que contribuem para a doença	18	10	Monitorização do crescimento anual radial de sobreiros e azinheiras	47
6.1	Solos estudados no Concelho de Ourique	19	11	Estratégias para minimizar o impacto de Fitóftora	51
6.2	O uso do solo no Concelho de Ourique	21		Glossário	54
7	A Vegetação observada nos montados visitados	25		Bibliografia Consultada	58
8	Vegetação observada em áreas afetadas pelo declínio associado a Fitóftora; hospedeiros suscetíveis e tolerantes	30		Anexos	66
8.1	Arbóreas	31		Anexo I - Vegetação arbustiva e herbácea registada nos montados visitados em Ourique	67
8.2	Arbustivas	34		Anexo II - Listas de plantas hospedeiras de Fitóftora	72
8.3	Herbáceas	36		Anexo III - Listas de plantas não hospedeiras de Fitóftora	74

1

Enquadramento

A perda de vitalidade das árvores de sobreiro e de azinheira, a fraca regeneração natural e a conseqüente degradação do sistema montado, é observada com maior incidência nas áreas mais interiores de Portugal, como por exemplo, nas regiões do Baixo Alentejo e do Algarve. No concelho de Ourique, onde o problema é importante, a preocupação dos Proprietários e Gestores deu origem ao desenvolvimento do Projeto GO-Declínio do Montado. Este projeto surgiu da parceria entre sete instituições, dois institutos públicos (INIAV, I.P. e ICNF, I.P.), duas associações de produtores (ACPA e ANCPA), uma empresa (Barrancarnes, Transformação Artesanal, SA) e Produtores/Gestores que disponibilizaram áreas de estudo no concelho de Ourique (“Álamos” e “Montes Altos” situados na Freguesia de Ourique e “Monte da Laborela” situado na Freguesia de Panóias).

“
esta publicação tem como objetivo contribuir para uma melhor e mais eficiente gestão do montado, através da prevenção e proteção de áreas ainda não afetadas, bem como em áreas já em declínio.
”

O Grupo Operacional teve como principal objetivo implementar uma gestão equilibrada que englobasse medidas culturais simples (fertilização do solo e aplicação de pastagens melhoradas) e de fácil de aplicação, de modo a minimizar o problema do declínio do montado, melhorando também a qualidade dos solos. De acordo com esse objetivo o GO-Declínio propôs estudar misturas de plantas que contribuíssem para a redução da atividade do patogénio no solo e conseqüentemente para o seu controlo biológico, com impacto na produção e qualidade da bolota, e na criação do Porco Alentejano.

Esta publicação reúne a informação técnica resultante do desenvolvimento do projeto, com o objetivo de contribuir para uma melhor e mais eficiente gestão do montado, através da prevenção e proteção de áreas ainda não afetadas, bem como em áreas já em declínio.

2

O Montado

Na maior parte do Alentejo, a Vegetação Natural Potencial corresponde a comunidades florestais. No entanto é rara a extensão ocupada por florestas potenciais alentejanas de sobreirais, de florestas de sobreiro e azinheira e de carvalhais de folha caduca (*Quercus pyrenaica* Willd e *Q. faginea* Lam.). Na paisagem predominam estruturas seminaturais, como os montados em resultado de modificações antrópicas da Vegetação Natural Potencial.

O montado é caracterizado pela sua estabilidade, multifuncionalidade e sustentabilidade, assegurando uma notável biodiversidade e constituindo uma barreira eficaz contra a desertificação.

Os montados são sistemas agro-silvopastoris que associam uma cultura arbórea em povoamentos abertos de baixa densidade a uma cultura agrícola em sub-coberto com exploração de gado. O estrato arbóreo é formado por espécies do género *Quercus*. Estes sistemas distribuem-se por áreas de clima mediterrânico sub-húmido seco e semi-árido. No Alentejo dominam os montados de sobreiro (*Q. suber* L.) e de azinho (*Q. rotundifolia* Lam.) mas também se encontram povoamentos mistos e de carvalho-negral (*Q. pyrenaica*).

Em paisagens não perturbadas o estrato herbáceo é formado por prados vivazes. No entanto, na grande maioria dos montados dominam pastagens nitrófilas de fraca diversidade florística influenciados pela intensidade do pastoreio. Nas áreas ligadas à atividade cinegética, da caça como em Ourique, os montados apresentam um estrato arbustivo desenvolvido de estevais (*Cistus* spp.) e rosmarinhais (*Rosmarinus* spp.).

A regeneração natural de sobreiro e azinheira beneficia da existência de formações arbustivas podendo em alguns casos ser bastante abundante. Em regra, constata-se que quanto maior for a diversidade do sub-coberto mais abundante é a regeneração natural do sobreiro e mais elevada a sua taxa de sobrevivência. Em geral é possível distinguir três tipos de estrato arbustivo: denso de medronheiro, denso de esteva e mais esparso incluindo uma diversidade de espécies como tojos (*Ulex* spp.), sargaços (*Cistus* spp.), urzes (*Erica* spp. e *Calluna* spp.), silvas (*Rubus* sp.), esteva (*Cistus ladanifer* L.), carqueja (*Pterospartum tridentatum* (L.) Willk.) e Giestas (*Cytisus*, *Spartium*, *Retama* e *Adenocarpum*). Estas espécies juntamente com carrascos (*Q. coccifera* L.), zimbros (*Juniperus* spp.) e rosmaninhos (*Rosmarinus* spp.) podem ainda aparecer associados aos dois primeiros tipos.

Declínio nos montados: Uma doença do ecossistema

“

A exploração intensiva do sub-coberto contribui para a degradação do montado, perda de fertilidade e para o aparecimento de pragas e doenças.

”

A densidade das árvores pode variar desde o copado quase serrado a árvores muito esparsas. Este caso corresponde aos montados estudados no projeto GO-Declínio do Montado em que a dominância ecológica pertence a tipos herbáceos de vegetação e não às arbustivas.

No montado pastado por ovinos, com o encabeçamento adequado, existe uma persistência de vegetação herbácea vivaz, densa durante todo o ano, o que dificulta a invasão por arbustos heliófilos (*Cistus*, *Lavandula*, *Caluna*, *Ulex*, *Rosmarinus*, *Cytisus*).

Pelo contrário em montados menos bem geridos em que o gado bovino substitui os rebanhos de ovinos, com encabeçamentos demasiado elevados proliferam pastagens nitrófilas. São comunidades dominadas por grandes cardos (*Onopordeneia*), por sapinho-roxo (*Spergularia purpurea* (Presl) G. Don. fil.) e por cabelo-de-cão (*Poa annua* L.), bem como, por outras plantas bienais ou vivazes arrosadas de grande biomassa que dominam as pratenses, destruindo a pastagem.

No montado típico, a regeneração natural encontra-se deprimida ou é mesmo inexistente. O uso pastoril e agrícola (cereais) do sub-coberto impede o sucesso das plântu-

las de sobreiro ou azinheira. A maioria dos montados de Ourique não tem regeneração suficiente para manter uma estrutura etária que garanta a substituição sucessiva das árvores que morrem. De facto, em Ourique a densidade dos montados tem vindo a diminuir e pelo contrário, a área de matos tem vindo a aumentar.

Muitos montados não são sistemas sustentáveis na ausência de gestão activa: mobilização do solo; rotação de culturas, abstenção faseada de culturas no sub-coberto; pastoreio adequado com seleção do tipo de gado e da intensidade do encabeçamento. Para evitar a eutrofização do montado pelo gado bovino é necessária a gestão do encabeçamento e a instalação de pastagens melhoradas ou a produção de forragem para ensilagem.

A exploração intensiva do sub-coberto contribui para a degradação do montado, perda de fertilidade e para o aparecimento de pragas e doenças. Medidas culturais como mobilizações excessivas, ausência de pousios, aplicação de culturas subsidiadas e falta de gestão da vegetação espontânea, promovem o domínio de espécies invasoras, como as das comunidades de vegetação nitrófila de grande biomassa, como já referido.

O declínio do montado é um problema que se tem vindo a agudizar em algumas zonas da área da sua distribuição com particular incidência no interior de Portugal. Esta situação, com graves implicações ecológicas e socio-económicas, mostra uma elevada mortalidade contribuindo para a redução do número de árvores (sobreiros e azinheiras) por hectare. A perda da vitalidade das árvores manifesta-se através da descoloração das folhas, desfolha com rarefação da copa, aparecimento de ramos com pontas secas, manchas no tronco, etc., sintomas que se podem expressar em toda a árvore ou por sectores (Figura 1).



Figura 1
Azinheira com sintomas de declínio apresentando desfolha e dieback na região de Ourique

Nas áreas afetadas e em certas condições, a vegetação do sub-coberto, também pode apresentar alterações, quer na sua aparência (amarelecimento e/ou seca de folhas), quer com a morte de plantas.

Vários fatores podem contribuir para a fragilização do montado e, conseqüentemente, para o seu declínio: ocorrência de pragas e doenças, fatores fisiográficos e edafo-climá-

ticos, práticas culturais inadequadas e características do sub-coberto presente (tipo de vegetação herbácea e arbustiva). O aumento da 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 é, assim, fortemente influenciada por condições ambientais que têm ação nos patógenos, nos insetos, nos hospedeiros e na interação entre estes fatores. A gestão dos povoamentos, também pode contribuir de forma positiva ou negativa para este fenómeno. Existem ainda outros ângulos da paisagem, onde estão inseridos os montados que influenciam esta doença. Nas regiões mais acidentadas as vertentes expostas a sul encontram-se, em geral, mais afetadas do que as expostas a norte, com maior número de árvores mortas ou apresentando sintomas, bem como ao longo de linhas de água (Figura 2A), onde por vezes, as árvores secas são bastante evidentes. As áreas de acumulação de água em solos delgados, onde se encontra a maioria das raízes das árvores favorecem a atividade de patógenos do solo, conferindo más condições ao desenvolvimento saudável das plantas e aumento de infeções. Também as áreas frequentemente visitadas por animais, como o local de estabulação ou as pastagens, são

zonas predispostas ao aparecimento de focos de doença.

Na Figura 2B, pode-se observar perto do montado dos “Montes Altos”, perto da Aldeia dos Fernandes, acompanhado desde 2012, uma área plana de cota mais baixa, com muitas árvores de azinho completamente mortas (secas), em contraste com as azinheiras que se encontram na cota mais elevada, as quais aparentam estar saudáveis. Situação que pode ter ocorrido em consequência de acumulação de água e da sua interação com microrganismos presentes no solo. Inúmeros estudos associam a elevada presença do patógeno *Phytophthora cinnamomi* Rand (Fitóftora), nos solos da Península Ibérica em áreas de Montado/Dehesas de *Quercus* spp., com o declínio. O enfraquecimento e morte, dos sobreiros, azinheiras, e de outras espécies da vegetação na presença do patógeno, leva a que vários autores o considerem, como um agente importante no declínio destes ecossistemas e uma ameaça à sua conservação.



Figura 2
A - Sobreiros evidenciando declínio em zona infestada ao longo de linha de água (Barranco do Velho, Loulé)
B - Árvores mortas (azinheiras) numa zona plana perto do montado dos Montes Altos, Ourique (2014). Ao fundo numa área de cota mais elevada, é possível vislumbrarem-se árvores saudáveis.

Este patógeno pode ser encontrado em florestas, bosques e matos (onde predomina um estrato arbustivo e de plantas esclerofilas).

Embora, o declínio e a elevada mortalidade no sobreiro já viessem a ser observados desde finais do séc. XIX, só em 1946 é que o patógeno, Fitóftora, foi isolado pela primeira vez de sobreiros doentes. Durante a década de 80 do séc. XX, a situação tornou-se mais grave, tendo surgido notícias alarmantes publicadas pela imprensa local da época, dando conta de uma rápida incidência e expansão do declínio nas regiões sudeste da Península Ibérica, Alentejo, Algarve, Andaluzia e Extremadura. O declínio depressa se tornou um problema florestal de elevada importância, ameaçando a preservação do

sistema agro-silvo-pastoril, montado, bem como dos sobreirais.

Desde a década de 90 do século XX, este tema tem vindo a ser objeto de vários projetos de investigação, em Portugal e em Espanha. Contudo, ainda existem muitas questões por esclarecer de modo a controlar definitivamente o problema.

Como exemplo apresenta-se na Figura 3 as áreas de dois montados situados no concelho de Ourique (Monte da Laborela - freguesia de Panóias e Conceição e Montes Altos - freguesia de Ourique) onde é possível observar uma alteração da densidade do montado, com redução por morte das árvores entre 1979 e 2018, mais evidente no Monte da Laborela.

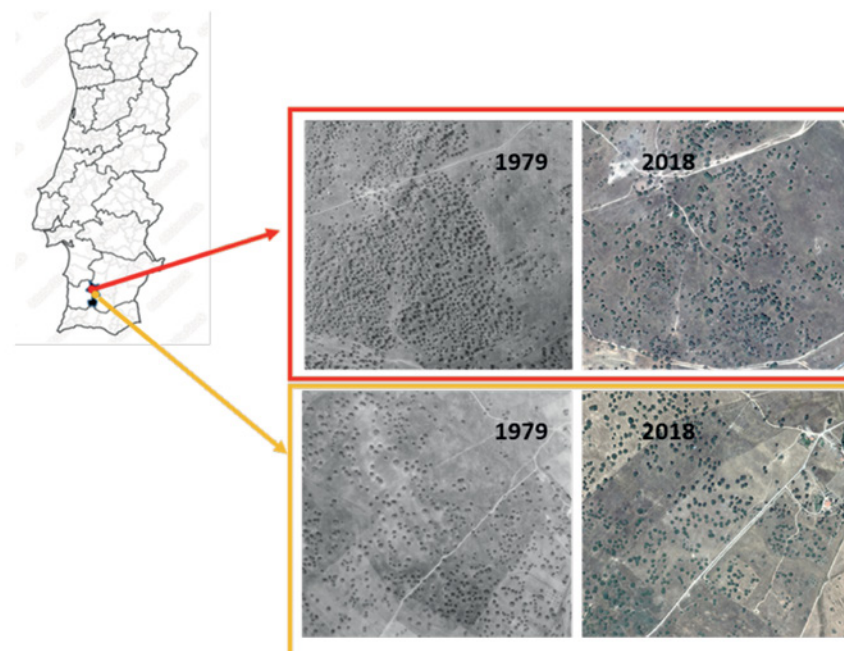


Figura 3
Localização das duas áreas de montado no concelho de Ourique, Monte da Laborela (em vermelho) e Montes Altos (em amarelo). Fotos aéreas do ano de 1979 (a preto e branco) e de 2018 (em cor RGB). As alterações de densidade observadas no arvoredo estão relacionadas com os povoamentos de azinho, as clareiras e redução da densidade são o resultado da morte das árvores, sendo mais evidente no Monte da Laborela. (Figura modificada de Costa & Moreira, 2023).

4

Avaliação da mortalidade no Concelho de Ourique

A elevada mortalidade de sobreiro e azinho nas áreas de montado situadas no concelho de Ourique tem vindo a ser observada desde há várias décadas. Em 2012 era referido que havia montados com uma densidade de 14 árvores/ha localizados nas freguesias de Ourique, Panóias e Garvão. O conhecimento da mortalidade do sobreiro e da azinheira neste concelho é importante para se poder avaliar o impacto da doença nas diferentes áreas da região. Com este objetivo fez-se o levantamento do número de pedidos de abate de árvores (sobreiros e azinheiras) entre 1999 e 2018 neste concelho, tendo a sua avaliação sido distribuída por freguesias. A seca das árvores foi o principal motivo indicado para o seu abate. O número de árvores abatidas (%) e a área afetada (%) em cada freguesia estão representados na Figura 4 e mostram que:

- A freguesia de Ourique foi a que apresentou a maior área afetada e o número mais elevado de árvores abatidas, relativamente às restantes freguesias, com uma tendência crescente no período avaliado;

- Inversamente, nas outras freguesias observaram-se valores baixos de áreas afetadas e de árvores abatidas, com uma tendência decrescente. A queda no número de árvores abatidas, em particular, nos anos de 2016, 2017 e 2018, foi evidente na freguesia de Panóias. Em Santana da Serra e no Garvão, tanto a área afetada, como o número de árvores abatidas mostraram-se reduzidos durante o período avaliado, e entre 2015 e 2018 essa redução foi ainda mais significativa.

Em complemento, foi elaborado um questionário e aplicado a alguns produtores/gestores do concelho de Ourique com a finalidade de saber: (i) se algumas medidas culturais já identificadas como desfavoráveis ao montado por fomentarem a instalação e disseminação da doença, eram utilizadas no concelho; (ii) em que zonas se utilizavam; (iii) como é que os proprietários encaravam a problemática do declínio.

“ O conhecimento da mortalidade do sobreiro e da azinheira neste concelho é importante para se poder avaliar o impacto da doença nas diferentes áreas da região. ”

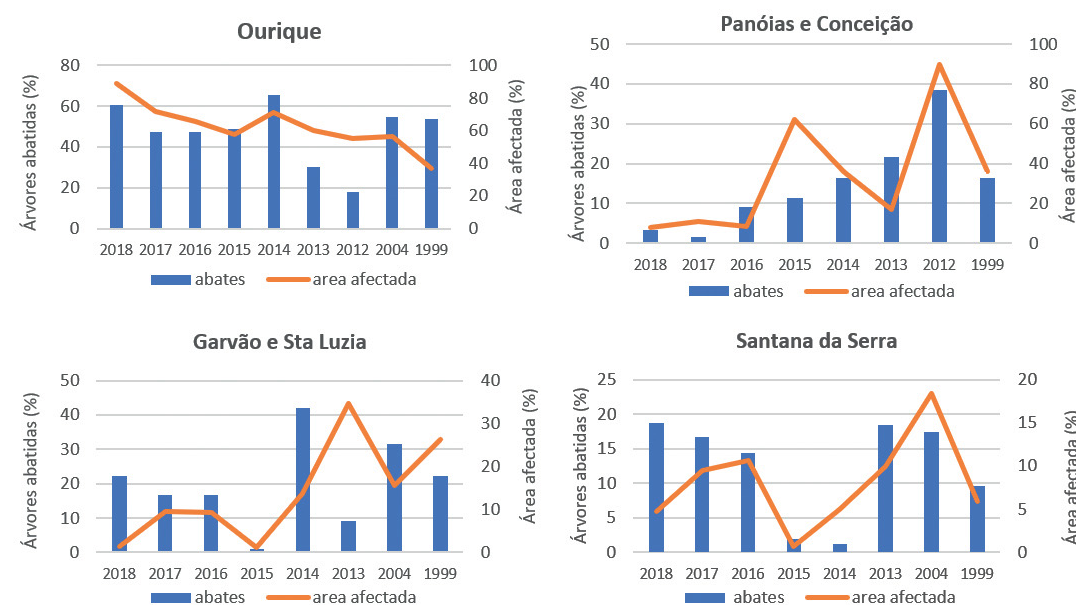


Figura 4 Percentagens de árvores abatidas e da área afetada distribuídas pelas freguesias no concelho de Ourique entre 1999 e 2018.

O concelho foi dividido em quatro zonas: 1 Norte - freguesia de Panóias; 2 Encalho - freguesia de Ourique; 3 Ourique e Aldeia de Fernandes; 4 Santana da Serra. O resultado da avaliação das medidas culturais mais comuns encontra-se resumido na Figura 5.

Destaca-se a utilização da sementeira de tremocilha, como adubo verde, que aparece de forma recorrente, com maior incidência na zona de Ourique; a gradagem para controlo dos matos, uma prática ainda bastante comum nas quatro zonas avaliadas; e ainda o encabeçamento com gado bovino, com maior relevo na freguesia de Panóias e na zona que vai de Ourique para Aldeia de Fernandes. Como poderemos ver mais adiante, estas medidas predisõem o aparecimento da doença. A sementeira de tremocilha favorece a produção de propágulos do patógeno influenciando a sua atividade; as mobilizações do solo (gra-

dagens) causam impacto no arvoredo pela destruição das raízes mais superficiais, reduzindo a biomassa radicular disponível para a absorção de água e nutrientes; e o encabeçamento do gado bovino, se for excessivo, causa compactação do solo através do pisoteio dos animais, com influência nos organismos do solo e no desenvolvimento radicular das plantas. Estas medidas culturais podem ter impacto na instalação e na disseminação da doença.

Os proprietários confirmaram ainda, que têm vindo a observar o aumento da mortalidade, particularmente nas últimas décadas, com a consequente redução da densidade dos povoamentos. A fraca regeneração natural que se tem constatado nos montados da região, foi também referida por todos os proprietários inquiridos como uma grande preocupação, na medida que põe em risco a preservação destes povoamentos a médio prazo.

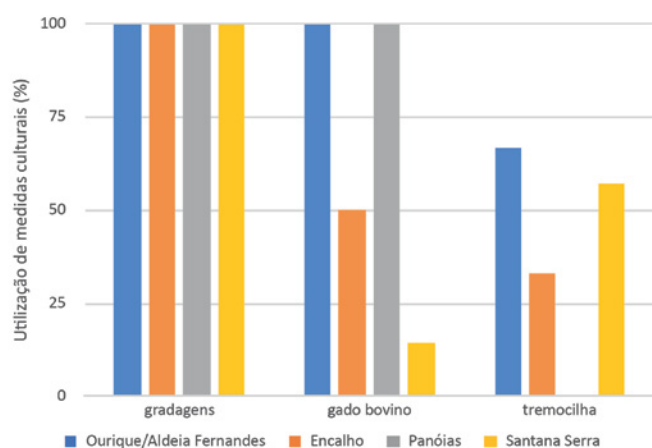


Figura 5
Medidas mais comuns aplicadas na gestão dos montados.

O patógeno Fitóftora é um Oomiceta, organismo filamentosos, que desenvolve todo o seu ciclo de vida no solo e nos tecidos das plantas. Em condições favoráveis de humidade e temperatura do solo, infeta as raízes das plantas, causando-lhes danos que limitam ou impossibilitam totalmente a absorção de água e nutrientes, enfraquecendo-as gradualmente, as quais, acabam na maioria das vezes por morrer.

Este patógeno infeta principalmente as raízes finas das árvores ou arbustos, invadindo os tecidos vasculares responsáveis pela captação e transporte de água e nutrientes. Ao ficarem inoperacionais, as raízes comprometem o abastecimento de água e nutrientes à parte aérea das plantas, resultando na sua morte progressiva ou súbita. Se o ataque for moderado, as árvores poderão manter-se vivas, apresentando sintomas progressivos de enfraquecimento, e a sua morte pode levar meses ou anos - “declínio” (Figura 6) ou pode ser muito rápida - “morte súbita”, ocorrendo em poucas semanas, dependendo do porte da planta e das condições ambientais locais (Figura 7). Nesta última situação, as folhas secam rapidamente ficando aderentes ao tronco ainda durante algum tempo. 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.

O patógeno não é visível a olho nú. Em preparações observadas através dum micros-

cópio é possível ver a sua estrutura principal, o micélio, constituído por uma massa de hifas que são estruturas semelhantes a cabelos entrelaçados (Figura 7), sendo por isso, morfológicamente semelhante aos fungos. O patógeno, necessita de água livre no solo para o desenvolvimento do seu ciclo de vida, sendo, portanto, “húmido-dependente”. O solo húmido e com temperaturas amenas proporciona 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 (Figura 8).

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. A germinação destes esporos é estimulada na presença de exsudados radiculares. Este patógeno apresenta mais de 5000 hospedeiros em todo o mundo sendo considerado uma das 100 espécies invasoras mais virulentas do mundo (International Union for Conservation of Nature-IUCN). Nas regiões de clima Mediterrânico o elevado número de hospedeiros, mais de 1000 espécies lenhosas, alguns deles assintomáticos, associada à sua capacidade de sobrevivência são condições que contribuem para dificultar o seu controlo.



Figura 6
Azinheira em declínio onde é evidente a desfolha, bem como a seca das extremidades dos ramos (*dieback*). As imagens de dimensão mais reduzida mostram o micélio e estruturas vegetativas do patogénio que se encontram nas raízes e no solo.



Figura 7
Sobreiros evidenciando morte súbita: seca das folhas que ficam aderentes à copa.

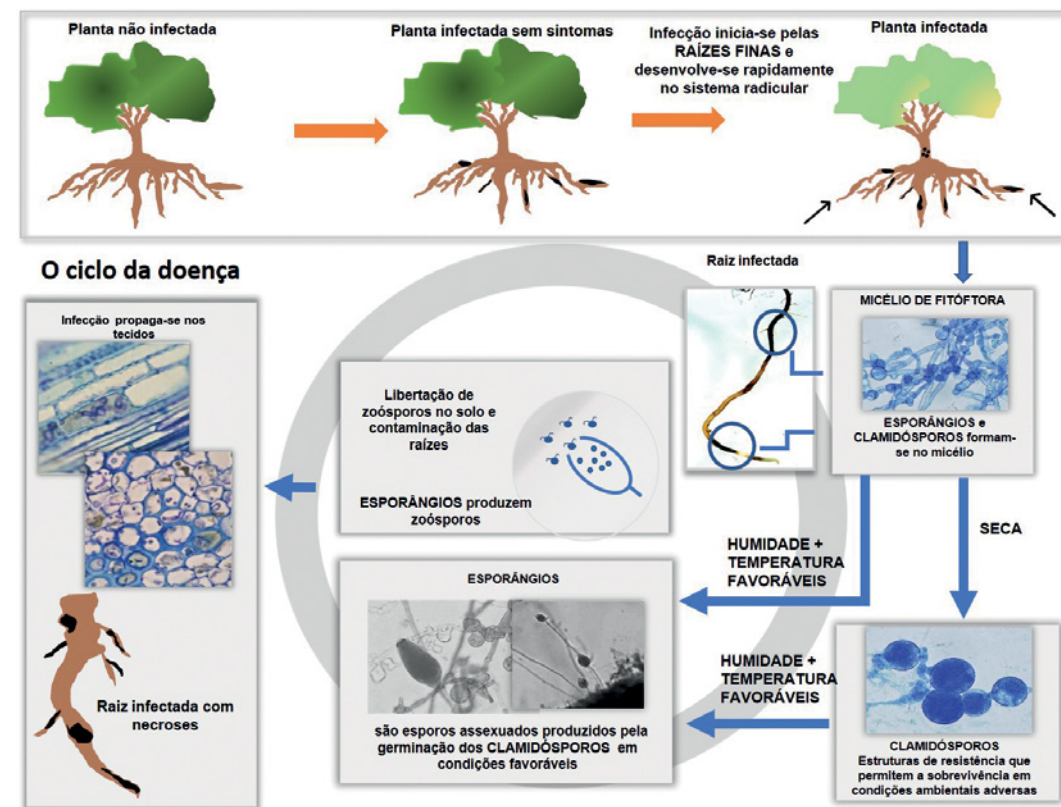


Figura 8
Ciclo de vida de Fitóftora. Fotos: ACMoreira e CMedeira; Esquema de ACMoreira

“
O patogénio *Fitóftora* é um Oomiceta, organismo filamentos, que desenvolve todo o seu ciclo de vida no solo e nos tecidos das plantas.
”

6

Condições edafoclimáticas que contribuem para a doença

A doença e a sua expressão variam de local para local dado que a atividade e distribuição de *Fitóftora* é influenciada por fatores ambientais e pelo tipo de solo.

Na Península Ibérica, a textura do solo, o clima, as espécies de plantas presentes e o uso do solo são condições importantes na distribuição de *Fitóftora* em cada zona, dado que a sua distribuição no solo não apresenta um padrão aleatório. Os solos delgados, de textura fina (com maiores percentagens de argila e de limo), com maior capacidade de retenção de água e com menores teores de matéria orgânica e de fósforo são os que mais favorecem o desenvolvimento deste patogénio e os que mais influenciam a instalação e a disseminação da doença. A existência de rocha-mãe perto da superfície impede o aprofundamento do sistema radicular, obrigando a que este se desenvolva sobretudo na camada superficial dispondo de um pequeno volume de solo para absorção de água e nutrientes. Uma pequena quantidade de precipitação pode saturar rapidamente um solo pouco espesso, promovendo condições favoráveis à dispersão de esporos (zoósporos - ver Figura 8) e à consequente infeção. Estes solos, por terem pouca profundidade também secam mais facilmente. O pequeno volume de solo disponível é onde se concentra a maioria das raízes, o que em condições favoráveis, facilita a esporulação do patogénio e a consequente colonização das raízes, dando origem a um aumento da sua população.

A heterogeneidade dos solos contribui também para a atividade do patogénio e para a expressão da doença, ou seja, para a sua distribuição. Solos relativamente profundos podem apresentar camadas impermeáveis próximo da superfície em diferentes locais o que impede a livre drenagem, sujeitando a planta a períodos alternados de encharcamento e seca, situação que associada à baixa fertilidade dos solos tem elevado impacto na dinâmica do patogénio e na instalação da doença. De facto, vários estudos indicam que é nos solos esqueléticos (ex: Leptosolos) que se observam as áreas mais afetadas e maior mortalidade em sobreiros. Além do solo, outros fatores locais de paisagem, como a orientação e a forma do terreno podem condicionar a doença, através das alterações que podem induzir nas condições de humidade do solo com diferentes impactos nas árvores. Assim, observa-se maior mortalidade em povoamentos de sobreiro e azinho situados em encostas viradas a sul do que noutras orientações; povoamentos em zonas mais planas e de meia-encosta também mostraram estar mais predispostos para a doença.

Nas últimas décadas os sistemas florestais de sobreiro e azinheira têm vindo a ser sujeitos a alterações climáticas, como seja, períodos de seca prolongadas alternados com chuvas intensas e aumento da temperatura média, as quais são condições que têm impacto no desenvolvimento das árvores e na dinâmica da população do patogénio, o que, certamente estará a influenciar este fenómeno.

6.1 Solos estudados no Concelho de Ourique

Em Portugal este patogénio encontra-se disseminado de norte a sul (Figura 9), tendo, contudo, maior impacto no centro e sul, em áreas de menor precipitação e de solos mais pobres e delgados, onde o declínio apresenta maior incidência. Como já referido, a *Fitóftora* apresenta uma elevada gama de hospedeiros, o que lhe permite estar presente em áreas bem diversas, contudo as características físicas e químicas dos solos e outras condições locais condicionam a sua atividade.

De acordo com um estudo efetuado em 2012, no âmbito do Projeto-piloto: “Recuperação do Montado de sobreiro e azinho no Concelho de Ourique” desenvolvido pela Associação de Criadores de Porco Alentejano e com o apoio e colaboração da Câmara Municipal de Ourique, foram classificados 700 ha de solos de montados situados neste concelho do Baixo Alentejo. Os tipos de solos encontrados com maior frequência foram os Regossolos, os Ferralssolos e os Leptosolos (WRB, 2006; INFOSOLO). O estudo mostrou que na freguesia de Ourique prevalecem os Regossolos/Leptosolos e nas freguesias de Panóias e de Garvão predominam os Ferralssolos, em regra todos eles, delgados (espessura reduzida) e com elevada pedregosidade. Em geral, estes solos são ácidos ou pouco ácidos, apresentando níveis de matéria orgânica médios, teores de fósforo assimilável baixos a muito baixos e de potássio assimilável altos e médios, ou seja, com características favoráveis à instalação e atividade do patogénio. A presença de *Fitóftora* quer em raízes, quer no solo foi confirmada com frequência em diferentes zonas de montados neste concelho.

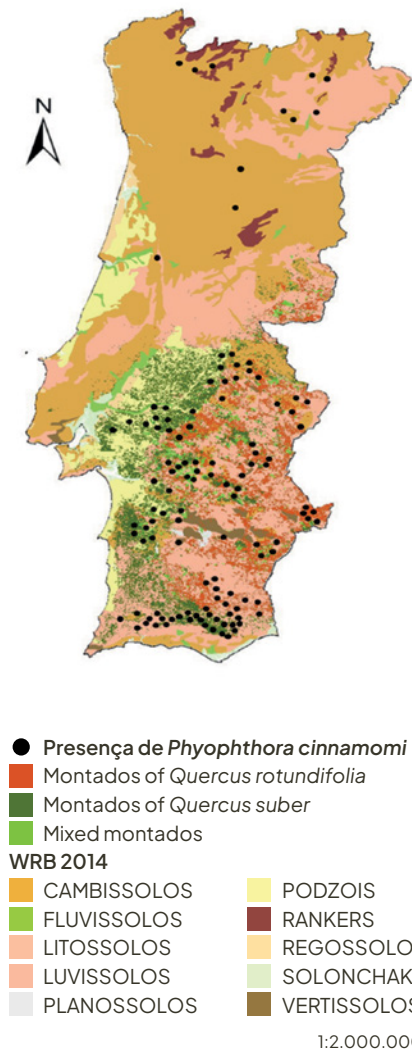


Figura 9
Locais, em diferentes tipos de solos onde foi isolada *Fitóftora*. É evidente a maior densidade de focos localizada a sul. (P. Godinho & A. Moreira, 2018)

“

É importante que a fertilidade dos solos seja monitorizada para que estes estejam em condições de responder às necessidades que lhes são impostas.

”

Na época foram efetuadas fertilizações no solo nas áreas avaliadas. Em relação ao pH foram aplicados corretivos alcalinizantes (calagem), dado que os valores médios de pH (H₂O) se situavam entre 5,1 e 5,9 (ácidos) e, o aumento desses valores para 6,0 ou 6,5, mais próximos da neutralidade, era importante.

A acidez do solo compromete, não só, a absorção de diversos nutrientes, em especial N, P, Ca e Mg, mas também as características biológicas, influenciando a atividade dos microrganismos do solo, indispensáveis na transformação dos nutrientes. O pH baixo nos solos, oferece ainda condições favoráveis à atividade de Fitóftora, uma vez que este patogénio tem preferência por solos ácidos. Foram ainda efetuadas fertilizações fosfatadas para, pelo menos, aumentar os níveis de fósforo no solo, muito embora a fertilização seja dependente da árvore presente e da cultura a instalar (arvense, forrageira ou outra).

Dois anos após a aplicação da calagem verificou-se que alguns dos Regossolos haviam

melhorado ligeiramente o seu valor de pH, embora, no geral, ainda apresentassem valores baixos. Os restantes parâmetros continuavam em desequilíbrio. Estes resultados indicam que uma única aplicação pode não ser suficiente para a correção dos solos e para aumentar os seus níveis de fertilidade. Assim, recomenda-se efetuar análises de solo com alguma regularidade* para avaliar os níveis de fertilidade, e quando necessário, proceder à sua correção. Como já referido, os níveis dos nutrientes (macro e micro), da matéria orgânica e ainda o valor do pH, influenciam os microrganismos do solo (microbioma) alterando a sua composição. Um solo equilibrado pode apresentar supressividade, característica que confere proteção às raízes das plantas contra a ação dos agentes patogénicos, como sejam, fungos, oomicetas e outros microrganismos, contribuindo ainda para uma boa vegetação das árvores, melhorando a sua resistência aos diferentes fatores de stress, bióticos e abióticos.

*<https://www.iniav.pt/divulgacao/publicacoes-bd/manual-de-fertilizacao-do-sobreiro>

6.2 O uso do solo no Concelho de Ourique

A descrição dos padrões espaciais do declínio do montado de sobreiro e de azinheiro ao nível da paisagem pode proporcionar uma melhor perceção sobre as suas possíveis causas e ajudar na identificação, à escala local e regional, dos fatores de risco dominantes. De entre a multiplicidade de fatores, destacam-se, o tipo de solo, a fisiografia do local (exposição e declive), o uso (ou intensidade de uso) do solo e ainda a incidência de agentes patogénicos como Fitóftora.

No GO Declínio do Montado foram detetadas e interpretadas as principais alterações do mosaico florestal das áreas de floresta e de montado, com sobreiro e com azinheiro, no concelho de Ourique entre 1979 e 2018. Os padrões espaciais de declínio do sobreiro e da azinheiro durante este período foram caracterizados e utilizados para o mapeamento de áreas de risco, mais sensíveis, de declínio do montado de sobreiro e azinheiro, com identificação dos fatores de risco dominantes.

O declínio do montado é um fenómeno complexo devido aos múltiplos fatores, primários ou predisponentes e secundários ou oportunistas. No entanto, existe um consenso generalizado sobre a grande importância da disponibilidade hídrica na mortalidade das árvores, principalmente por causa da semelhança entre os sintomas de declínio e de deficit hídrico crónico.

No concelho de Ourique, o declínio dos sobreiros e azinheiras está relacionado principalmente com as condições extremas de secura (Figura 10). O padrão espacial do declínio mostrou, de modo consistente, que os atributos do local que influenciam diretamente a disponibilidade de água são fatores chave para a mortalidade do arvoredo e para o declínio do ecossistema florestal com sobreiro e azinheiro. De entre os dois tipos de solos dominantes, Regossolos e Leptossolos, a incidência da mortalidade foi muito superior neste último, sugerindo que esta está diretamente associada à profundidade do solo. Assim, a reduzida espessura dos Leptossolos deverá influenciar negativamente o enraizamento profundo e o desenvolvimento de sistemas radicais profundos das árvores. Estas, têm acesso limitado à água das camadas profundas durante o período estival, no clima mediterrânico, de secura extrema, com consequências para a intensidade e duração do stress hídrico no arvoredo.

Em relação às características fisiográficas da paisagem, de um modo geral, o declínio foi maior na exposição sul e ocorreu sobretudo em áreas de maior declive e/ou em cumeadas. A maior incidência de mortalidade em exposições a sul comparativamente a outras orientações, sugere um aumento do stress hídrico das árvores causado por uma radiação solar mais intensa, assim como provavelmente, o acentuar das condições de secura, resultados que estão em linha com estudos anteriores.

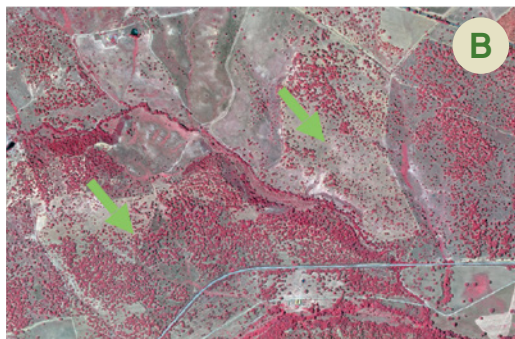
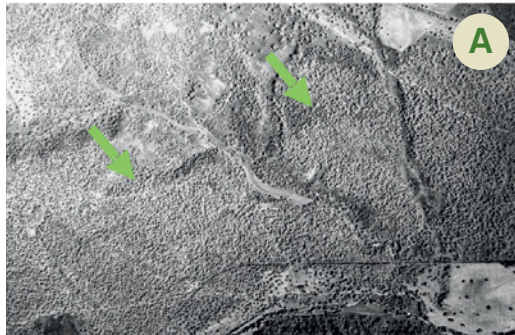


Figura 10
Alteração de uso do solo no concelho de Ourique no período entre 1979 e 2018:
A 1979 - floresta densa de sobreiro e de azinheira;
B 2018 - área de montado e/ou área agrícola, após a mortalidade de grande parte do arvoredo. Setas apontam áreas notáveis.

A manutenção da área de sobreiro e de azinheira realiza-se com base em novas áreas de arborização através de plantação principalmente com sobreiro. A área de sobreiro do concelho de Ourique ocupa 25 mil hectares e é relativamente superior à área de azinheira, que ocupa 16 mil hectares. Nas áreas de povoamentos juvenis de sobreiro e azinheira foram observadas diferentes taxas de sobrevivência e de crescimento das árvores entre exposição Sul e outras exposições (Figura 11).

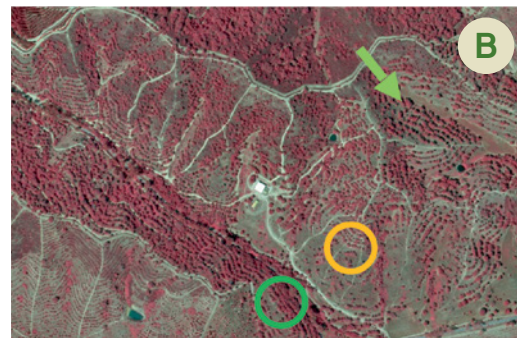
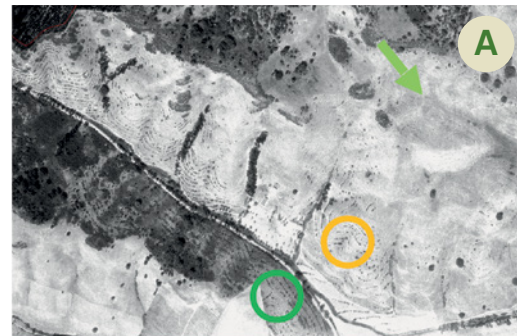


Figura 11
Alteração de uso do solo no concelho de Ourique no período entre 1979 e 2018:
A 1979 - plantação de sobreiro e azinheira em diferentes exposições dominantes Norte (círculo verde) e Sul (círculo laranja);
B 2018 - plantação de sobreiro e azinheira em diferentes exposições dominantes Norte (círculo verde) e Sul (círculo laranja). Setas apontam (outras) áreas notáveis.

O montado é um sistema muito heterogêneo ao nível da estrutura de gestão que pode ser mais ou menos intensiva para cada uma das três componentes tradicionais, florestal, agrícola e pecuária, dependendo ainda das condições locais fisiográficas da paisagem e do potencial do solo. Desde o sistema de denso arvoredo orientado para a maximização da produção de bolota, lenha ou cortiça, nas regiões com declives mais acentuados e de solos mais pobres, até ao sistema essencialmente agrícola, com cultura agrícola/pastagem melhorada sub-coberto, de arvoredo mais disperso. Esta diversidade intrínseca se não bem equilibrada pode originar a redução da capacidade produtiva, a falta de regeneração e a decrepitude precoce das árvores e assim ameaçar a sustentabilidade ecológica do ecossistema florestal.

A mortalidade do arvoredo está também diretamente relacionada com a intensidade de uso do solo. O padrão espacial do declínio do montado mostrou, de modo consistente, que o montado de sobreiro e azinheira neste período de tempo teve um aumento da fragmentação do mosaico principalmente à custa de uma tendência de extensificação do uso do solo em consequência do abandono de áreas aráveis e aumento da área de matos, e em sentido contrário, à custa de uma tendência de intensificação de uso do solo, com a transformação da área de cultura de cereal de grão, de sequeiro, em olival intensivo e em plantações de pinheiro manso e eucalipto (Figuras 12 e 13).

A intensificação da componente pecuária na estrutura da gestão do montado é ilustrada pelo aumento do número de charcas e de pontos de água (Figura 12 e 13) que cresceu exponencialmente para o período observado. A intensificação da componente agrícola (áreas com regadio) e da componente pecuária em detrimento da componente florestal autóctone, pode provocar a compactação dos solos provocado pelo pisoteio, a erosão e esgotamento do fundo de fertilidade com a consequente degradação das condições de vegetação e aumento da decrepitude precoce do arvoredo com ausência completa de regeneração natural.



Figura 12
Alteração de uso do solo no concelho de Ourique no período entre 1979 e 2018:
A 1979 - montado de sobreiro e azinheira (círculo verde);
B 2018 - povoamento de eucalipto e intensificação da cultura agrícola (círculo laranja).

A Vegetação observada nos montados visitados

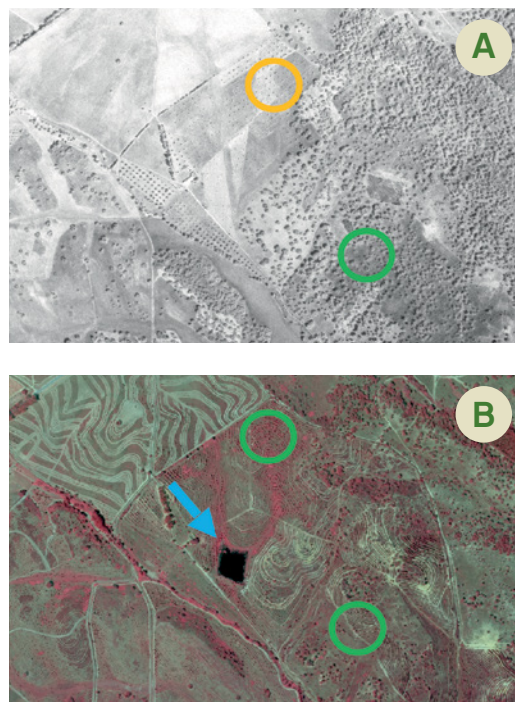


Figura 13
Alteração de uso do solo no concelho de Ourique no período entre 1979 e 2018:
A 1979 - olival (círculo laranja) e montado denso de sobreiro e azinho (círculo verde);
B 2018 - novas plantações de sobreiro (círculos verdes). Ponto central é a charca (seta).

No concelho de Ourique, são as condições do clima tipicamente mediterrânico agudizadas pelos efeitos das alterações climáticas no regime de precipitação e temperatura que influenciam de modo decisivo o declínio dos montados. Assim, é nas áreas mais degradadas, de solos mais erosionados, compactos e esqueléticos, dominadas por vegetação muito competitiva pelos recursos hídricos e minerais como sejam por matos heliófilos, nas exposições a sul, e em declives mais aplanados ou em cumeadas onde o declínio se faz sentir de modo mais acentuado. Estas são as áreas onde pode existir menor disponibilidade de água para a árvore, quer por competição com outras espécies, quer por inibição do desenvolvimento radicular profundo, quer por difícil acesso à água subterrânea, que é a principal fonte de alimento para a sobrevivência durante o período de Verão. Todos estes fatores contribuem para uma maior predisposição das árvores às infeções por agentes fitopatogénicos e, em particular, dos que causam problemas radiculares, tais como Fitóftora.

Os Montados são importantes “hotspots” de biodiversidade. As espécies presentes na vegetação arbustiva e herbácea do sub-coberto neste sistema agro-silvo-pastoril depende essencialmente de fatores locais, tais como o clima, o tipo de solo e da gestão aplicada em cada zona/região.

Nos vários montados visitados no concelho de Ourique, durante os anos de 2018 e 2019, situados nas freguesias de Panóias e Conceição, Ourique e Garvão, a comunidade florística observada no sub-coberto arbustivo e

herbáceo era composta por 122 espécies diferentes de plantas pertencentes a 29 famílias, o que mostra a elevada biodiversidade existente (Quadro 1). Predominavam as espécies anuais (92% de terófitos), seguidas de perenes (9% de caméfitos e nanofanerófitos) e de vivazes (2% de hemicriptófito) (Quadro 2).

Na Figura 14 apresentam-se alguns exemplos das espécies herbáceas identificadas nos montados visitados (no Anexo I, nos Quadros 1B e 2B encontram-se as Listas de todas as espécies observadas).

Quadro 1
Biodiversidade dos montados visitados, no concelho de Ourique, expresso no número de espécies por família botânica.

FAMÍLIA	Vale de Enchaes	Garvão	Álamos	Herdade do Monte Negro	Montes Altos
	Freg. Garvão	Freg. Garvão	Freg. Ourique	Freg. Panóias	Freg. Ourique
Gramineas	16	25	1-1	4	2
Leguminosas	4	10	3-6	3	4
Compostas	10	8	12-14	13	13
Crucíferas	1	3	1-2	1	1
Carioflacea	1	2	1-2	2	1
Plantaginacea	2	1	1-0	1	0
Scrofulariacea	1	3	0-0	0	0
Lamiaceae	0	0	2-3	3	1
Cistaceae	0	1	1-0	2	0
TOTAL	37	80	38-43	42	34

No estrato arbustivo pode-se encontrar plantas de medronheiro (*Arbutus unedo*), de esteva (*Cistus ladanifer* L.), tojos e urzes (*Genista* spp., *Ulex* spp.), sargaços (*Cistus* spp.) entre outras, em manchas mais ou menos densas, dependendo da zona. As pastagens de vivazes e espontâneas dos montados são geralmente dominadas por malhadas de *Poa bulbosa*, L. com *Trifolium subterraneum* L. em áreas sujeitas a pastoreio de ovinos.

Nos montados visitados destaca-se, no estrato herbáceo o braquipódio (*Brachypodium distachyon* (L.) P. Beauv.), o saramago (*Raphanus raphanistrum* L.), a grizandra (*Diplotaxis catholica* (L.) DC.), podendo ainda serem observadas outras espécies resultantes de sementeiras de pastagens sendo a mais comum, a tremocilha (*L. luteus* L.) (Figura 14).

Quadro 2

Lista das principais plantas observadas nos montados visitados.

FAMÍLIA	ESPÉCIE		TIPO FISIONÓMICO
	Nome científico	Nome Comum	
Brassicaceae	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	saramago	Terófito
	<i>Diplotaxis catholica</i> (L.) DC.	grizandra	Terófito
Cistaceae	<i>Cistus</i> spp.	rosêlhas; estevas	Nanofanerófito
	<i>Cytisus scoparius</i> (L.) Link	giesteira-das-vassouras	Nanofanerófito
	<i>Ononis natrix</i> L.	joina-dos-matos	Nanofanerófito
Fabaceae	<i>Medicago</i> spp.	luzernas	Terófito
	<i>Trifolium</i> spp.	trevos	Terófito
	<i>Vicia</i> spp.	ervilhacas	Terófito
Lamiaceae	<i>Lavandula</i> spp.	rosmaninho	Nanofanerófito
	<i>Phlomis purpurea</i> L.	marioila	Nanofanerófito
	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	alecrim	Nanofanerófito
	<i>Lavandula stoechas</i> L.	rosmaninho	Caméfito
	<i>Mentha pulegium</i> L.	poejo	Hemicriptófito
Poaceae	<i>Brachypodium distachyon</i> (L.) P. Beauv.	braquipódio	Terófito
	<i>Bromus diandrus</i> Roth	espigão	Terófito
	<i>Hordeum murinum</i> L.	cevada-dos-ratos	Terófito
	<i>Lolium rigidum</i> Gaudin	azevém	Terófito
	<i>Tolpis barbata</i> (L.) Gaertn	olho-de-mocho	Terófito
Asteraceae	<i>Chrysanthemum segetum</i> L.	pampilho-das-searas	Terófito
	<i>Calendula arvensis</i> L.	erva-vaqueira	Terófito

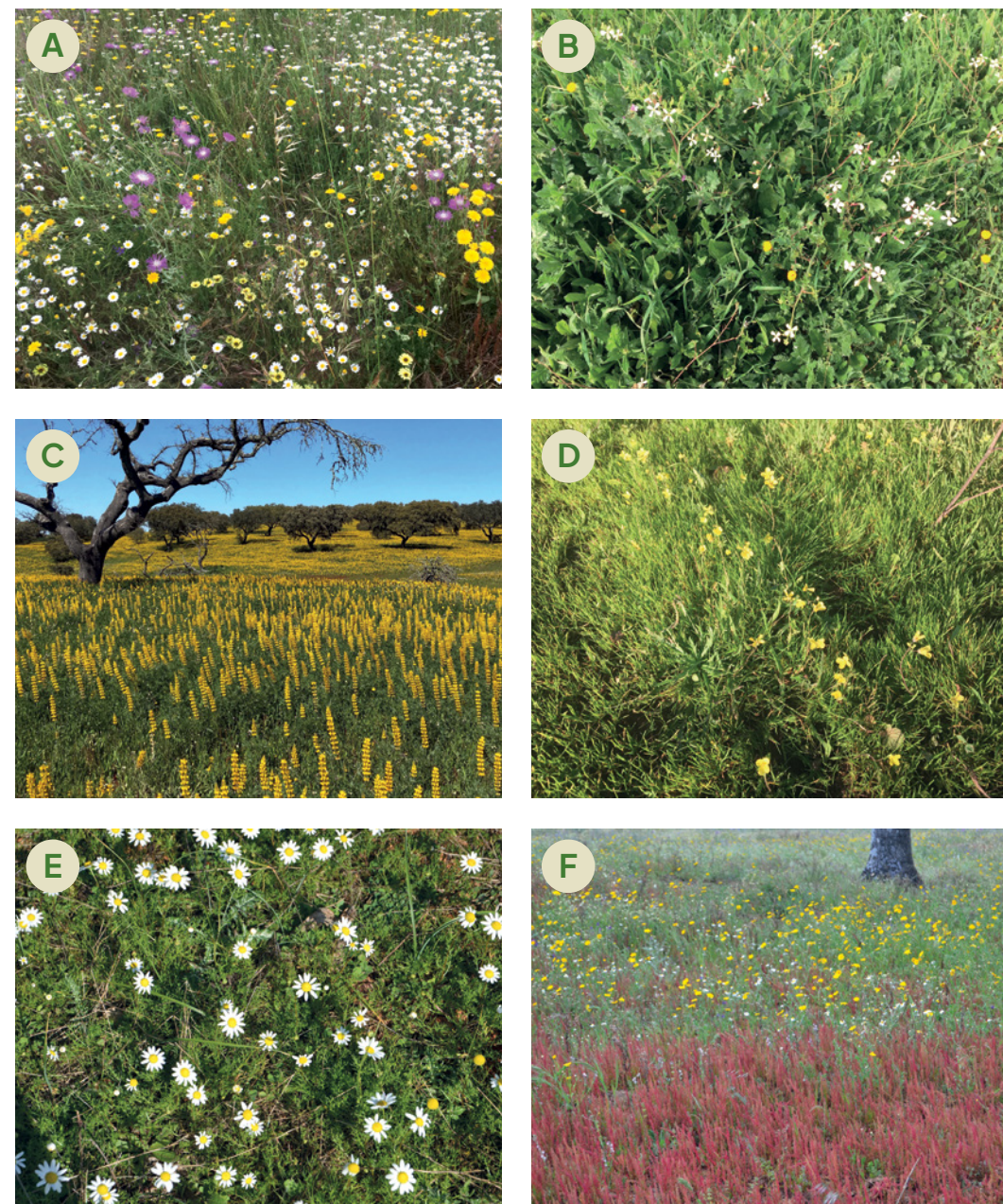


Figura 14
Exemplo da vegetação herbácea observada em alguns montados visitados na Primavera de 2018: olho-de-mocho e pampilho-de-searas (A); saramago (B); tremocilha (C); grizandra (D); margaça-de-inverno (E); catacuzes (plantas de cor avermelhada) (F).

Algumas das espécies, arbustivas e herbáceas, foram observadas em distintos montados, como por exemplo a esteva (*C. ladanifer*), o sargaço-mouro (*C. salvifolius* L.), o saramago (*R. raphanistrum* L.), o trevo-massaroco (*Trifolium angustifolium* L.), o trevo-encarnado (*T. incarnatum* L.) ou a aveia-barbada

(*Avena barbata* Link.), enquanto outras, foram registadas em áreas bastante restritas, tais como, as ervilhacas (*Vicia* spp.), as festucas (*Festuca arundinaceae* Schreb.), o poejo (*Mentha pullegium* L.) ou a roselha (*C. crispus* L.) (Figura 15 e 16).

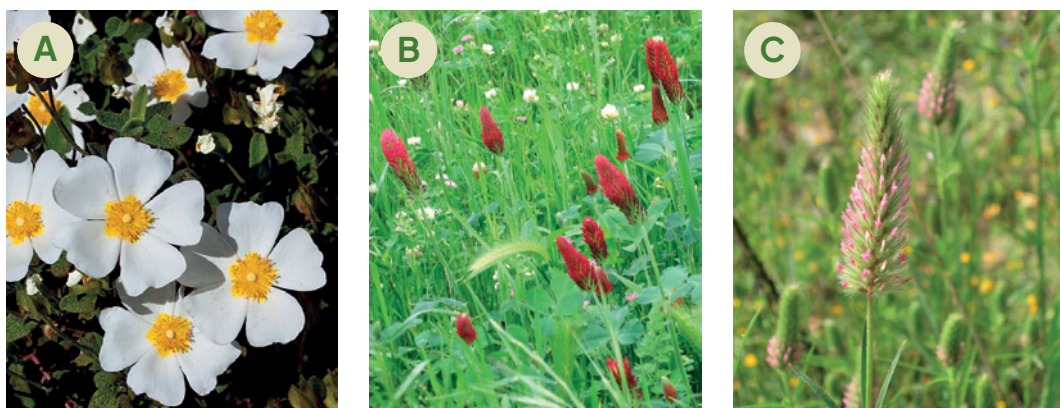


Figura 15
Algumas das espécies registadas em diferentes montados: sargaço-mouro (A); trevo-encarnado (B); trevo-massaroco (C). As imagens desta figura são divulgadas pela Flora-On* (Creative Commons, licença CCBY-NC 4.0). (A) A.J.Pereira; (B) e (C) João Domingos Almeida

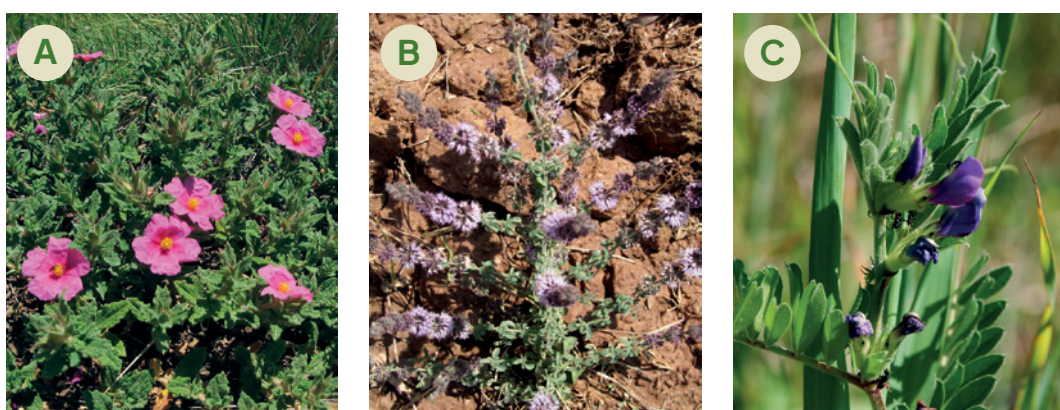


Figura 16
Algumas das espécies registadas em áreas restritas de montado: roselha (A); poejo (B); ervilhaca-comum (C). As imagens desta figura são divulgadas pela Flora-On* (Creative Commons, licença CCBY-NC 4.0). (A) José Luis Vitorino e (B) João Domingos Almeida e da utad-jardimbotânico (C) Marco Paolucci.

Neste concelho, o coberto arbóreo é dominado por sobreiros e azinheiras em povoaamentos extremos ou mistos (Figura 17).

Esta zona apresenta uma precipitação bastante reduzida, 400-600 mm, fator que associado à temperatura e ao tipo de solo contribui para definir a vegetação presente, como já referido. Muitas das espécies encontram-

-se adaptadas, não necessitando de muita água, das quais se destacam as Cistáceas.

As espécies desta família encontram-se abundantemente presentes em áreas de montado mais degradado, com declínio acentuado, onde se verifica a interrupção do processo natural de sucessão ecológica como a que se observa na Figura 18.

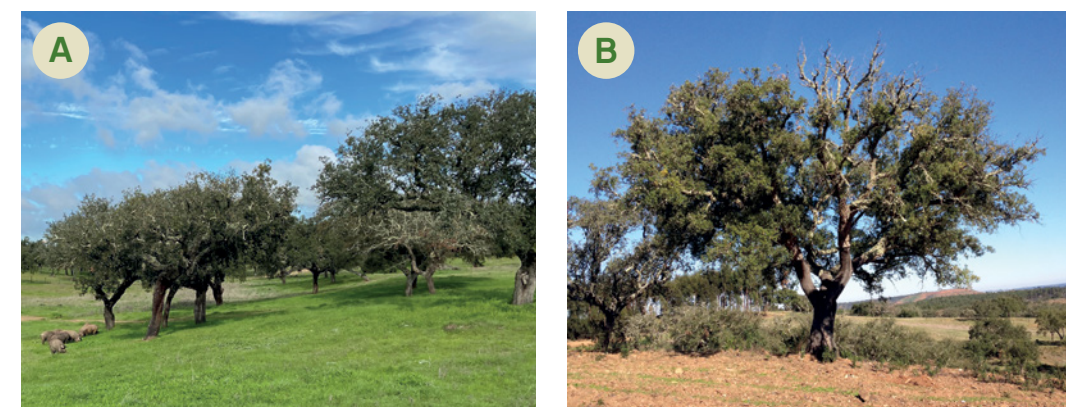


Figura 17
A - Montado misto de sobreiro e azinho, freguesia de Panóias, onde é possível observar-se azinheiras com sintomas de declínio, mas com pastagem natural; B - Montado na freguesia de Ourique, onde se observam sobreiros muito afetados numa área de baixa densidade, onde no sub-coberto predominam as Cistáceas.



Figura 18
Montado de azinho muito degradado situado na freguesia do Garvão, apresentando árvores com elevada desfolha e *dieback*. No sub-coberto é evidente a presença de plantas de *Cistus* spp.

8

Vegetação observada em áreas afetadas pelo declínio associado a Fitóftora; hospedeiros suscetíveis e tolerantes

Alguns estudos em diferentes partes do mundo indicam que Fitóftora pode afetar uma larga gama de espécies, quando presentes em locais infestados pelo patogénio. Na vegetação associada aos montados, sabe-se que existem espécies herbáceas e arbustivas, cultivadas ou nativas, hospedeiras de Fitóftora, apresentando diferentes graus de suscetibilidade. No entanto, muito pouco ainda se conhece sobre este assunto.

O conhecimento da suscetibilidade da vegetação presente nos montados, pode ajudar na seleção das espécies a plantar ou semear, ou na replantação em locais em que a emergência/sobrevivência das plântulas tenha uma elevada probabilidade de ser afetada por este agente patogénico do solo. Também a gestão e o controlo da doença nestes povoamentos, podem ser melhorados mediante a informação das espécies suscetíveis presentes.

Os hospedeiros podem apresentar: (i) sintomas evidentes da doença, podendo estes progredir de forma mais ou menos rápida, de acordo com fatores locais presentes e com a capacidade de resistência da planta; tratando-se de uma planta hospedeira suscetível, a qual em geral influencia a atividade e a disseminação do patogénio; (ii) sintomas ligeiros ou mesmo não evidenciar qualquer sintoma de doença, tratando-se neste caso de um hos-

pedeiro assintomático. Este tipo de comportamento indica que as plantas, embora hospedeiras, podem ser consideradas tolerantes ao patogénio. A tolerância é a capacidade que uma planta infetada, tem de resistir à infeção com poucos efeitos desfavoráveis para si, podendo mesmo, nalguns casos, apresentar aumento de crescimento/produção ou nem sequer apresentar nenhum efeito.

Alguns estudos mostram, que certas espécies de gramíneas (Poaceae), nativas e cultivadas, são hospedeiros assintomáticos de fungos radiculares patogénicos para diferentes culturas. Neste caso, estes hospedeiros podem atuar como um reservatório de inóculo e, estimular a proliferação dos patogénios, influenciando a epidemiologia da doença.

Contudo, também existem evidências de que este tipo de hospedeiros (assintomáticos ou com sintomas ligeiros) na infeção por Fitóftora, podem não intervir na epidemiologia da doença, dado que não aumentam a produção de zoósporos nem de clamidósporos viáveis. Esta situação varia com a espécie.

Em Portugal, desenvolveram-se ensaios em estufa (condições controladas, com solo artificialmente infestado com o patogénio) com o fim de testar a suscetibilidade à infeção por Fitóftora em espécies pertencentes às famílias

Fagaceae, Pinaceae, Myrtaceae, Cupressaceae, Cistaceae, Ericaceae, Fabaceae, Poaceae e Brassicaceae. O objetivo principal era conhecer o comportamento de espécies comuns arbustivas e herbáceas presentes na vegetação dos montados face à infeção por Fitóftora.

Nestes ensaios, testaram-se ainda espécies arbóreas, algumas delas não associadas aos montados. Os resultados destes estudos encontram-se listados nos Anexos II e III nos Quadros 3B, 4B, 5B, 6B e 7B.

8.1 Arbóreas

Das espécies testadas destacam-se o pinheiro-do-alepo (*Pinus halepensis* Mill.), o carrasco (*Quercus coccifera* L.) e o carvalho-branco (*Q. petrae* (Matt.) Liebl.) por evidenciarem elevada suscetibilidade à infeção por Fitóftora. As plantas jovens destas espécies mostraram sintomas de clorose e elevada redução no crescimento quando envasadas em solo infestado por Fitóftora (Figura 19). O pinheiro-do-alepo apresentou 80% de plantas mortas, seguido do carrasco com 60%. Plantas jovens

de pinheiro-bravo (*Pinus pinaster* Ait.) e de pinheiro-manso (*P. pinea* L.) infetadas, evidenciaram também sintomas de clorose (Figura 20) e alguma redução no crescimento apresentando, 20,0 % e 6,7% de mortalidade, respetivamente. Confrontando estes resultados com o comportamento no campo, verifica-se que árvores adultas de pinheiro-bravo, embora infetadas, não mostraram quaisquer sintomas.

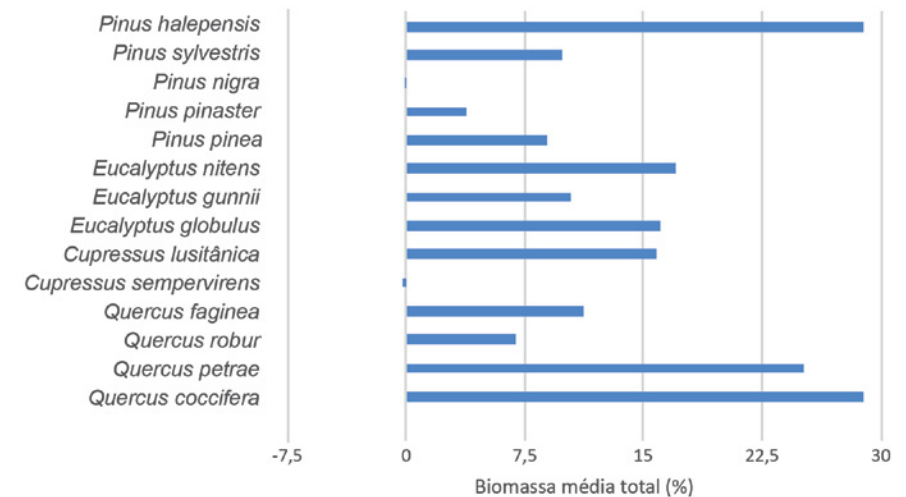


Figura 19 Comparação da redução da biomassa média total (%) de diferentes espécies arbóreas em presença de Fitóftora.

Esta diferença de reação pode ser resultante das distintas condições em que as plantas se encontravam, estufa e campo. Em estufa temos condições mais facilitadoras para a ocorrência da infecção pelo patogénio, do que no campo. Neste estudo consideramos estas espécies, como hospedeiras de Fitóftora, estando algumas delas já referenciadas nas listas de outras pesquisas.

Plantas jovens de pinheiro-silvestre (*P. sylvestris* L.), e de cedro-do-Buçaco (*Cupressus lusitânica* Miller), apresentaram redução ligeira no seu desenvolvimento não evidenciando sintomas, apesar de infetadas. Já as plantas de pinheiro-negro (*P. nigra* J. F. Arnold) e de cipreste (*C. sempervirens* L.), também infetadas, mostraram-se tolerantes à infecção, não revelando sintomas e apresentando crescimento mais elevado do que as plantas não infetadas (Figura 19).

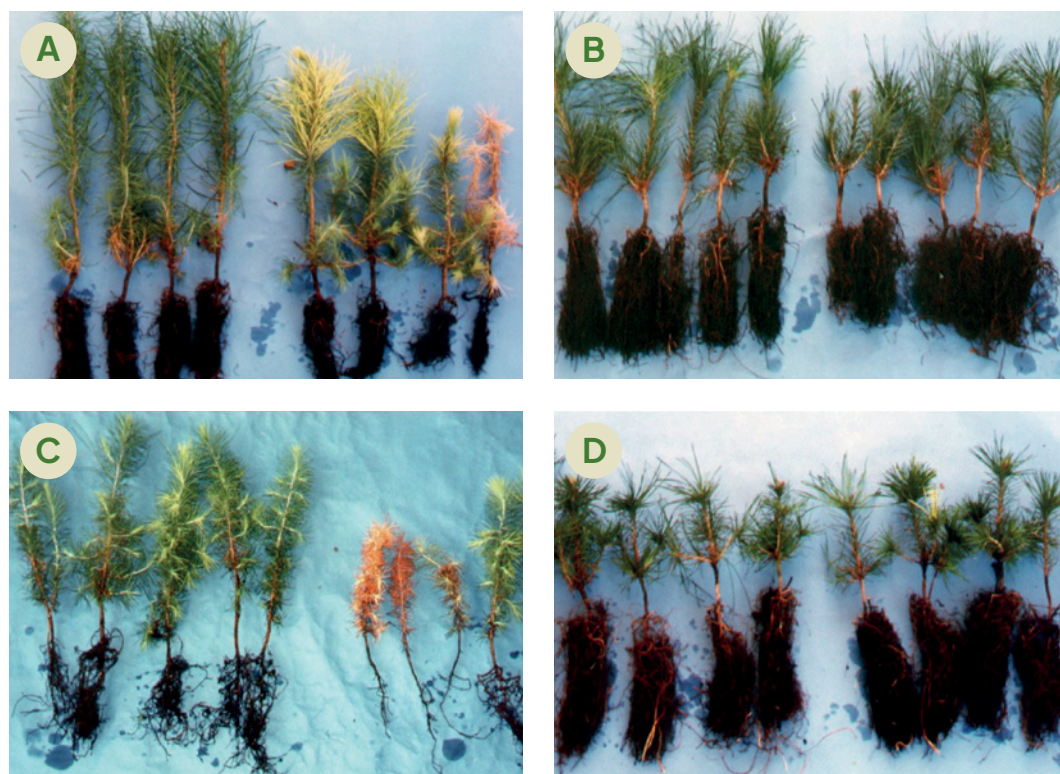


Figura 20
Aspeto geral das plantas de *Pinus* spp. Plantas infetadas-direita; Plantas não infetadas-esquerda. A - Pinheiro-mansinho; B - Pinheiro-negro; C - Pinheiro-bravo; D - Pinheiro-silvestre.

As plantas das três espécies de eucaliptos testadas foram infetadas, evidenciando ligeira redução na biomassa produzida, entre 10% e 17% relativamente às plantas não infetadas (Figura 19). Em condições naturais, o patogénio também foi isolado de raízes de plantas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) e, embora haja mais de 700 mil hectares plantados em Portugal, este patogénio não tem tido grande impacto nesta espécie. Em outros estudos as três espécies de eucalipto, também se encontram na lista de hospedeiros.

Os resultados destes ensaios mostram que as quatro espécies de *Quercus* testadas, são hospedeiras de Fitóftora, embora evidenciando diferentes graus de suscetibilidade à infecção. Em condições naturais, outras espécies de *Quercus* também hospedeiras de Fitóftora, manifestam sintomas da doença. Na região de Portalegre, foram observadas plantas adultas de carvalho-negral (*Q.*

pyrenaica Willd.) com sintomas de declínio, tendo-se isolado Fitóftora a partir de lesões das suas raízes (Figura 21). Neste montado, misto de sobreiro e carvalho-negral, foi visto um elevado encabeçamento de bovinos, o que contribuiu certamente para o grande número de árvores afetadas.

Em condições controladas o sobreiro e a azinheira também mostraram ser hospedeiros de Fitóftora, sendo que a azinheira é mais suscetível do que o sobreiro à infecção, isto é, o patogénio progride mais rapidamente nos seus tecidos do que nos do sobreiro. Em condições de campo, favoráveis ao patogénio, e desfavoráveis às árvores, estas duas espécies podem evidenciar sintomas severos com a consequente morte das árvores.

Na bibliografia consultada existem ainda referenciadas como hospedeiras, outras espécies de *Quercus*, europeias e americanas.



Figura 21
Árvores de carvalho-negral com sintomas de declínio e infetadas por Fitóftora.

8.2 Arbustivas

Das espécies de plantas arbustivas nativas registadas como hospedeiras, em condições controladas, algumas apresentam sintomas evidentes da doença (folhas cloróticas, plantas ananizadas e seca parcial ou total da planta), como por exemplo, a esteva (*C. ladanifer* L.) e a roselha-grande (*C. albidus* L.). No campo, em determinadas condições favoráveis à atividade do patogénio, estas Cistaceae também podem manifestar sintomas, bem como, o estevão (*C. populifolius* L.) (Figura 22) e a Ericaceae, torga (*Calluna vulgaris* (L.) Hull.).

Outras espécies, embora infetadas, apresentam apenas pequenas alterações, como por ex. o sargaço (*C. monspeliensis* L.) ou não apresentam mesmo qualquer indício de infeção, como acontece no sargaço-mouro (*Cistus salvifolius* L.), no medronheiro (*Arbutus unedo* L.) e no tojo (*Ulex* spp.), consideradas espécies assintomáticas (Figura 23). O patogénio não foi isolado de plantas de urze-branca (*Erica arborea* L.) e de queiroga (*E. lusitânica* Rud.) nos montados visitados, embora outros autores indiquem estas espécies como hospedeiros de Fitóftora. Em áreas de matos dominados por queiró (*Erica umbelata* L.) situados na zona Este da Extremadura (Espanha) têm sido observadas áreas muito afetadas por Fitóftora, as quais têm vindo a progredir, situação que, de acordo com a sua evolução, merece alguma atenção.



Figura 22
Imagem de plantas de estevão (A) e de torga (B) a secarem numa área infestada por Fitóftora, tendo-se isolado o patogénio das suas raízes.

Nas arbustivas, não hospedeiras (não infetadas), destaca-se as plantas de perpétua-das-areias (*Helichrysum stoechas* (L.) Moench), de rosmaninho-maior (*Lavandula cf. pedunculata*), de marioila (*Phlomis purpurea* L.), de rosmaninho (*L. stoechas*), de alfazema-brava (*L. dentata*) e de trovisco (*Daphne gnidium*),

as quais não foram infetadas no campo, (em condições naturais), em áreas de montados muito afetados e com os solos infestados por Fitóftora. Por essa razão, podem ser consideradas espécies muito tolerantes. A marioila encontra-se mais presente em zonas de serra e preferencialmente em solos calcários.



Figura 23
Imagens de algumas plantas hospedeiras de Fitóftora do estrato arbustivo do sub-coberto: A-roselha; B-urze; C- medronheiro; D-esteva; E- sargaço; F- tojo

8.3 Herbáceas

Nas espécies da família Fabaceae e em condições controladas (estufa), as plantas de *Lupinus* spp., tremocilha (*Lupinus luteus* L.), tremoço (*L. albus* L.) e o tremoção-bravo (*L. angustifolius* L.) mostraram ser hospedeiras de Fitóftora, mas evidenciando diferente sensibilidade. As plantas de tremoço e de tremoção-bravo apresentaram sintomas ligeiros, enquanto que, as plantas de tremocilha mostraram elevada sensibilidade (Figura 24A), com clorose e necrose nas folhas. No sistema radicular das plantas do solo infestado, observou-se necroses ao longo das raízes e o número de nódulos observados era reduzido e muito inferior ao das plantas não infetadas. No final, 56% das plantas morreram e observou-se uma redução no seu desenvolvimento de 46%, tendo ainda contribuído para o aumento do inóculo de Fitóftora no solo. Outros autores também citam as espécies de *Lupinus* spp. como hospedeiras altamente suscetíveis ao patogénio. As plantas de serradela (*Ornithopus sativus* Brot.) no solo infestado, foram infetadas, tendo tido sintomas ligeiros, embora 18% das plantas tivessem morrido no início do ensaio. Curiosamente, as que sobreviveram apresentaram um desenvolvimento superior às do solo não infestado, na ordem dos 315% (Figura 25).

Ainda nas Fabaceae, destacam-se os trevos, o trevo-encarnado (*Trifolium incarnatum* L.) que evidenciou uma elevada redução

(42%), em particular na raiz. As plantas do solo infestado de trevo-subterrâneo (*T. subterraneum* L.) e de trevo-branco (*T. repens* L.) também apresentaram uma ligeira redução na produção da biomassa (24% e 28%). Pelo contrário, o trevo-balsa (*T. michelianum* Savi) mostrou um bom desenvolvimento, com um incremento do crescimento de 113%, relativamente às plantas do solo não infestado. Não foi possível reisolar o patogénio das raízes das espécies testadas, o que faz destas espécies não hospedeiras de Fitóftora.

A ervilhaca (*Vicia sativa*), natural da flora Ibérica, não mostrou infeção, nem sintomas na parte aérea ou nas raízes das plantas que cresceram no solo infestado, apesar de mostrar uma redução de 2% (Figura 25). No sistema radicular, em ambos os solos, verificou-se a presença de bastantes nódulos de rizóbio, bem desenvolvidos. O patogénio não foi isolado das suas raízes, o que indica que não é uma espécie suscetível. Outros estudos, também em condições controladas mostraram que a ervilhaca foi infetada, apresentando as raízes colonizadas por hifas, embora sem apresentar sintomas de doença. Nesse estudo, é ainda referido, que em condições de campo, esta espécie não mostrou sintomas de infeção, pelo que é indicada como uma alternativa à tremocilha, situação que está em concordância com os resultados do nosso estudo.



Figura 24 Plantas infetadas (esquerda); plantas não-infetadas (direita). A - tremocilha; B - tremoço; C - mostarda branca; D - serradela.

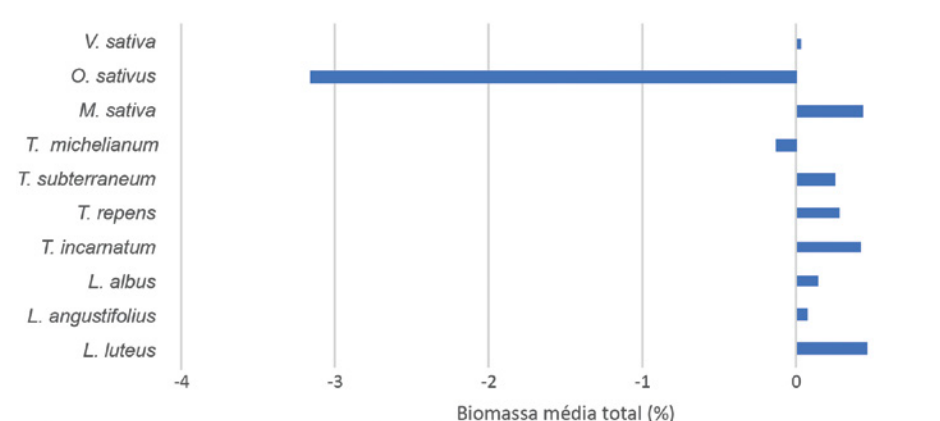


Figura 25 Comparação da redução da biomassa média total (%) de diferentes espécies da família Fabaceae em presença de Fitóftora.

Na família Poaceae a maioria das espécies testadas revelaram não ser hospedeiras de Fitóftora, pois o patógeno não foi reisolado das suas raízes, (Quadro 7B - Lista de plantas herbáceas não hospedeiras de Fitóftora - Anexo III). No entanto, algumas destas espécies em contacto com o patógeno manifestaram alterações, como redução do seu desenvolvimento, que variou entre 23% e 43,7% (Figura 26) e/ou acama das folhas, embora sem estarem infetadas. Nenhuma das espécies de azevém testada (*Lolium spp.*) foi infetada, ou apresentou lesões nas raízes. As plantas de panasco (*Dactylis glomerata* L.) no solo infestado, evidenciaram clorose nas folhas e elevada redução no crescimento 88%, apesar do patógeno não ter sido isolado das suas raízes. Pelo contrário, no braqui-pódio (*B. distachyon* (L.) P. Beauv.) Fitóftora foi reisolada das suas raízes, mas as plantas não apresentaram sintomas, nem alteração no crescimento, somente uma ligeira acama das folhas. Nas plantas de cevada-dos-ratos (*Hordeum murinum* L.) e de centeio (*Secale cereale* L.) o patógeno também foi detetado

nas suas raízes, e como resposta as plantas infetadas mostraram um crescimento superior às não infetadas, de 171% e 250%, respetivamente, com um desenvolvimento de novas raízes, o que indica uma tolerância ao patógeno.

A presença de Fitóftora parece ter estimulado o desenvolvimento das plantas nestas espécies, tal como já observado na serradela (*O. sativus*) e em espécies arbóreas, no cipreste (*C. sempervirens*) e no pinheiro-negro (*P. nigra*). Este estímulo no desenvolvimento também foi observado noutros hospedeiros, em sobreiro e em plantas herbáceas como a doce-amarga (*Solanum dulcamara* L.).

A tolerância a um patógeno, que possui uma larga gama de hospedeiros, como é o caso de Fitóftora, depende inteiramente da taxa de resposta do hospedeiro à invasão dos seus tecidos, que no caso dum patógeno do solo consiste numa rápida e contínua regeneração das raízes. Quanto mais rapidamente a planta emitir novas raízes, maior é a probabilidade que tem de sobreviver. No entanto,

a capacidade de recuperar a perda de raízes pode não funcionar em presença de condições ambientais desfavoráveis, tais como, o stress hídrico no solo (excesso ou falta de água) ou quando existe elevada densidade de inóculo de Fitóftora, a qual excede os limites de resistência da planta.

As espécies da família Brassicaceae são referidas como plantas alelopáticas que por serem ricas em glucosinolatos (compostos que contêm enxofre, encontrados naturalmente nas brássicas, como brócolos, repolho, etc.) apresentam características antagonistas para o patógeno, podendo assim, contribuir para a sua mitigação. No Projeto GO-Declínio do Montado foram testadas, também em condições controladas (solo artificialmente infestado), cinco espécies desta família. As plantas de mostarda (*Sinapis arvensis* L.) e de mostarda branca (*S. alba* L.), ficaram infetadas, e apresentaram sintomas, folhas cloróticas e redução acentuadas do crescimento de 72% e de 37%, respetivamente (Figura 27). Estes resultados estão em acordo com outros estudos, em que o patógeno mostra uma fraca

inibição quando exposto aos voláteis libertados por estas duas espécies de *Sinapis*.

As plantas de mostrada-negra (*Brassica nigra* (L.) W. D. J. Koch) e de oruga-brava (*D. tenuifolia* (L.) DC) não apresentaram qualquer sintoma de infeção, mostrando apenas uma leve redução no crescimento da ordem dos 9%, enquanto a rúcula (*E. sativa* Mill.) mostrou mesmo um ligeiro incremento no crescimento das plantas do solo infestado, relativamente às do não-infestado (Figura 27). Em outros estudos a mostarda-negra mostrou um elevado potencial antagonista através do efeito dos seus voláteis na redução do crescimento do patógeno. Estas três espécies, não hospedeiros de Fitóftora, podem considerar-se muito tolerantes, pois não foram infetadas.

No final dos ensaios procedeu-se à deteção de propágulos de Fitóftora, no solo infestado e não-infestado de todos os vasos. O número de propágulos em solo seco, observado no levantamento do ensaio, foi superior no solo em que se cultivou plantas de *Lupinus luteus* e de *L. angustifolius*, indicando que estas duas

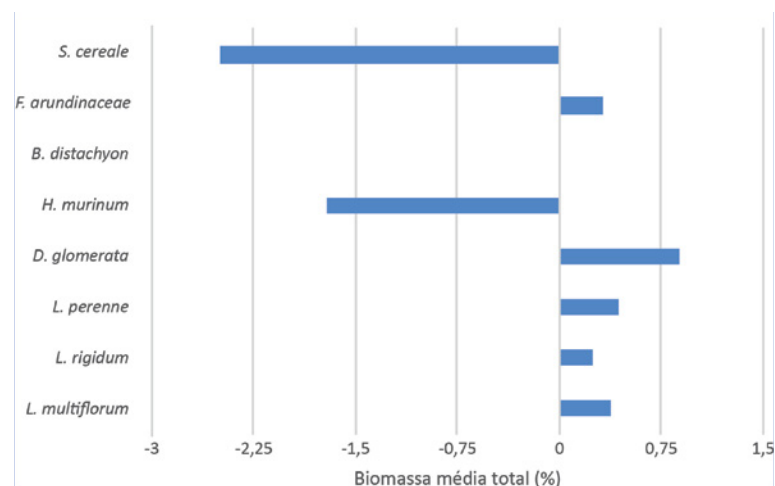


Figura 26
Comparação da redução da biomassa média total (%) nas espécies da família Poaceae testadas em presença de Fitóftora.

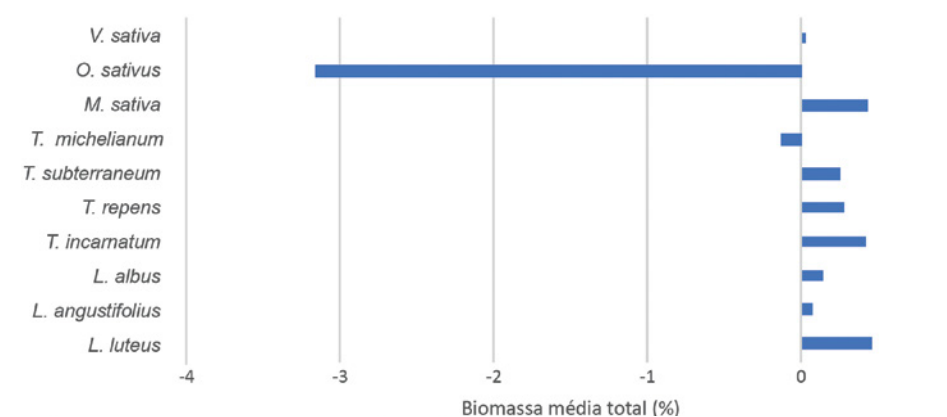


Figura 27
Comparação da redução da biomassa média total (%) nas espécies da família Brassicaceae testadas em presença de Fitóftora.

espécies podem aumentar o inóculo no solo. No solo das Brassicaceae, o número de propágulos detetado foi muito reduzido.

Em conclusão, os resultados deste estudo indicam que algumas espécies testadas mostraram suscetibilidade em condições controladas, mas não em condições de campo, como no caso de espécies arbóreas. Nas espécies hospedeiras há que ter em atenção a sua utilização no campo em áreas predispostas à doença.

Algumas espécies herbáceas mostraram ser tolerantes, podendo ser utilizadas no campo sem que causem problemas na epidemiologia da doença. A ervilhaca (*V. sativus*), parece uma boa opção como substituto da tremocilha (*L. luteus*), já sugerida em outros estudos. O centeio (*S. cereale*), a serradela (*O. sativus*) e o braquipódio (*B. dystachion*), embora tenham sido infetados mostraram ter ultrapassado a infeção, em condições favoráveis à doença e com elevado nível de inóculo, sem evidenciarem sintomas ou redução do crescimento. A serradela e o centeio, apresentaram mesmo, um crescimento compensatório, o que indica, que poderão ter um comportamento favorável no campo e não influenciar a disseminação da doença.

As espécies de trevo e de azevém testadas em infeção, em condições controladas, evidenciaram pequenas alterações no seu desenvolvimento, sem, contudo, se encontrarem infetadas, o que indica não serem suscetíveis à Fitóftora podendo ser utilizadas nor-

malmente em sementeira. Contudo, no caso do trevo-encarnado (*T. incarnatum*), do azevém-perene (*L. perenne*), do azevém-anual (*L. multiflorum*), será prudente evitar a sementeira destas espécies em áreas infestadas, dado que a redução do seu crescimento foi mais acentuada do que o das restantes espécies. O mesmo se indica para a luzerna (*Medicago sativa*) e para o panasco (*Dactylis glomerata*). Os resultados com estas espécies, em condições controladas, colocam algumas dúvidas quanto à sua suscetibilidade relativamente à infeção pelo patógeno. Para se entender melhor qual o papel destas espécies na infeção, deverão ser efetuados estudos em condições naturais.

As Brassicaceae, oruga-brava e rúcula são, de facto, as espécies mais interessantes por apresentarem características que podem contribuir para uma redução da atividade do patógeno no solo, influenciando a epidemiologia da doença, através da redução da produção de zoósporos e clamidósporos activos.

Pelo contrário, a tremocilha (*Lupinus luteus*) foi a espécie herbácea que mais suscetibilidade evidenciou, a qual deve de ser evitada em áreas afetadas ou com condições favoráveis à infeção. Esta espécie, além de apresentar sintomas evidentes com lesões nas raízes e clorose nas folhas, aumentou o número de propágulos do patógeno no solo onde se desenvolveu, o que contribui claramente para a sua disseminação.

Como vimos no capítulo anterior existem espécies arbustivas e herbáceas que podem contribuir para a redução do inóculo do patógeno no solo.

A procura de novas estratégias de gestão do montado, que comportem soluções eficazes, como sejam, métodos culturais e biológicos,

9.1 O que é a alelopatia?

Alelopatia é um fenómeno ecológico que ocorre naturalmente no solo, em particular, na zona da rizosfera e consiste na interação química das plantas entre si e entre as plantas e os micróbios do solo (microbioma). A interação entre os vários organismos mostra que um deles, é o ‘dador’, que produz um ou mais compostos bioquímicos que influenciam, de forma benéfica ou nociva, o crescimento e desenvolvimento de outro(s) organismo(s) que é, o ‘receptor’ (pode ser fungo, bactéria, planta, etc.). Com efeito, a produtividade de um solo depende da ação da sua comunidade de bactérias e fungos, que decompõem a matéria orgânica, transformam o solo e aumentam o nível e a disponibilidade dos nutrientes de que as plantas precisam para crescer.

A rizosfera é a zona de contacto do solo à volta das raízes das plantas, onde existe uma intensa atividade, biológica, química e física,

indica que os compostos “aleloquímicos” podem constituir uma possível alternativa aos compostos químicos. Por esta razão, o Projeto GO-Declínio aprofundou o conhecimento do potencial efeito alelopático de espécies herbáceas mediterrânicas na busca de novos compostos para controlo de agentes patogénicos, nomeadamente de organismos do solo.

influenciada pelos compostos produzidos e lançados pelas raízes e pelos micróbios que se alimentam desses compostos. Todas as interações que ocorrem nesta zona do solo afetam os microrganismos presentes e estes vão influenciar o solo nas suas várias atividades, como seja, a absorção de água e nutrientes, fixação do azoto, produção de reguladores de crescimento, de biopesticidas e todas as outras transformações bioquímicas que ocorrem na rizosfera.

As substâncias químicas (aleloquímicos) podem ser produzidas principalmente a partir de folhas, ramos ou raízes das plantas, as quais podem ser diretamente libertadas na fase aquosa do solo ou aparecer como substâncias voláteis no ar circundante. A sua ação pode ser direta ou indireta através da modificação da composição do microbioma do solo (Figura 28).

A liberação dos aleloquímicos é influenciada pelo solo, condições climáticas e pela própria planta. Alguns estudos referem uma clara atividade de alguns aleloquímicos como reguladores de crescimento e como biopesticidas de origem natural (herbicidas, fun-

gicidas, bactericidas e inseticidas), e ainda com funções antagonistas, pelo que poderão no futuro vir a desempenhar um papel importante na defesa contra pragas, doenças e infestantes, em particular para doenças do solo causadas por patógenos como Fitóftora.

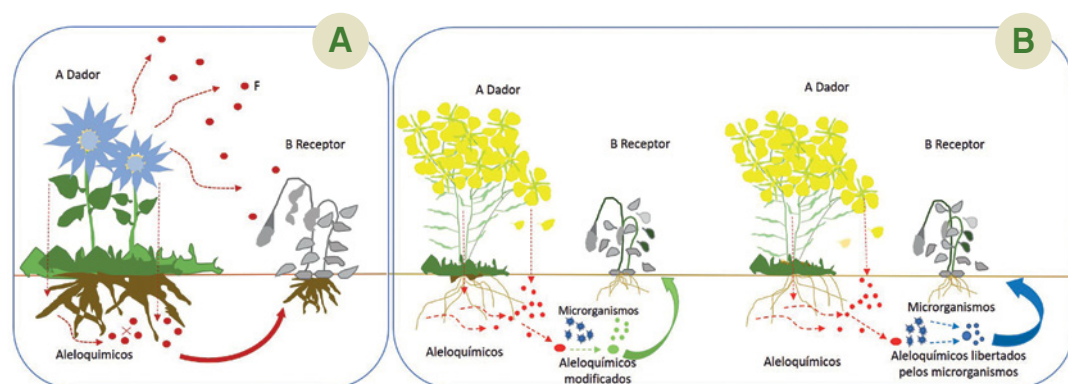


Figura 28

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).

“
os compostos “aleloquímicos”
podem constituir uma possível
alternativa aos compostos químicos.
”

9.2 Efeito inibitório de plantas herbáceas

Existe uma elevada gama de plantas com efeito alelopático entre as espécies da flora mediterrânica destacando-se as espécies aromáticas e medicinais da família Lamiaceae e também as da família Brassicaceae.

Alguns estudos indicam que existem espécies arbustivas e herbáceas que podem contribuir para a redução do inóculo de Fitóftora no solo, quer através de exsudados radicu-

lares, quer através dos seus voláteis libertados também pelas raízes. Testes *in vitro* e *in vivo*, mostraram que extratos radiculares de algumas espécies herbáceas da família Brassicaceae, bem como de arbustivas da família Lamiaceae, apresentam efeito inibitório na atividade do patógeno, reduzindo, em particular, o seu desenvolvimento e a produção das estruturas reprodutivas, podendo assim contribuir para o controlo da infeção.

9.2.1 Avaliação do efeito dos extratos radiculares na atividade do patógeno em laboratório e em estufa

Estudos efetuados em condições de laboratório mostraram que extratos aquosos extraídos das raízes de plantas de oruga-brava (*D. tenuifolia*), de rúcula (*E. sativa*) e de saramago (*R. raphanistrum*) apresentavam efeito antagonista para o patógeno (Fitóftora), reduzindo o seu crescimento e o desenvolvimento de estruturas reprodutivas (Figura 29). O extrato da oruga-brava foi o que mostrou melhor desempenho na inibição da atividade do patógeno com uma inibição na produção de esporângios próximo dos 100% (94%) e na germinação de zoósporos de 83,4%.

A inibição destas estruturas é bastante importante, pois reduz a atividade do patógeno no solo e, conseqüentemente as infeções e a sua disseminação. Com efeito, utilizou-se sempre extratos radiculares aquosos, para

simular o que se passa na natureza. Os exsudados radiculares das plantas são compostos que após a sua libertação, entram na fase aquosa do solo tendo desta forma maior impacto no microbioma e noutros organismos circundantes. Este ensaio mostrou ainda que a composição do microbioma do solo foi alterado em presença dos extratos destas plantas (resultados não publicados).

O efeito antagonista do extrato de oruga-brava, foi ainda avaliado, em plântulas de sobreiro e de azinheira, com cerca de dois meses, numa suspensão de solo não estéril na qual se adicionou zoósporos de Fitóftora (Figura 30). O extrato de oruga-brava protegeu as raízes das plantas da infeção, mesmo numa baixa concentração, confirmando o seu efeito antagonista.

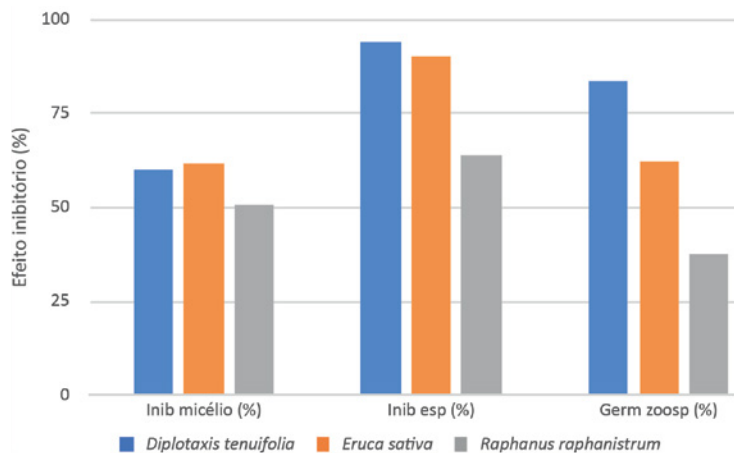


Figura 29
Inibição (%) dos extratos aquosos radiculares de oruga-brava, rúcula e saramago na atividade de Fitóftora, através da produção de micélio, de esporângios e da germinação de zoósporos.

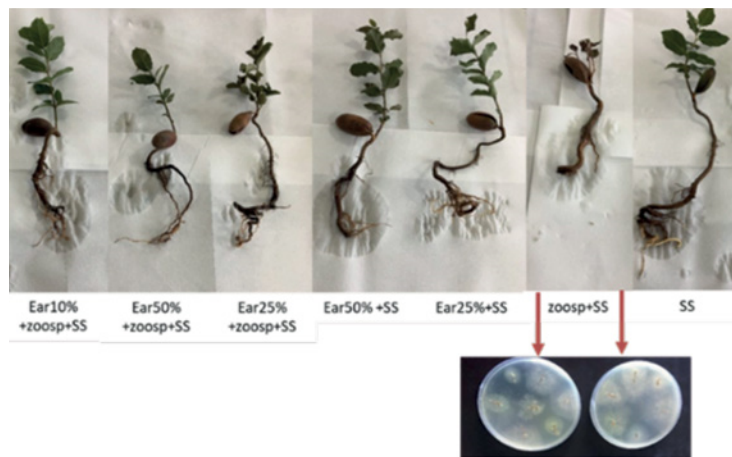


Figura 30
Plântulas de sobreiro em suspensão de solo não estéril com e sem extrato de oruga-brava.

9.2.2 Avaliação do efeito de *Diplotaxis tenuifolia* e *Eruca sativa* na proteção de plântulas de *Quercus* contra a infecção por Fitóftora em condições de estufa

Durante três anos decorreu um ensaio, em estufa (condições controladas), no qual sementes de sobreiro, de carvalho-cerquinho e de azinheira foram semeadas em vasos que continham solo naturalmente infestado com o patógeno (montado de Coruche). Após o início da germinação associou-se a cada espécie de *Quercus* as duas espécies de Brassicaceas mais eficazes na redução da atividade de Fitóftora, oruga-brava (*D. tenuifolia*) e rúcula (*E. sativa*) e utilizou-se ainda a tremocilha (*L. luteus*) para comparação por ser uma espécie muito suscetível (Figura 31).

Esta determinação não foi feita para as azinheiras. Neste ensaio verificou-se uma elevada taxa de mortalidade destas plantas, tanto no controlo (80%), como nas associadas à tremocilha, o que limitou a sua avaliação e mostrou a sua elevada suscetibilidade ao patógeno. As poucas que resistiram estavam infetadas, e a presença do patógeno foi detetada no solo e na raiz. Foram poucas as plantas de azinheira associadas às herbáceas que mostraram um bom desenvolvimento, e as que melhor resistiram estavam associadas à rúcula, não estando infetadas, nem evidenciando sintomas de infecção.

Os resultados mostraram que nas jovens plantas de sobreiro e de carvalho-cerquinho, desenvolvidas em associação com as plantas de oruga-brava e de rúcula, o patógeno não foi detetado nas raízes, nem no solo (Quadro 3) e, as plantas não apresentaram qualquer sintoma de infecção. Foi ainda avaliada a atividade antioxidante nas plantas de *Quercus*, através da determinação de fenóis nas folhas, como indicação de stress. Observou-se uma redução na produção destes compostos quando estas plantas estavam associadas às duas espécies de Brassicaceae, em comparação com as plantas em presença de tremocilha. Ou seja, estas plantas de *Quercus* apresentaram menos sinais de stress do que as associadas à tremocilha, resultado que evidencia uma proteção por parte das Brassicaceas, comprovando os resultados *in vitro*.

Quadro 3
Presença de Fitóftora no solo e nas raízes de plantas de *Quercus* associadas a plantas herbáceas em solo naturalmente infestado.

<i>Quercus</i>	Planta associada	Presença de Fitóftora	
		Raiz	Solo
Sobreiro <i>Q. suber</i>	<i>D. tenuifolia</i>	-	-
	<i>E. sativa</i>	-	-
	Controlo	+	+
Azinheira <i>Q. rotundifolia</i>	<i>D. tenuifolia</i>	-	-
	<i>E. sativa</i>	-	-
	Controlo	+	+
Carvalho-cerquinho <i>Q. faginea</i>	<i>D. tenuifolia</i>	-	-
	<i>E. sativa</i>	-	-
	Controlo	+	+

+ presente; - ausente

Monitorização do crescimento anual radial de sobreiros e azinheiras

As plantas de sobreiro e de carvalho-cerquinho que estavam associadas à tremocilha não apresentaram sintomas de doença, mas ficaram infetadas. As que se encontravam associadas às Brassicaceae, não se encontravam infetadas e apresentavam um bom desenvolvimento aéreo e radicular. Nas plantas das três espécies de *Quercus* associados à tremocilha, foi possível detetar a presença de Fitóftora ao fim dos três anos, quer no solo, quer nas raízes dessas plantas (Quadro 3), ou seja, esta leguminosa manteve o patógeno activo. A raiz desta planta permite uma elevada colonização do patógeno e estimula a produção de grande número de zoósporos, os quais, como já referido, contribuem para a disseminação da doença.

Sabe-se que a emissão de voláteis, apresenta efeito antagonista para este patógeno. A análise da composição dos extratos radiculares de oruga-brava e rúcula mostrou a presença de isotiocianatos, que são compostos voláteis que derivam da degradação enzimática dos glucosinolatos e apresentam efeito antifúngico e antibacteriano. O maior efeito anti-Fitóftora da oruga-brava é conferido pela alta concentração dos isotiocianatos encontrados no seu extrato, que foi 3,5 vezes superior ao extrato de rúcula. Outras espécies de Brassicaceae também apresentam características semelhantes, como por ex., a mostarda-vermelha (*Brassica juncea* (L.) Czern).

Os exsudados de algumas plantas apresentam efeito antagonista, como é o caso da marioila (*Phlomis purpurea* L.). Esta espécie é uma arbustiva presente em algumas áreas de montado, pelo que seria interessante utilizar as suas plantas como tampão na prevenção e disseminação do patógeno em áreas ainda não contaminadas.



Figura 31
Ensaio dos *Quercus* em associação com espécies herbáceas: Oruga-brava e rúcula (A) e tremocilha (B) em solo naturalmente infestado com Fitóftora.

O crescimento radial do tronco das árvores é um indicador robusto do seu estado de vitalidade. Intuitivamente, é expectável que as árvores saudáveis aumentem o diâmetro do tronco com a idade, pois trata-se de um crescimento (radial) cumulativo ao longo dos anos e quaisquer alterações no padrão deste crescimento, tais como, a tendência de redução da taxa de crescimento, a paragem de crescimento em pleno período de crescimento vegetativo e mesmo uma taxa negativa de crescimento (um decréscimo do diâmetro do tronco das árvores), sazonal ou anual, são tipicamente indicativas de um estado anormal, de declínio da árvore.

No GO-Declínio do Montado instalaram-se dendrómetros nos troncos de árvores adultas, sobreiros e azinheiras, localizadas em três montados distintos: dois montados de azinho, Álamos e Montes Altos (Aldeia dos Fernandes, na freguesia de Ourique) e num montado misto de azinho e sobreiro, Monte da Laborela (Laborela, na freguesia de Panóias) (Figura 32).

Os dendrómetros foram ajustados ao tronco de cada uma das árvores, à altura de 1,30 m do solo (Figura 33). A variação do diâmetro medido à altura do peito (dap, mm) foi registada diretamente durante mais de 2 anos consecutivos, entre novembro 2020 (medição inicial) e maio de 2023 (última medição). A medição do crescimento radial das árvores foi feita quatro vezes em cada ano, de modo a cobrir as épocas de crescimento (primavera e outono) e as de repouso vegetativo (verão e inverno) do clima temperado.

Nos solos dos montados estudados, Regosolos, foi detetada a presença de Fitóftora, em raízes de árvores adultas de azinheira, na proximidade das árvores monitorizadas, tendo-se detetado vários pontos de infeção no solo o que explica que as árvores estejam numa área de declínio do montado, visível pela elevada mortalidade e declínio do arvoredo.



Figura 32
Mapa da localização dos três montados em estudo.

O tipo de gestão dos três montados foi caracterizado: no montado dos Montes Altos (com acompanhamento desde 2012, integrado no Projeto-piloto: “Recuperação do Montado de sobre e azinho no Concelho de Ourique” desenvolvido pela Associação de Criadores de Porco Alentejano e com o apoio e colaboração da Câmara Municipal de Ourique) executam-se fertilizações periódicas e calagens (2012), no sub-coberto existe uma pastagem melhorada com base em trevos, serradela e azevém instalada em 2019, pastoreada por gado ovino. O montado de azinho dos Álamos, também com uma pastagem no sub-coberto tem pastoreio com gado bovino. Esta área de estudo foi descontinuada na monitorização das árvores, pois o gado destruiu os dendrómetros ao fim de menos de um ano de medição. No montado misto de azinho e sobre do Monte da Labo-

rela não foi feita qualquer fertilização ou calagem, tendo-se encontrado uma pastagem natural pastoreada por gado ovino e suíno (porcos de montanha).

As medidas culturais aplicadas no montado de azinho, Montes Altos, em associação com uma menor densidade de árvores contribuíram para a maior dimensão das azinheiras deste montado em comparação com as azinheiras do montado misto, Monte da Laborela.

A medição do crescimento radial das árvores mostrou que as azinheiras de ambos os montados apresentaram, no primeiro ano de monitorização um decréscimo (anual) médio de -1,0 mm, enquanto o sobreiro apresentou um crescimento médio anual de 2,6 mm (Figura 34).

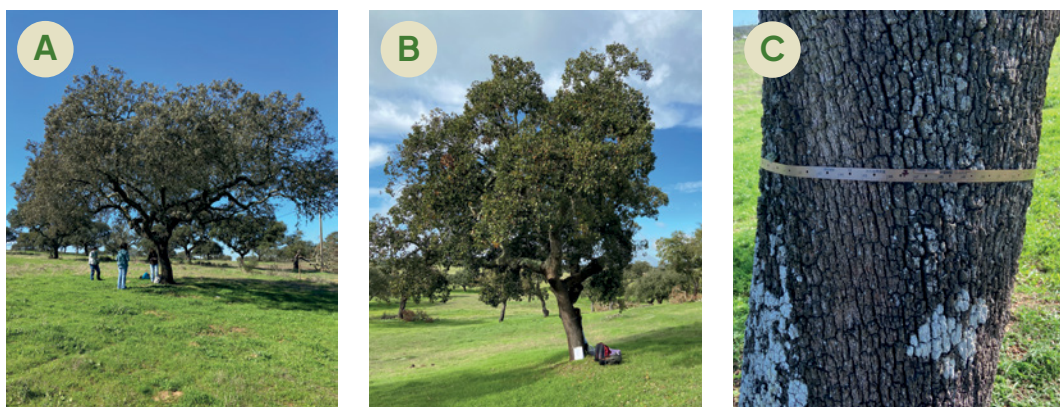


Figura 33
Azinheira (A); sobreiro (B); (C) fita dendrométrica colocada numa azinheira.

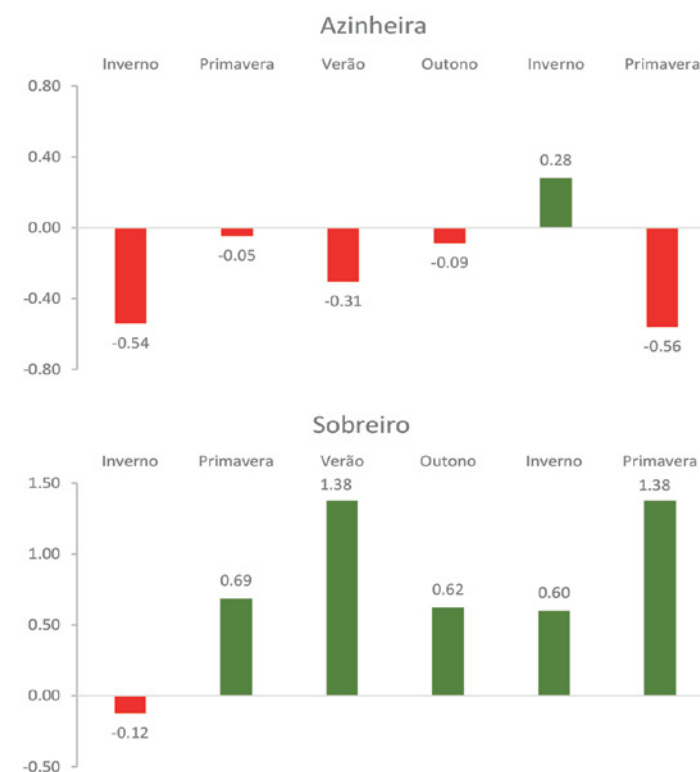


Figura 34
Média dos acréscimos sazonais do diâmetro do tronco a 1,30 m do solo para as azinheiras e sobreiros (em mm). Seis medições consecutivas, entre novembro de 2020 e maio de 2022. Acréscimos positivos (crescimento) a verde e acréscimos negativos (decréscimo) a vermelho.

Estratégias para minimizar o impacto de Fitóftora

As azinheiras decresceram o diâmetro do tronco nos dois períodos de crescimento vegetativo (anos) consecutivos e nos dois montados, Montes Altos e Monte da Laborela. No entanto, após o primeiro ano de decréscimo de diâmetro do tronco, verificou-se que nos Montes Altos, as azinheiras, retomaram o crescimento do diâmetro do tronco, no outono de 2022, após o período de repouso no verão, enquanto que no Monte da Laborela, as azinheiras continuaram a mostrar uma redução do diâmetro, evoluindo de forma consistente para um decréscimo perene do diâmetro do tronco, ao longo dos dois anos consecutivos.

Estes resultados estão de acordo com estudos anteriores que reportam a interação entre Fitóftora e fatores abióticos (stress hídrico ou outras condições micro-ambientais) que restringem a disponibilidade de água no solo, conduzindo ao declínio das azinheiras. Para além disso, os resultados deste estudo consubstanciam resultados de estudos anteriores que reportam que a azinheira é um

hospedeiro muito mais suscetível à infeção do que o sobreiro. Por outro lado, a diferença de gestão observada nos dois montados, Montes Altos - fertilizações periódicas e pastagem melhorada; Monte da Laborela sem fertilizações e pastagem natural, conduziu certamente a uma melhoria da qualidade do solo nos Montes Altos, a qual pode ter contribuído para o desenvolvimento de azinheiras mais robustas em detrimento das azinheiras do Monte da Laborela.

Em conclusão, o crescimento do diâmetro radial das árvores parece ser um parâmetro importante como indicador do estado de declínio da árvore e de possível infeção. Este estado de declínio da árvore pode-se estender por muitos anos, décadas mesmo, após o seu início. Deste modo, a monitorização do crescimento radial da árvore pode contribuir para a deteção precoce da infeção, ou seja, numa fase ainda pouco avançada, dando tempo a que se possam estabelecer medidas de mitigação.

A mitigação do declínio nos Montados, associado a Fitóftora, requer estratégias que combinem diferentes métodos de gestão. Os métodos devem de ser adequados a cada tipo de montado, tendo em atenção todas as características locais (tipo de solo, exposição topográfica, espécie arbórea predominante e ainda a vegetação presente no sub-coberto, bem como, o tipo de gado e o seu encabeçamento) integrando essencialmente medidas preventivas para evitar novas infeções e medidas culturais que possam reduzir a infeção do patógeno, em caso de este já estar presente na área.

Um dos objectivos do GO-Declínio era obter medidas culturais que pudessem contribuir para a supressão de Fitóftora no solo.

O conhecimento de que existem plantas que produzem compostos que podem induzir a redução da atividade deste patógeno no solo (alelopatia) pode ser de grande interesse. Esta medida associada às outras medidas já divulgadas, quer para montados não afetados, sem sintomas de declínio, quer para montados afetados, com sintomas de declínio, podem contribuir para a prevenção e proteção dessas áreas.

Em projetos anteriores deu-se ênfase às medidas de prevenção e controlo do declínio associado ao patógeno Fitóftora. Como resultado, foram preparadas e divulgadas algumas publicações onde se apresentam as medidas mais adequadas para áreas afetadas e não afetadas por esta doença:

Gestão e Prevenção de Áreas de Montado com Fitóftora

<https://www.iniav.pt/divulgacao/publicacoes-bd/weblink/49/1417/1>

Gestão e Prevenção da Doença Causada por *Phytophthora cinnamomi* em Montados e Dehesas

<https://www.iniav.pt/divulgacao/publicacoes-bd/gestao-e-prevencao-de-areas-de-montado-com-fitofthora>

“
Este estado de declínio da árvore pode-se estender por muitos anos, décadas mesmo, após o seu início.
”

A comparação de áreas de montado entre 1979 e 2018 no concelho de Ourique evidencia mortalidade nalgumas zonas ao longo deste período, a qual poderá estar associada às condições extremas de secura em combinação com outros fatores, entre os quais, a presença no solo do patogénio, Fitóftora. Estas áreas merecem maior atenção, pelo que se deve aplicar as medidas, já indicadas e divulgadas nas publicações acima referidas, para mitigar a doença e, consequentemente a mortalidade das árvores a médio prazo. A estas medidas, podem ainda associar-se os principais resultados deste projeto.

1. As espécies herbáceas selecionadas, da família Brassicaceae, *Eruca vesicaria*, *Diplotaxis tenuifolia* e *Raphanus raphanistrum* poderão ser introduzidas para enriquecer a composição de pastagens já conhecidas. A sua utilização como plantas alelopáticas, tem como finalidade reduzir a população do patogénio no solo e evitar a sua disseminação. Esta medida pode ser um valioso contributo na gestão do montado pela prevenção e controlo da infeção, devendo, no entanto, ser incorporada numa estratégia de controlo integrado, pois só por si, não será suficientemente eficaz para suprimir totalmente o inóculo de Fitóftora.

A utilização de pastagens enriquecidas com espécies da família Brassicaceae, apresenta ainda a capacidade de poder descompactar o solo pelo sistema radicular pivotante e fasciculado. Por outro lado, as pastagens apresentam o efeito benéfico de conservação do solo, melhorando a sua capacidade de retenção de água, contribuindo ainda para a incorporação de matéria orgânica. A libertação de compostos alelopáticos, vai também, permitir o desenvolvimento de um microbioma antagonista para os patogénios do solo.

2. O conhecimento da suscetibilidade à infeção por Fitóftora de diferentes espécies pertencentes a várias famílias de plantas ajuda a selecionar quais as espécies que se devem utilizar nas sementeiras ou nas plantações. Estes resultados indicam que se deve evitar, semear/plantar, espécies que apresentem elevada suscetibilidade à Fitóftora, como por exemplo a tremocilha (*Lupinus luteus*) em particular, nas áreas que apresentem condições mais predispostas à infeção. Esta medida tem como objetivo impedir a manutenção do patogénio e a sua disseminação. Recomenda-se ainda como espécie benéfica e tolerante ao patogénio, a ervilhaca (*Vicia sativa*), a qual, como leguminosa poderá substituir a tremocilha. Também a serradela (*Ornithopus sativus*) e o centeio (*Secale cereale*) poderão ser utilizados em condições naturais sem influenciar a expansão da doença.

3. O decréscimo radial anual observado na azinheira pode estar relacionado com a presença de Fitóftora nas raízes dessas plantas, uma vez que é um hospedeiro muito suscetível. Este parâmetro pode servir de indicador da infeção que, em geral, só terá reflexo muitos anos após o seu início, quando a árvore já regista sintomas muito evidentes da doença.

“
Estes resultados indicam que se deve evitar, semear/plantar, espécies que apresentem elevada suscetibilidade à Fitóftora
”

GLOSSÁRIO

Alelopático

Que limita ou inibe o crescimento de outros organismos, normalmente devido à produção de substâncias específicas que resultam do metabolismo secundário das plantas.

Antrópico

Resulta da ação do ser humano.

Biopesticidas

São produtos de origem natural para o controle de organismos indesejáveis (insectos, microrganismos e infestantes) para as plantas. Podem ser organismos vivos, mais especificamente microrganismos, ou produtos derivados de organismos vivos, incluindo os metabolitos naturais produzidos por estes organismos no decurso do seu crescimento e desenvolvimento.

Caméfito

Planta perene cujas gemas de renovo se situam a menos de 25 cm da superfície do solo.

Clamidósporo

Esporo assexuado que apresenta parede celular mais ou menos espessa e está separado das hifas por um septo. É um esporo associado à sobrevivência do organismo.

Corretivos alcalinizantes

São produtos utilizados para corrigir a reação do solo - diminuir a acidez dos solos.

GLOSSÁRIO

Declínio

Fenómeno de enfraquecimento progressivo duma planta ou de um sistema devido à interação de múltiplos fatores ambientais, bióticos ou decorrentes da atividade humana, que pode ocorrer durante um período de vários anos. Frequentemente observa-se perda da vitalidade das plantas que muitas vezes acabam por morrer.

Dendrómetro

Ferramenta simples que permite medir manualmente as alterações na circunferência dos caules das árvores ao longo do tempo.

Dieback

Seca e morte dos ramos numa árvore doente.

Epidemiologia

Estudo da distribuição e dos factores responsáveis pela existência ou aparecimento e frequência de uma doença.

Esporângio

Estrutura assexuada, no interior da qual se diferenciam os zoósporos (esporos).

Eutrofização

É um processo que consiste no aumento dos nutrientes, como azoto e fósforo, em um ecossistema o que provoca alterações nesse ecossistema.

GLOSSÁRIO

Fator abiótico

Elemento do ambiente que influencia a biologia dos seres vivos (ex: temperatura, humidade, pH, solo).

Fator biótico

Elemento que envolve seres vivos (ex: micróbios, animais, plantas, etc.).

Fenóis

São metabolitos secundários sintetizados pelas plantas em resposta a fatores de stress.

Glucosinolatos

Metabolitos secundários sulfurados encontrados em muitas plantas da família Brassicaceae, responsáveis pelo sabor e aroma picante de vegetais utilizados pelo homem, tais como, repolho, couve-flor, brócolos, nabo, couve de bruxelas. São também referidos como antagonistas de alguns microrganismos patogénicos para as plantas.

Hemicriptófito

Planta com as gemas de renovo situadas na superfície do solo, muitas vezes envolvidas por folhas em forma de roseta; são as plantas bienais ou vivazes cuja parte aérea morre anualmente.

Heliófito

A vegetação que vive de preferência ao sol (heliófila) em ambientes com insolação direta.

Hifa

Filamento de células que formam o micélio dos fungos e de oomicetas.

Hospedeiro tolerante

Planta infetada (hospedeiro) por um patógeno, mas que apresenta mecanismos de defesa que não permite a progressão da infeção, podendo não desenvolver sintomas, hospedeiro assintomático, ou apenas sintomas ligeiros. Estes hospedeiros pouco contribuem para a dispersão do patógeno.

Hospedeiro suscetível

Planta que não apresenta resistência à infeção de um agente patogénico apresentando sintomas, se as condições ambientais forem favoráveis ao desenvolvimento da doença. Contribui para o aumento da atividade do patógeno e conseqüentemente para a sua dispersão.

Isotiocianatos

São compostos biologicamente ativos que resultam da degradação enzimática dos glucosinolatos. Possuem propriedades antimicrobianas, antifúngicas e antioxidantes.

Micélio

Parte vegetativa de um fungo ou oomiceta, que consiste numa massa formada por um conjunto de hifas emaranhadas.

Microbioma do solo

Conjunto dos microrganismos (bactérias, fungos, protozoários, vírus, etc.) presentes no solo de uma determinada área. Estes microrganismos desempenham diversas funções as quais determinam as características físico-químicas e biológicas desse solo.

Nanofanerófito

Pequenos arbustos com comprimento não superior aos 2 metros (raramente ultrapassando o 1,5 metro) e cujas gemas de renovo se encontram entre os 20 - 25 cm de altura.

Oomicetas

Organismos filamentosos e microscópicos que se assemelham morfológicamente a fungos e que se reproduzem de forma sexuada e assexuada. Alguns deles causam doenças nas plantas com impacto económico e ecológico.

Patógeno

Organismo que causa doença num hospedeiro.

Pastagens nitrófilas

Pastagens onde predominam espécies nitrófilas (plantas que preferem solos ricos em azoto).

Regeneração natural

Capacidade natural de renovação das árvores, através de semente, ou de forma vegetativa (rebentos de toijas ou raízes).

Rizosfera

Região do solo onde se encontram as raízes.

Solos supressivos

São solos nos quais a gravidade da doença permanece baixa, apesar da presença de um determinado patógeno.

Terófito

Planta anual com um só período vegetativo de vida, cujas gemas de renovo provêm da germinação de sementes.

Tipo Fisionómico

Forma de vida, cuja classificação foi feita a partir da posição das gemas de renovo.

Tecidos vasculares

Tecidos condutores que apresentam como função o transporte de água e outras substâncias ao longo da planta. Existem dois tipos de tecidos vasculares: o xilema e o floema.

Textura do solo

Característica física dos solos e que corresponde à proporção em que se encontram as suas partículas com menos de 2 mm de diâmetro (areia, argila e limo) e que tem interesse agrícola.

Vegetação esclerófila

É uma vegetação de folhas sempre verdes (folhas duras, coriáceas), bem-adaptada à secura estival em que a disponibilidade hídrica é muito escassa e as temperaturas são elevadas.

Vivaz

Planta plurianual.

Xerófito

Planta adaptada aos climas secos ou com um período de seca maior ou menor, que pode, portanto, viver com pequenas quantidades de água.

Zoósporos

Esporos biflagelados que se diferenciam dentro dos esporângios e que são responsáveis pela dispersão do organismo pela água.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

Acedo A., Cardillo E., Pérez M.M., Morales-Rodríguez M.C., Rodríguez-Molina M.C. and Pérez-Sierra A. (2013). First report of *Phytophthora cinnamomi* associated with mortality of *Erica umbellata* natural shrubs in Spain *New Disease Reports* 28 (8).

<http://dx.doi.org/10.5197/j.2044-0588.2013.028.008>

Araniti F., Sorgonà A., Lupini A. & Abenavoli MR. (2012). Screening of Mediterranean wild plant species for allelopathic activity and their use as bio- herbicides. *Allelopathy Journal*, 29 (1): 107-124.

Bais, H.P., Weir, T.L., Perry, L.G., Gilroy, S., Vivanco, J.M. (2006). The role of root exudates in rhizosphere interactions with plants and other organisms. *Annual Review Plant Biology*, 57: 233–266.

Bailey, K.L., 2014. In: Abrol, Dharam P. (Ed.), *The Bioherbicide Approach to Weed Control Using Plant Pathogens, Integrated Pest Management: Current Concepts and Ecological Perspective*. Elsevier (Academic Press), pp. 245 e 266.

Brasier, C. M. (1996). *Phytophthora cinnamomi* and oak decline in Southern Europe. Environment constrains including climate change. *Annales des Sciences Forestières*, 53, 2-3: 347-358 EDP Sciences.

Brasier, C.M., Robredo, F., Ferraz, J.F.P., (1993). Evidence for *Phytophthora cinnamomi* involvement in Iberian oak decline. *Plant Pathology*, 42 (1): 140–145.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.1993.tb01482.x>.

Burgess TI., Scott JK., McDougall KL., Stukely MJ., Crane C., Dunstan WA. (2017). Current and projected global distribution of *Phytophthora cinnamomi*, one of the world's worst plant pathogens. *Global Change Biology*. 23 (4): 1661-1674 pmid:27596590

Calouro F. et al. (2022). Manual de Fertilização do sobreiro. INIAV. ISBN:978-972-579-064-9.

<https://www.inia.pt/divulgacao/publicacoes-bd/manual-de-fertilizacao-do-sobreiro>

Capelo J e Aguiar C (2021) (eds) *A Vegetação de Portugal*. Imprensa Nacional. 1ª edição: maio de 2021 ISBN: 978-972-27-2879-9. 335 pp.

BIBLIOGRAFIA

Cardillo, E., Acedo A., Abad E. (2018). Topographic effects on dispersal patterns of *Phytophthora cinnamomi* at a stand scale in a Spanish heathland. *PLoS ONE*, 13 (3): e0195060. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195060>.

Cardillo E. (2021). *Patrones espaciotemporales del síndrome de decaimiento (seca) de encinas y alcornoques*. Programa de doctorado en Ciência y Tecnología de los Sistemas Agroforestales. Universidad de Extremadura. pp250.

Corcobado, T.; Cubera, E.; Juárez, E.; Moreno, G.; Solla, A. (2014). Drought events determine performance of *Quercus ilex* seedlings and increase their susceptibility to *Phytophthora cinnamomi*. *Agricultural Forest Meteorology*, 192–193,1–8.

Costa, A., Pereira, H., Madeira, M. (2010). Analysis of spatial patterns of oak decline in cork oak woodlands in Mediterranean conditions. *Annals Forest Science*, 67 (2), 204. <http://dx.doi.org/10.1051/forest/2009097>

Costa A. & Moreira AC. (2023). Stem Diameter Decrement in Holm Oak (*Quercus rotundifolia* Lam.): Insights into Tree Decline Pathways in Endangered Woodlands of Southern Portugal. *Ecologies*, 4 (2), 229-241; <https://doi.org/10.3390/ecologies4020016>

Flora Iberica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares / Coordinador General de la obra: S. Castroviejo (Madrid); Vol. XVI (II). Compositae (partim) / Editores: S. Talavera (Sevilla), A. Buirra (Madrid), A. Quintanar (Madrid), M. Á. García (Madrid), M. Talavera (Sevilla), P. Fernández Piedra (Sevilla) & C. Aedo (Madrid). Disponible online <https://bibdigital.rjb.csic.es/records/item/16361-flora-iberica-vol-16-2-compositae-partim?offset=3>

Gómez-Aparicio, L., Ibáñez, B., Serrano, M.S., de Vita, P., Ávila, J.M., Pérez-Ramos, I.M., García, L.V., Esperanza Sánchez, M., Marañón, T. (2012). Spatial patterns of soil pathogens in declining Mediterranean forests: implications for tree species regeneration. *New Phytol.* 194: 1014–1024. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2012.04108.x>.

Hardham, A.R.; Blackman, L.M. (2018). *Phytophthora cinnamomi*. *Molecular Plant Pathology*, 19, 260–285.

BIBLIOGRAFIA

Hernández-Lambrano, R.E., et al. (2019). Spatial oak decline models to inform conservation planning in the Central-Western Iberian. *Forest Ecology and Management*, 441, 115–126. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.03.026>

Homet P., González M, Matías L, Godoy O, Pérez-Ramos IM, García L V. & Gómez-Aparicio L. (2019). Exploring interactive effects of climate change and exotic pathogens on *Quercus suber* performance: Damage caused by *Phytophthora cinnamomi* varies across contrasting scenarios of soil moisture. *Agricultural and Forest Meteorology*: 276-277. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2019.06.004>

INFOSOLO:<https://portalgeo.inia.pt/portal/apps/webappviewer/index.html?id=17574ca60800415dace9a6369ac53208>

ISSS-ISRIC-FAO (2006). World Reference Base for Soil Resources 2006. World Soil Resources Report, Rome, Italy. <http://www.fao.org/3/a-a0510e.pdf>.

Kamilova F, Kravchenko LV, Shaposhnikov AI, Azarova T, Makarova N, Lugtenberg BJJ (2006). Organic acids, sugars, and L-tryptophane in exudates of vegetables growing on stonewool and their effects on activities of rhizosphere bacteria. *Molecular Plant Microbe Interactions*, 19:250–256

Kamilova F, Kravchenko LV, Shaposhnikov AI, Makarova N, Lugtenberg BJJ (2006) Effects of the tomato pathogen *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* and of the biocontrol bacterium *Pseudomonas fluorescens* WCS365 on the composition of organic acids and sugars in tomato root exudate. *Molecular Plant Microbe Interactions*, 19:1121–1126

Kumar R., Bhatia R., Kukreja K., Behl RK., Dudeja SS., Narula N. (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 Microbiology*, 47: 436-439.

López-Escudero Fco. Javier, Blanco-López Miguel Ángel y Traperó-Casas, Antonio (2010). Influencia de las cubiertas vegetales en las enfermedades del olivar. In: *Cubiertas Vegetales in Olivar*. Pp101-114. (Ed. Antonio Rodríguez Lizana, Rafaela Ordóñez Fernández, Jesús Gil Ribes. Junta de Andalucía. Consejería. https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337161293CUBIERTAS_VEGETALES_9-07_mod_por_JMD.pdf de Agricultura y Pesca. ISBN: 978-84-8474-205.

BIBLIOGRAFIA

Martins, J.C., Branco, M.A., Pires, F.P., Fernandes, M.L., (2012). Diagnóstico do estado de fertilidade do solo na área do Projeto-piloto desenvolvido pela Associação de Criadores de Porco Alentejano no concelho de Ourique. Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, Oeiras.

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, AC., Calha I., Passarinho JA., Sampaio, AR. (2018). Anti-*Phytophthora* activity of root extracts from herbaceous species. Efeito inibitório de extratos radiculares de plantas herbáceas na atividade de *Phytophthora cinnamomi*. *Revista de Ciências Agrárias*, 41:39-47. <https://doi.org/10.19084/RCA.17065>.

Moreira, A.C. and Rodrigues, A. (2022). Effect of Soil Water Content and Soil Texture on *Phytophthora cinnamomi* Infection on Cork and Holm Oak. *Silva Lusitana*, 29 (2): 133–160. <https://doi.org/10.1051/silu/20212902133>

Neves D., Caetano P., Oliveira J., Maia C., Horta M., Sousa N., Salgado M., Dionisio L., Magan N. & Cravador A. (2014). Anti-*Phytophthora cinnamomi* activity of *Phlomis purpurea* plant and root extracts. *European Journal of Plant Pathology*, 138 (4): 835-846.

Pinto-Correia T, Ribeiro N, Potes J (Coord) (2013). *Livro Verde dos Montados*. Edição: ICAAM - Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas. Univ Évora, 61 pp.

Ríos P., Obregon S., Gonzalez, M., de Haro A. & Sanchez M.E. (2016). Screening brassicaceous plants as biofumigants for management of *Phytophthora cinnamomi* oak disease. *Forest Pathology*, 46 (6): 652-659.

Ríos, P., González, M., Obregón, S., Carbonero, M.D., Leal, J.R., Fernández, P., de Haro, A., Sánchez, M.E. (2017). Brassica-based seedmeal biofumigation to control *Phytophthora cinnamomi* in the Spanish “dehesa” oak trees. *Phytopathologia Mediterranea*, 56, 392–399.

Robin C., Desprez-Loustau, M.L., Capron, G., Delatour, C. (1998). First record of *Phytophthora cinnamomi* on cork and holm oaks in France and evidence of pathogenicity. *Annales des Sciences Forestières*, 55: 869-883.

BIBLIOGRAFIA

Rodriguez-Romero M., Godoy-Cancho B., Calha I., Passarinho JA. & Moreira AC. (2021). Allelopathic effects of three herb species on *Phytophthora cinnamomi*, a pathogen causing severe oak decline in Mediterranean wood pastures. *Forests*, 12:285. <https://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 -Proteção de Plantas. ISA-UL.70pp.

Sánchez, M., Caetano, P., Ferraz, J., Trapero, A. (2002). *Phytophthora* disease of *Quercus ilex* in south-western Spain. *Forest Pathology*, 32: 5–18.

Scanu B., Linaldeddu B.T., Franceschini A., Anselmi N., Vannini A., Vettrano A. M. (2013). Occurrence of *Phytophthora cinnamomi* in cork oak forests in Italy *Forest Pathology*, 43 (4):340-343. <https://doi.org/10.1111/efp.12039>

Serrano M., Fernández-Rebollo P, De Vita P., Sánchez M.E. (2012). Susceptibility of common herbaceous crops to *Phytophthora cinnamomi* and its influence on *Quercus* root rot in rangelands. *European Journal Plant Pathology*, 134: 409-414, <https://doi.org/10.1007/s10658-012-9999-z>

Serrano M., Fernández-Rebollo P, De Vita P., Carbonero M.D., Trapero, A. & Sánchez M.E. (2010). *Lupinus luteus* a new host of *Phytophthora cinnamomi* in spanish oak-rangeland ecosystems. *European Journal Plant Pathology*, 12: 149-152.

Soltys D., Krasuska U., Bogatek R. & Gniazdowska A. (2013). Allelochemicals as Bioherbicides -Present and Perspectives (Chap. 20): 517-542. in: *Herbicides- Current Research and Case Studies in Use*. Price AJ & Kelton JA (eds). InTech. ISBN 978-953-51-1112-2. <http://dx.doi.org/10.5772/56185>.

Valente C., Gonçalves C., Vasques J., Manta AC., Bragança H., Branco M. (2022). Pragas e Doenças Associadas aos Eucaliptos, Cap VII. In: *As Plantações de Eucalipto e os Recursos Naturais em Portugal: Avanços e recentes desafios*. *Silva Lusitana*, Caderno Técnico (2ª edição), pp.159-175. <https://www.inia.pt/divulgacao/noticias-inia/2227-eucalipto-caderno-tecnico-n-7-revista-silva-lusitana-2-edicao>

BIBLIOGRAFIA

Vieira Natividade J. (2007). *O sobreiro, o montado de sobro e a cortiça*: 89-122. In Sande Silva J (Ed.). *Floresta Portuguesa-imagens de tempos idos. Árvores e Florestas-01*. Edição FLAD e Publico.

Weste G. (1983). Population Dynamics and survival of *Phytophthora*. In: *Phytophthora: its biology, taxonomy, ecology, and pathology*. (Eds DC Erwin, S. Bartnicki-Garca, PH Tsao). Pp.237-257. (APS Press: St Paul, MN).

Weste, G., Marks, G.C. (1987). The biology of *Phytophthora cinnamomi* in Australasian forests. *Annual Review of Phytopathology* 25: 207–229.

Zentmyer, G.A., Mircetich, S.M. (1966). Saprophytism and persistence in soil by *Phytophthora cinnamomi*. *Phytopathology* 56: 710-712.

Zentmyer, G.A. (1980). *Phytophthora cinnamomi* and the diseases it causes. Monograph 10. American Phytopathological Society, St Paul, Minnesota. 96 pp.

PROJETO -GO-DECLÍNIO DO MONTADO

Parceria

ACPA - Associação dos Criadores do Porco Alentejano (Líder do Projeto)

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

ICNF - Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, I.P.

SIMÕES - Duarte Nuno Salvador

ÁLAMOS - Lourenço e Borda d'Água Lda

BARRANCARNES - Transformação Artesanal, S.A.

ANCPA - Associação Nacional dos Criadores do Porco Alentejano



Quadro 1B

Vegetação arbustiva registada nos montados

FAMÍLIA BOTÂNICA	ESPÉCIE	NOME VULGAR
Cistaceae	<i>Cistus crispus</i> L.	roselha
	<i>Cistus ladanifer</i> L.	esteva
	<i>Cistus monspeliensis</i> L.	sargaço
	<i>Cistus salviifolius</i> L.	sarganho-mouro
Lamiaceae	<i>Lavandula stoechas</i> L.	rosmaninho
	<i>Phlomis purpurea</i> L.	mariola
Thymelaeaceae	<i>Daphne gnidium</i> L.	trovisco
Boraginaceae	<i>Lithodora prostrata</i> (Loisel)	sargacinho
Asteraceae	<i>Ditrichia viscosa</i> (L.) Greuter.	táveda
Hypericaceae	<i>Hypericum perforatum</i> L.	hipericão

Quadro 2B
Vegetação herbácea registada nos montados

FAMÍLIA BOTÂNICA	ESPÉCIE	NOME VULGAR
Araceae	<i>Arum italicum</i> Mill. subsp. <i>italicum</i>	jarro-dos-campos
Asparagaceae	<i>Asparagus acutifolius</i> L.	espargo-bravo-menor
Iridaceae	<i>Chasmanthe floribunda</i> (Salisb.) N.E.Br.	-
Asparagaceae	<i>Urginea marítima</i> (L.) Baker	cebola-albarrã
Amaranthaceae	<i>Chenopodium album</i> L.	catassol
Apiaceae	<i>Daucus carota</i> L.	cenoura-brava
	<i>Thapsia villosa</i> L.	tapsia
Asteraceae	<i>Andryala integrifolia</i> L.	alface-do-monte
	<i>Andryala laxiflora</i> DC.	erva-polvinhenta
	<i>Calendula arvensis</i> L.	erva-vaqueira
	<i>Carlina racemosa</i> L.	cardo-asnil
	<i>Chamaemelum fuscatum</i> (Brot.) Vasc.	margaça-de-Inverno
	<i>Chamaemelum mixtum</i> (L.) All.	margaça
	<i>Chichorium intybus</i> L.	chicória
	<i>Chrysanthemum segetum</i> L.	pampilho-das-searas
	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	cardo-das-vinhas
	<i>Crepis capilaris</i> (L.) Wallr.	almeirão-branco
	<i>Crepis vesicaria</i> (Tuill.) Thell.	almeirôa
	<i>Cynara humilis</i> L.	alcachofra-brava
	<i>Galactites tomentosus</i> Moench	cardo-dos-picos
Campanulaceae	<i>Jasione montana</i> L.	botão-azul
	<i>Hedypnois cretica</i> (L.) Dum. Corset	alface-de-Creta
Asteraceae	<i>Hypochaeris radicata</i> L.	leituga
	<i>Pulicaria paludosa</i> Link.	erva-pulgeira
Orobanchaceae	<i>Parentucellia viscosa</i> (L.) Caruel	erva-peganhenta
Caryophyllaceae	<i>Paronychia argentea</i> Lam.	erva-prata
	<i>Picris echioides</i> L.	raspa-saia
	<i>Senecio jacobea</i> L.	tasna
Asteraceae	<i>Scolymus hispanicus</i> L.	cardo-de-ouro
	<i>Senecio vulgaris</i> L.	tasneirinha
	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	serralha-branca

Quadro 2B (cont. 1)

FAMÍLIA BOTÂNICA	ESPÉCIE	NOME VULGAR
Asteraceae	<i>Sylimum marianum</i> (L.) Gaertn.	cardo-de-santa-Maria
	<i>Tolpis barbata</i> (L.) Gaertn.	olho-de-mocho
Boraginaceae	<i>Echium plantagineum</i> L.	língua-de-vaca
	<i>Diplotaxis catholica</i> (L.) DC.	grizandra
Brassicaceae	<i>Hirschfeldia incana</i> (L.) Lagr-Foss	hirschfeldia-de-pêlo-branco
	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	saramago
	<i>Thlaspi perfoliatum</i> L.	-
Caryophyllaceae	<i>Corrigiola litoralis</i> L.	erva-pombinha
	<i>Silene colorata</i> Poir.	silene-rosada
	<i>Silene gallica</i> L.	erva-mel
	<i>Spergularia purpurea</i> (Pers.) G. Don.	sapinho-roxo
	<i>Stellaria media</i> L. Vill.	erva-moleira
Caprifoliaceae	<i>Scabiosa atropurpurea</i> L.	escabiosas-dos-jardins
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce prostrata</i> (Ainton) Small	-
	<i>Lotus pedunculatus</i> Cav.	erva-coelheira
	<i>Lotus subbiflorus</i> Lag.	loto
	<i>Lupinus luteus</i> L.	tremocilha
	<i>Medicago polymorpha</i> L.	carrapiço
	<i>Ononis natrix</i> L.	joina-dos-matos
	<i>Ornithopus compressus</i> L.	serradela-amarela
	<i>Trifolium angustifolium</i> L.	trevo-massaroco
	<i>Trifolium campestre</i> Schreb.	trevo-amarelo
	<i>Trifolium incarnatum</i> L.	trevo-encarnado
	<i>Trifolium repens</i> L.	trevo-branco
	<i>Trifolium resupinatum</i> L.	trevo-da-Pérsia
	<i>Vicia angustifolia</i> L.	ervilhaca-miúda
<i>Vicia villosa</i> Roth	ervilhaca-peluda	
<i>Vicia benghalensis</i> L.	ervilhaca-vermelha	
<i>Vicia sativa</i> L.	ervilhaca-comum	
Geraneaceae	<i>Erodium moschatum</i> (L.) L. Hér	erva-alfinete
	<i>Geranium mole</i> L.	bico-de-pomba-menor

Quadro 2B (cont. 2)

FAMÍLIA BOTÂNICA	ESPÉCIE	NOME VULGAR
Juncaceae	<i>Juncus bufonius</i> L.	junco-bulboso
	<i>Lamium amplexicaule</i> L.	chucha-pitos
	<i>Lamium purpureum</i> L.	lâmio-roxo
Lamiaceae	<i>Mentha pullegium</i> L.	poejo
	<i>Stachys arvensis</i> (L.) L.	rabo-de-raposa
	<i>Stachys ocymastrum</i> (L.) Briq.	rabo-de-raposa
Malvaceae	<i>Malva sylvestris</i> L.	malva
Onagraceae	<i>Epilobium obscurum</i> L. Scrb.	epilóbio-serrilhado
	<i>Plantago afra</i> L.	erva-das-pulgas
Plantaginaceae	<i>Plantago coronopus</i> L.	diabelha
	<i>Plantago lagopus</i> L.	orelha-de-lebre
	<i>Plantago lanceolata</i> L.	língua-de-ovelha
	<i>Agrostis pourretii</i> Wiild.	erva-sapa
Poaceae	<i>Anthoxanthum aristatum</i> subsp. <i>aristatum</i> Boiss.	feno-de-cheiro-anual
	<i>Avena barbata</i> Link.	aveia-barbada
	<i>Brachypodium distachyon</i> (L.) P.Beauv.	braquipodio
	<i>Briza minor</i> L.	bule-bule-menor
	<i>Briza maxima</i> L.	bole-bole-maior
	<i>Briza media</i> L.	bule-bule
	<i>Bromus diandrus</i> Roth	espigão
	<i>Bromus hordeaceus</i> L.	bromo-doce
	<i>Bromus tectorum</i> L.	bromo
	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	grama
	<i>Cynosurus echinatus</i> L.	rabo-de-cão
	<i>Dactylis glomerata</i> L.	panasco
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.	-	
<i>Elymus campestris</i> (Godr. & Gren.) Kerguélen	-	
<i>Eragrostis cilianensis</i> (All.) F. T. Hubb.	milhã-brava	
<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	erva-carneira	

Quadro 2B (cont. 3)

FAMÍLIA BOTÂNICA	ESPÉCIE	NOME VULGAR
Poaceae	<i>Gastridium ventricosum</i> (Gouan) Schinz & Thell.	gastrídio-bojudo
	<i>Gaudinia fragilis</i> (L.) P.Beauv.	azevém-quebradiço
	<i>Hordeum murinum</i> L. subsp. <i>lepurinum</i>	cevada-dos-ratos
	<i>Lagurus ovatus</i> L.	rabo-de-lebre
	<i>Lamarckia aurea</i> (L.) Moench.	escovinhas
	<i>Lolium multiflorum</i> L.	azevém-anual
	<i>Lolium perenne</i> L.	azevém-perene
	<i>Phalaris coerulescens</i> Desf.	alpista-da-água
	<i>Phalaris paradoxa</i> L.	alpista
	<i>Poa annua</i> L.	cabelo-de-cão
	<i>Pseudoarrhenatherum longifolium</i> (Thore) Rouy	-
	<i>Teneaterum caput-medusa</i> (L.) Nevski	-
Polygonaceae	<i>Vulpia ciliata</i> Dumort.	vulpia-ciliada
	<i>Vulpia myuros</i> (L.) C.C.Gmel.	-
	<i>Rumex acetosella</i> subsp. <i>angiocarpus</i> (Murb.) Murb.	azedo-dos-noivos
	<i>Rumex bucephalophorus</i> L.	catacuzes
Primulaceae	<i>Rumex crispus</i> L.	labaça-crespa
	<i>Rumex pulcher</i> L.	labaça-sinuada
Ranunculaceae	<i>Anagallis arvensis</i> L.	morrião
Rosaceae	<i>Ranunculus repens</i> L.	Botão-de-ouro
Rubiaceae	<i>Sanguisorba minor</i> Scop.	pimpinela
Rutaceae	<i>Sherardia arvensis</i> L.	ganza-dos-campos
Orobanchaceae	<i>Ruta montana</i> (L.) L.	arruda
Plantaginaceae	<i>Bartsia trixago</i> L.	flor-de-ouro
Urticaceae	<i>Mysopates orontium</i> (L.) Raf.	focinho-de-rato
	<i>Urtica urens</i> L.	urtiga-menor

ANEXO II

Quadro 3B
Plantas arbóreas hospedeiras de Fitóftora (*P. cinnamomi*)

FAMÍLIA BOTÂNICA	ESPÉCIE	NOME VULGAR
Fagaceae	³ <i>Quercus coccifera</i> L.	carrasco
	³ <i>Q. petrae</i> (mattuschka) Liebl.	carvalho-branco
	³ <i>Q. robur</i> L.	carvalho-alvarinho
	³ <i>Q. faginea</i> Lam.	carvalho-português
	^{1,3} <i>Q. suber</i> L.	sobreiro
Pinaceae	^{1,3} <i>Q. rotundifolia</i> Lam.	azinheira
	¹ <i>Q. pyrenaica</i> Willd.	carvalho-negral
	³ <i>Pinus halepensis</i> Miller	pinheiro-do-Alepo
	^{2,3} <i>P. pinaster</i> Aiton.	pinheiro bravo
	³ <i>P. pinea</i> L.	pinheiro manso
Myrtaceae	⁴ <i>P. nigra</i> J. F. Arnold	pinheiro-negro
	³ <i>Eucalyptus nitens</i> Maiden	eucalipto-brilhante
	^{2,3} <i>E. globulus</i> Labill.	eucalipto-comum
Cupressaceae	³ <i>E. gunnii</i> Hook F.	eucalipto-de-gunn
	⁴ <i>Cupressus sempervirens</i> L.	cipreste-comum
	⁴ <i>C. lusitanica</i> Mill.	cipreste-do-Buçaco

- ¹ Espécies infetadas no campo que podem mostrar sintomas;
² Espécies infetadas no campo mas que não mostram sintomas de doença;
³ Espécies infetadas que em condições controladas mostraram sintoma;
⁴ Espécies infetadas que em condições controladas não mostraram sintomas.

Quadro 4B
Plantas arbustivas hospedeiras de Fitóftora (*P. cinnamomi*)

FAMÍLIA BOTÂNICA	ESPÉCIE	NOME VULGAR
Cistaceae	^{1,3} <i>Cistus ladanifer</i> L.	esteva
	¹ <i>C. albidus</i> L.	roselha-grande
	¹ <i>C. populifolius</i> L.	estevão
	² <i>C. salvifolius</i> L.	sargaço-mouro
	¹ <i>C. crispus</i> L.	roselha
	⁴ <i>C. monspeliensis</i> L.	sargaço
Ericaceae	¹ <i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull.	torga-ordinária
Fabaceae	¹ <i>Genista triacanthus</i> Brot.	tojo-molar
	¹ <i>Ulex</i> L. spp.	tojo
Myrtaceae	² <i>Arbutus unedo</i> L.	medronheiro
	³ <i>Myrtus communis</i> L.	murta

- ¹ Espécies infetadas no campo que podem mostrar sintomas;
² Espécies infetadas no campo que não mostram sintomas de doença;
³ Espécies infetadas que em condições controladas mostraram sintomas;
⁴ Espécies infetadas em condições controladas, que não mostraram sintomas.

Quadro 5B
Plantas herbáceas hospedeiras de Fitóftora (*P. cinnamomi*)

FAMÍLIA BOTÂNICA	ESPÉCIE	NOME VULGAR
Fabaceae	^{1,3} <i>Lupinus luteus</i> L.	tremocilha
	² <i>L. albus</i> L.	tremoço
	³ <i>L. angustifolius</i> L.	tremoção-bravo
	² <i>Ornithopus sativus</i> L.	serradela
Brassicaceae	³ <i>Sinapis arvensis</i> L.	mostarda-dos-campos
	³ <i>Sinapis alba</i> L.	mostarda-branca
Poaceae	² <i>Hordeum murinum</i> L.	cevada-dos-ratos
	² <i>Brachypodium distachyon</i> (L.) P.Beauv.	braquipódio

- ¹ Espécies que no campo em áreas infestadas com Fitóftora podem mostrar sintomas;
² Espécies infetadas que em condições controladas mostraram sintomas ligeiros ou não mostraram sintomas;
³ Espécies infetadas que em condições controladas mostraram sintomas e redução de crescimento;
⁴ Espécies infetadas que em condições controladas mostraram aumento de biomassa.

ANEXO III

Quadro 6B

Plantas arbustivas não hospedeiras de Fitóftora (*P. cinnamomi*)

FAMÍLIA BOTÂNICA	ESPÉCIE	NOME VULGAR
Lamiaceae	^{1,2} <i>Phlomis purpurea</i> L.	marioila
	¹ <i>Lavandula dentata</i> L.	alfazema-brava
	¹ <i>L. pedunculata</i> (Mill.) Cav.	rosmaninho-maior
	¹ <i>L. stoechas</i> L.	rosmaninho
Thymelaeaceae	¹ <i>Daphne gnidium</i> L.	trovisco
Asteraceae	¹ <i>Helicrysum stoechas</i> (L.) Moench.	perpétua-das-areias
Ericaceae	³ <i>Erica arborea</i> L.	urze-branca
	^{1,3} <i>Erica lusitanica</i> Rudolphi	urze-portuguesa

¹Espécies que no campo em áreas infestadas com Fitóftora não ficam infetadas;

²Espécies que em condições controladas não ficam infetadas mesmo em presença do patógeno;

³Espécies referidas como hospedeiros por outros autores.

Quadro 7B

Plantas herbáceas não hospedeiras de Fitóftora (*P. cinnamomi*)

FAMÍLIA BOTÂNICA	ESPÉCIE	NOME VULGAR
Brassicaceae	¹ <i>Diplotaxis tenuifolia</i> (L.) D.C.C.	oruga-brava
	³ <i>Eruca vesicaria</i> (L.) Cav.	rúcula
	¹ <i>Raphanus raphanistrum</i> L.	saramago
	¹ <i>Brassica nigra</i> L.	mostarda negra
Fabaceae	¹ <i>Cicer arietinum</i> L.	grão-de-bico
	¹ <i>Vicia sativa</i> L.	ervilhaca-comum
	² <i>Medicago sativa</i> L.	luzerna
	² <i>Lolium rigidum</i> Gaud.	erva-febra
Poaceae	³ <i>Secale cereale</i> L.	centeio
	² <i>Lolium multiflorum</i> Lam.	azevém-anual
	² <i>L. perenne</i> L.	azevém-perene
	² <i>Dactylis glomerata</i> L.	panasco
	² <i>Trifolium incarnatum</i> L.	trevo-encarnado
	² <i>T. repens</i> L.	trevo
	² <i>T. subterraneum</i> L.	trevo-subterrâneo
	³ <i>T. michalianum</i> Savi	trevo-balansa
	² <i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	festuca-alta

¹Espécies que em condições controladas não ficaram infetadas, e não apresentaram alterações evidentes;

²Espécies que em condições controladas não ficaram infetadas, mas apresentaram redução na biomassa produzida;

³Espécies que em condições controladas não ficaram infetadas, e apresentaram incremento na biomassa produzida.

