



GO +PINHÃO

Manual Técnico

Boas práticas

para a gestão de

pragas e doenças

da pinha e pinhão

unac



União da Floresta Mediterrânica



Ficha Técnica

Edição:
UNAC – União da Floresta
Mediterrânica

Design Gráfico, Paginação
e Preparação Gráfica:
Whitespace

Impressão e Acabamento:
Whitespace

Tiragem:
1500 exemplares

Lisboa, Dezembro 2021

Autores (ordem alfabética):

Alexandra Correia
(ISA, Universidade de Lisboa)

Ana Farinha
(ISA, Universidade de Lisboa)

Ana Silva (INIAV)

Bárbara Machado (Fitosistema)

Conceição Silva (UNAC)

Edmundo Sousa (INIAV)

Eduardo Mateus
(CENSE, NOVA FCT,
NOVA Universidade de Lisboa)

Helena Bragança (INIAV)

Isabel Carrasquinho (INIAV)

Joana Henrique (INIAV)

Manuela Branco
(ISA, Universidade de Lisboa)

Maria da Encarnação Marcelo
(INIAV)

Maria Rosa Paiva
(CENSE, NOVA FCT,
NOVA Universidade de Lisboa)

Pedro Naves (INIAV)

Sofia Branco
(ISA, Universidade de Lisboa)

Susana Rocha
(ISA, Universidade de Lisboa)

Teresa Valdivieso (INIAV)

Índice

Introdução	3
1. Floração, fecundação e desenvolvimento das pinhas	4
2. Insetos que afetam a produção de pinha e pinhão	6
2.1. Sugador das pinhas	6
2.1.1. Meios de controlo químico	8
2.1.2. Atrativos em investigação	9
2.2. Lagarta das pinhas	10
2.2.1. Medidas preventivas e Meios de luta	11
2.2.2. Atrativos em investigação	11
2.3. Gorgulho das pinhas	11
2.3.1. Medidas preventivas e Meios de luta	12
2.4. Insetos que se alimentam das agulhas e ramos	12
2.4.1. Processionária do pinheiro	12
2.4.2. Hilésinas do pinheiro	13
3. Fungos que podem afetar a produção de pinha e pinhão	14
3.1. Fungos com impactos graves na produção	14
3.1.1. <i>Diplodia sapinea</i>	14
3.1.2. <i>Pestalotiopsis pini</i>	14
3.1.3. <i>Sydowia polyspora</i>	15
3.2. Outros fungos causadores de doenças em pinheiro manso	15
3.2.1. <i>Lophodermium seditiosum</i>	15
3.2.2. <i>Thyriopsis halepensis</i>	16
3.2.3. <i>Dothistroma septosporum</i>	16
3.2.4. <i>Heterotruncatella sp.</i>	16
3.3. Fungos causadores de doença em pinheiro manso e a sua interação com insetos	17
4. Silvicultura e prevenção	17
4.1. Fertilização e rega	17
4.2. Materiais genéticos	17
4.3. Conservação de agentes bióticos	18
Agradecimentos	19
Referências	19

Introdução

O pinheiro manso, *Pinus pinea* L., é uma árvore emblemática dos países da bacia do Mediterrâneo. É uma das espécies florestais melhor adaptadas a este clima, desenvolvendo-se bem em solos arenosos e pobres em nutrientes. Esta espécie é pouco exigente relativamente à falta de precipitação típica do clima mediterrâneo. Todavia, é uma espécie pouco tolerante ao frio, o que condiciona a sua distribuição.

Portugal é o segundo país da Europa com maior área de produção de pinheiro manso, ocupando atualmente cerca de 193 mil hectares, segundo dados do 6º Inventário Florestal Nacional (ICNF, 2015) representando 6% do total da área florestal no país. É relevante notar que a área de produção de pinheiro manso tem vindo a aumentar sistematicamente, tendência que se prevê vir a manter-se. O pinheiro manso registou o maior incremento de área arborizada na década de 2005-2015, com um aumento de 20.7 mil hectares, apenas ultrapassada pelo eucalipto (ICNF, 2015). Este aumento pode justificar-se por dois fatores principais: como resultado da arborização de áreas de matos e pastagens com pinheiro manso e pelo interesse crescente pela produção de pinhão, de elevado valor comercial, que tem suscitado o investimento nesta espécie florestal. O pinheiro manso é ainda conhecido por ser uma espécie relativamente resiliente a pragas e doenças, destacando-se

a sua resistência ao nemátodo do pinheiro (*Bursaphelenchus xylophilus* Steiner & Buher) e em grande extensão a insetos perfuradores e subcorticais.

A produção de pinhão é a principal fonte de rendimento desta espécie florestal, sendo atualmente uma das principais atividades económicas do setor florestal. O valor do miolo de pinhão triplicou no período de 2006 a 2021, de 22 para 66,5 Euros/Kg (UNAC, 2014; Llotja de Reus, 2021). Segundo o IFN6, a produção média de pinha foi de 5035,5 Kg/ha.ano no total de povoamentos puros, mistos dominantes e mistos dominados (ICNF, 2015).

Todavia, nos últimos anos, produtores e industriais têm sido confrontados com um declínio de produtividade, marcado por perdas alarmantes de produção de pinha e de rendimento em pinhão. Uma das possíveis causas apontadas para este declínio tem sido a espécie invasora *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (Hemiptera: Coreidae), conhecida como o sugador das pinhas. Este hemíptero, originário da América do Norte, foi detectado em Portugal pela primeira vez em 2010. À semelhança do que se passou noutros países da bacia do Mediterrâneo, suscitou desde logo grandes preocupações devido ao potencial impacto negativo na produção de pinhão. Mas as causas para o declínio da produção de pinha e rendimento em pinhão podem ser complexas e envolver outros fatores. Não é de excluir o

aumento da incidência de espécies nativas consumidoras de pinhas, em particular o gorgulho da pinha, *Pissodes validirostris* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae) e a lagarta da pinha, *Dioryctria mendacella* Staudinger (Lepidoptera: pyralidae), cuja dinâmica das populações poderá ter sido favorecida pelas alterações climáticas globais. Para além destes insetos, há evidências de que outros agentes se encontram envolvidos nas quebras de produção de pinha e de pinhão, destacando-se os agentes fúngicos *Diplodia sapinea* (Fr.) Fuckel e *Sydowia polyspora* (Bref. & Tavel) E. Müll., ambos causando descoloração e seca das agulhas dos ramos apicais com impacto ao nível dos órgãos reprodutivos da planta, impedindo a formação e desenvolvimento da pinha (Bragança, 2020).

Com a necessidade de encontrar medidas de gestão para controlar os estragos e minimizar os prejuízos causados por estes agentes bióticos na produção de pinha e pinhão, surgiu o Grupo Operacional “+ PINHÃO - Gestão Integrada de Agentes Bióticos Associados à Perda de Produção do Pinhão”, no âmbito do Programa de Desenvolvimento Rural, PDR2020.

O objetivo central deste projeto, consistiu em compreender a relevância de vários fatores bióticos na sanidade do pinheiro manso e na perda de produção, assim como desenvolver estratégias de gestão integrada dos agentes bióticos que afetam a produção de pinha e de pinhão, visando a implementação de tecnologias e processos inovadores de diagnóstico, monitorização e controlo. Desta forma, identificaram-se as principais pragas que causam danos às pinhas, determinou-se a relação entre o ciclo fenológico da floração/frutificação do pinheiro manso e os ciclos biológicos dos agentes bióticos nocivos de modo a determinar as fases da planta em risco de serem atacadas e sobre as quais deverão incidir as ações de proteção a desenvolver. Numa perspetiva aplicada, procurou-se desenvolver métodos de monitorização, armadilhas, estratégias adequadas de silvicultura preventiva, e de controlo, por compostos atraentes, inseticidas, e conhecimento de fauna auxiliar numa perspetiva de gestão integrada.

Procura-se com este manual fazer uma síntese do estado do conhecimento atual, bem como a transferência de conhecimento que resultou das atividades desenvolvidas.



1.

Floração, fecundação e desenvolvimento das pinhas

Tendo em conta o impacto da floração, fecundação e desenvolvimento das pinhas na produção e produtividade do pinheiro manso, e tratando-se de uma espécie com um ciclo reprodutivo complexo, demorado e pouco estudado, é de extrema importância o estabelecimento das fases fenológicas como contributo para o conhecimento do ciclo de produção das pinhas.

O pinheiro manso é uma espécie monóica, com as inflorescências masculinas (pinhas polínicas) e inflorescências femininas (estróbilos) presentes no mesmo indivíduo (Fig. 1).

A fenologia foliar do pinheiro manso foi descrita em 5 principais fases: V1 — Gomo dormente com escamas unidas cobertas por resina, V2 — Início do alongamento, escamas parcialmente disjuntas, mas ainda assegurando uma cobertura completa do lançamento jovem, V3 — Braquiblastos¹ são bem visíveis, mas ainda no invólucro, V4 — Começam a aparecer as agulhas unidas 2 a 2, V5 — As duas agulhas do mesmo braquiblasto estão claramente distintas (Fig. 2).

A fenologia reprodutiva da floração masculina foi descrita em 3 fases: M1 — Estróbilos masculinos (pinhas polínicas) visíveis mas sem produção aparente de pólen, M2 — Estróbilos masculinos são amarelos e ocorre a deiscência de pólen quando os ramos são movidos, M3 — A maioria do pólen foi libertado, apresentando o estróbilo masculino uma cor castanho escura e a sua queda encontra-se eminente (Fig.3).

A fenologia reprodutiva da floração feminina foi descrita em 7 fases: F1 — Os cones femininos são evidentes, mas não totalmente desenvolvidos, F2 — Os cones femininos estão totalmente desenvolvidos; coloração amarela/verde brilhante; abertura entre escamas evidente;

¹ Ramo curto sobre o qual se inserem apenas folhas ou flores

recetividade, F3 — Escamas espessam e selam a pinha, F4 — Estruturas femininas lenhificam e crescem lentamente: cerca de 1cm de diâmetro nos meses restantes do 1º ano e 2cm durante o 2º ano (estádio quiescente), F5 — Reinicia o crescimento; área de junção das escamas torna-se esverdeada como resultado da retoma da atividade, F6 — Pinha verde totalmente desenvolvida, comercialmente madura, F7 — Maturação da pinha no outono/inverno (Fig. 3).

As estruturas reprodutivas localizam-se em zonas distintas da copa: a zona mais alta da árvore é portadora das inflorescências femininas, enquanto na zona abaixo situam-se as inflorescências masculinas (Fig. 4).

A floração masculina é mais precoce do que a floração feminina, tendo-se observado que, a partir de meados de maio, o desenvolvimento vegetativo dos ramos portadores de inflorescências masculinas também foi mais precoce que o dos ramos com as inflorescências femininas.



Figura 4 Localização predominante das inflorescências masculinas (♂) e femininas (♀) na árvore (© Teresa Valdivieso)

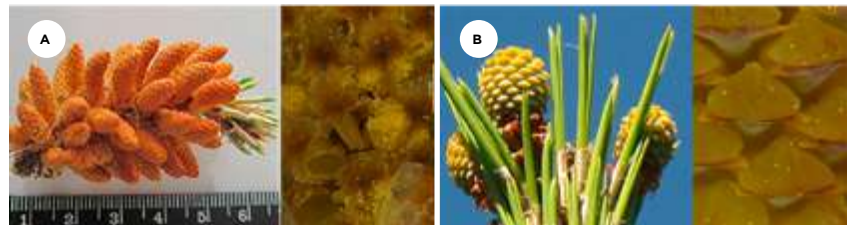


Figura 1 (A) Inflorescências masculinas (pinhas polínicas) e sua observação microscópica; (B) Inflorescências femininas (estróbilos) e sua observação microscópica (© Teresa Valdivieso)

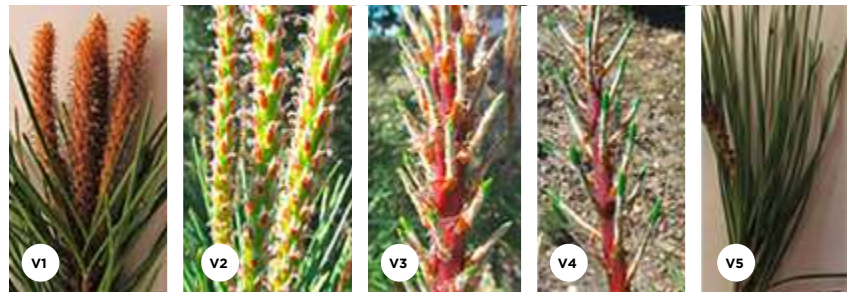


Figura 2 Fases da fenologia foliar (© Teresa Valdivieso)



Figura 3 Fases da fenologia reprodutiva (© Teresa Valdivieso)

Ciclo da fenologia reprodutiva

No modelo para a fenologia reprodutiva do pinheiro manso (Fig. 5) consideram-se 5 anos em vez de 3, onde o ano 0 corresponde à diferenciação das estruturas reprodutivas; o ano 1 à formação dos órgãos reprodutivos e polinização; o ano 2 representa o estágio quiescente; no ano 3 ocorre a fecundação e a maturação da pinha; o ano 4 corresponde à deiscência natural. Apesar deste último ano fazer parte do ciclo natural, ele é eliminado por exigências comerciais devido à colheita das pinhas maduras se realizar até março de cada ano e portanto, antes da deiscência natural.

O estabelecimento de um modelo fenológico reprodutivo é uma ferramenta importante para: a realização de polinizações controladas em programas de melhoramento genético; a avaliação do impacto das alterações climáticas, dado que a fenologia é a impressão digital do clima; melhorar a eficiência de polinização entre clones através da avaliação da sincronização de florações; previsão de produção

(modelação) para aumentar a capacidade de planeamento nas práticas de gestão; compreender a relação do ciclo reprodutivo com as principais pragas e doenças, avaliando os danos em estruturas reprodutivas e identificando as causas da diminuição de produção de pinhas e perdas de produtividade de pinhão.

A floração feminina foi monitorizada, nos locais experimentais em Portugal, recorrendo a imagens recolhidas por veículos aéreos não tripulados (VANT) (Fig. 6).



Figura 6 Imagem aérea de uma copa de pinheiro manso capturada recorrendo a um VANT (© Terradrone)

Verificou-se que temperaturas máximas diárias superiores a 35°C no verão, originaram elevada mortalidade de flores femininas.

Também a quantidade e sazonalidade da chuva de janeiro a dezembro tiveram um efeito importante, mas secundário. O fator primordial terá sido os choques térmicos desencadeados por dias consecutivos de temperaturas extremas. De março a maio do ano da maturação (ano 3), as pinhas aumentam dez vezes o seu peso.

A chuva tem também aqui um efeito muito importante, observando-se maior peso das pinhas (peso fresco) para valores mais elevados de precipitação no 1º semestre do ano.

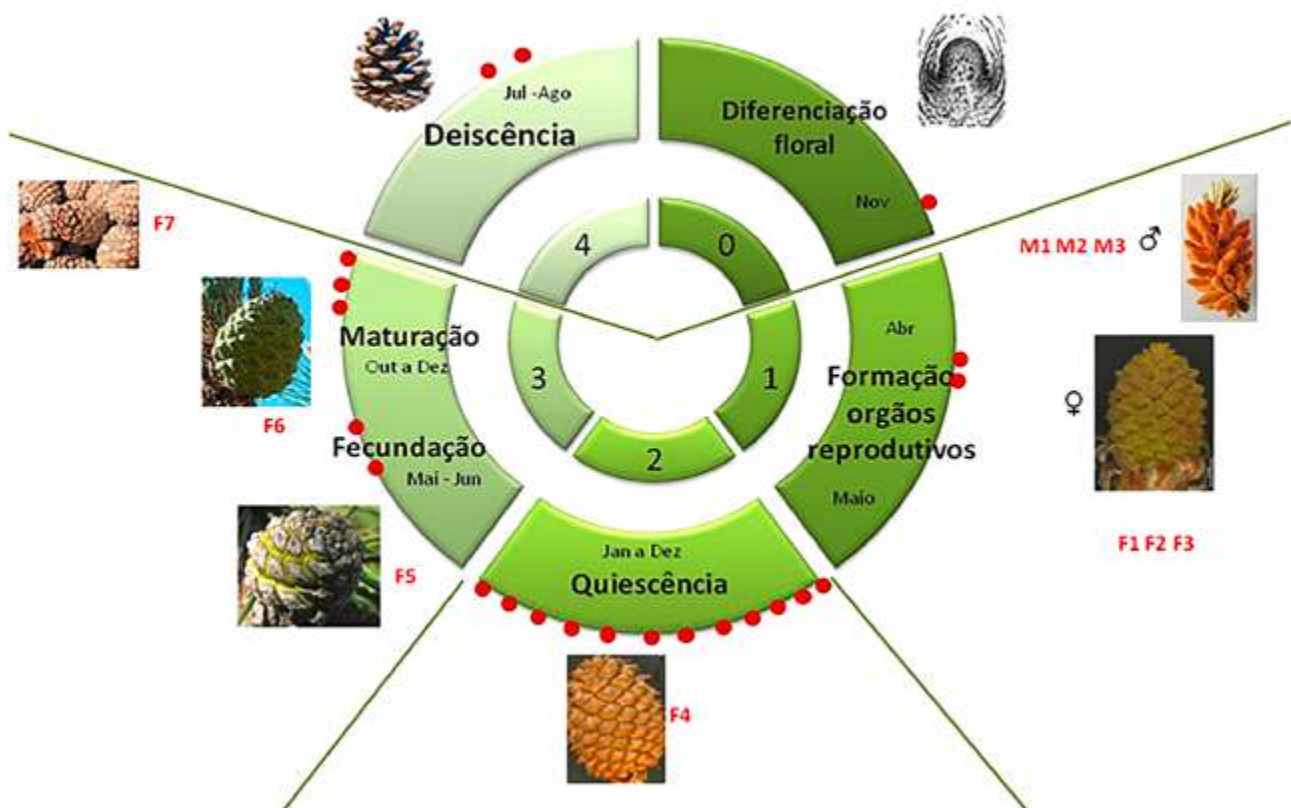


Figura 5 Modelo da fenologia reprodutiva do pinheiro manso (© Teresa Valdivieso)

2.

Insetos que afetam a produção de pinha e pinhão

Ao longo do período de floração, fecundação e desenvolvimento das pinhas, várias espécies de insetos podem alimentar-se destas estruturas comprometendo o desenvolvimento das pinhas, a formação dos pinhões e até a sua destruição. Entre os insetos que se alimentam das florações e cones em formação

há que distinguir, pela sua importância, o sugador, a lagarta e o gorgulho das pinhas. Os períodos de desenvolvimento das flores e pinhas onde estes insetos poderão causar estragos, assim como os fatores abióticos referidos no ponto 1, são sumarizados na Fig. 7.

Outros herbívoros, embora não se alimentem diretamente das estruturas reprodutivas, poderão, de modo indireto, causar perdas significativas na produção de pinha por reduzirem a biomassa das agulhas na copa ou destruírem os raminhos onde se formam as flores e as pinhas. Nas seções seguintes abordaremos as principais espécies que, de forma direta ou indireta, poderão comprometer a produção de pinha e pinhão no pinheiro manso.

2.1 Sugador das pinhas

O sugador das pinhas *L. occidentalis* é uma espécie invasora oriunda da América do Norte ocidental. Esta espécie foi pela primeira vez detetada em Portugal na região Norte em maio de 2010, junto à Galiza. Em outubro desse mesmo ano foi encontrado em Tróia, no Sul de Portugal, pelo que terá tido uma dispersão rápida no nosso território.

Tal como outros hemípteros, o sugador das pinhas tem uma armadura bucal adaptada para a sucção. As mandíbulas e maxilas formam um estilete de dois canais, o salivar e o de alimentação, embainhado dentro de um lábio modificado. O estilete penetra nos tecidos da pinha e do pinhão deixando um pequeno orifício só visível em microscópio (Fig. 8). O canal salivar injeta saliva com enzimas para digerir e liquefazer o alimento. O alimento liquefeito é então sugado através do canal alimentar e ingerido.

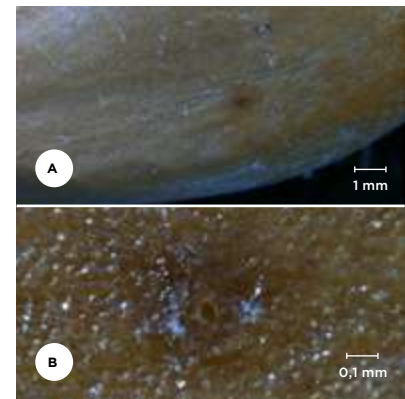


Figura 8 (A) Orifício de alimentação usado pelo inseto para sugar o pinhão. (B) Pormenor do orifício ampliado (fotos retiradas de Farinha et al., 2018).

O sugador das pinhas alimenta-se de todas as espécies de pinheiros, assim como de outras resinosas. Mas no nosso território os prejuízos mais importantes ocorrem em pinheiro manso, dado o elevado valor comercial do pinhão. A perda de rendimento em pinhão e de produção de pinha que este inseto pode causar, tem suscitado grande preocupação por parte dos produtores de pinheiro manso no nosso território. A mesma preocupação é registada noutros países da bacia mediterrânica, tal como Itália, Espanha, França, Turquia e Líbano, onde esta espécie é igualmente invasora (Roversi, 2009; Bracalini et al., 2013; Lesieur et al., 2014). Uma vez que a sua ação não deixa marcas visíveis nas pinhas, torna-se difícil avaliar o seu impacto. A quantificação dos estragos só é possível por observação do miolo de pinhão (Fig. 9).

Ano	Mês	Estádio		Bióticos				Abióticos			
		♂	♀	lepto		dio	piss	Ausência de precipitação	Precipitação intensa	Ondas de calor	Geadas
				adultos	ninfas	lagartas	larvas				
0	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
	6										
	7										
	8										
	9		Dif								
	10			Dif							
	11										
	12										
1	1										
	2										
	3										
	4	M1	F1								
	5	M2	F2								
	6	M3	F3								
	7		F3								
	8		F4								
	9		F4								
	10		F4								
	11										
	12										
2	1										
	2										
	3										
	4		F4								
	5		F4								
	6		F4								
	7		F4								
	8		F4								
	9		F4								
	10		F4								
	11										
	12										
3	1										
	2										
	3										
	4		F5								
	5		F6								
	6		F6								
	7		F6								
	8		F6								
	9		F6								
	10		F7								

Nota para os fatores abióticos:

A classificação da relevância para o indicador "precipitação" foi realizada conjugando dados do local experimental de Vendas Novas em Portugal (1) e Espanha (2) (Northern plateau e Central range). A classificação "Muito relevante" resulta da reunião da ocorrência da variável como significativa nos 3 locais em simultâneo para uma determinada data. Relevante em 2 locais; Pouco provável em 1 local e Sem relevância quando a precipitação não foi significativa em nenhum local. Para a Geadas só foi significativo para um local em Espanha, para Ondas de calor foi significativo para Vendas Novas e para a precipitação intensa com base em bibliografia para outras espécies.

(1) Informação preliminar aqui: https://www.isa.uisboa.pt/files/cef/pub/meetings/2019-12/Alexandra_Correia.pdf
 (2) Enhanced tools for predicting annual stone pine (*Pinus pinea* L.) cone production at tree and forest scale in Inner Spain, Rafael Calama Sainz, Francisco Javier Gordo Alonso, Guillermo Madrigal Casanueva, Sven Mutke Regneri, Mar Conde, Gregorio Montero González, Marta Pardos Minguéz. Forest systems, ISSN 2171-5068, Vol. 25, Nº. 3, 2016

Bióticos

- ausência de danos
- ocorrência pouco provável
- ocorrência provável
- ocorrência muito provável

Abióticos

- pouco relevante
- relevante
- muito relevante

Figura 7 Identificação dos momentos em que diferentes agentes bióticos e variáveis abióticas assumem maior impacto na produção de pinha (dados de Espanha (Sainz et al., 2016) e Portugal (Correia et al., dados não publicados). M1 a M3 — estádios de desenvolvimento das flores masculinas, F1 a F7 — estádios de desenvolvimento das flores femininas e cones. (© Alexandra Correia, Edmundo Sousa, Teresa Valdivieso)

O sugador das pinhas pode alimentar-se de todos os estádios de desenvolvimento da pinha. Quando a atividade alimentar é intensa, o sugador pode levar à seca das pinhas do 1º e 2º ano. Nas pinhas de 3º ano o estrago só é visível nos pinhões, o qual se reflete, posteriormente, em perdas de rendimento (Fig. 9).

A alimentação deste inseto não deixa marcas exteriores visíveis nas pinhas de 3º ano, ao contrário de outros insetos que consomem as pinhas, nomeadamente a lagarta e o gorgulho das pinhas.

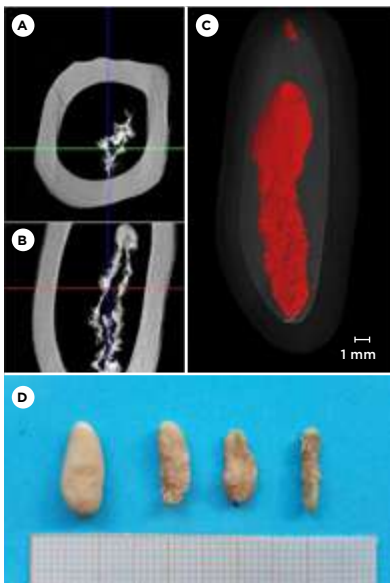


Figura 9 Pinhões com danos causados pelo sugador das pinhas. (A) Corte transversal de um pinhão com dano causado pelo inseto; (B) Corte longitudinal do mesmo pinhão onde é visível a marca do canal de alimentação feito pelo insecto. (C) Imagem tridimensional do miolo com dano. As fotos A, B e C foram obtidas através de um aparelho de microtomografia (fotos retiradas de Farinha et al., 2018). (D) Fotos de miolos com dano causado pelo sugador de pinhas. (© Ana Farinha)

Esta espécie pode ter duas ou mais gerações por ano, dependendo do clima, o que lhe confere um grande potencial reprodutivo (Fig. 10). Os adultos hibernam, normalmente no nosso clima entre novembro a março.

Nesta fase são gregários, sendo comum encontrá-los reunidos em grandes grupos, em caves de habitação, armazéns ou sob pilhas de sobrantes. Entre abril e maio os adultos retomam a atividade, procurando pinhais para se alimentar e se reproduzir. Nesta altura do ano ainda ocorrem em pequeno número nos pinhais e os avistamentos nas copas das árvores são menos frequentes. Os ovos são colocados em fiadas ao longo das agulhas (Fig. 10). As ninfas eclodem cerca de uma semana a 10 dias depois da colocação dos ovos. As ninfas jovens são de cor alaranjada, passando depois a um tom acastanhado. Tal como os adultos podem observar-se no verão, entre junho e outubro, a alimentar-se nas pinhas (Fig. 11). Em junho-julho completa-se uma geração e começa uma segunda. O pico de atividade é atingido por volta de julho-agosto, altura em que se observa com mais facilidade estes insetos nas pinhas. Nas nossas condições climáticas há a possibilidade de se completar uma 3ª geração até outubro-novembro se as temperaturas forem amenas.

Observou-se neste projeto, que estes insetos podem passar muitos minutos e até horas a alimentar-se da mesma pinha. Também se constatou que os adultos têm tendência a ficar na mesma árvore e ramo a alimentarem-se durante vários dias consecutivos em grupos coesos, como uma família alargada.

A sua distribuição num dado local não é, todavia, fixa. Estes insetos podem dispersar-se a longas distâncias, podendo voar mais de 15 Km num só dia, procurando novos recursos (Lesieur, 2015).

Os fatores que desencadeiam o seu comportamento de dispersão são ainda mal conhecidos, mas é provável que a falta de recursos num local os leve a emigrar para outros locais. A sua dinâmica populacional é também muito errática e ainda mal compreendida. Num mesmo local, a sua abundância pode oscilar, de ano para ano, entre valores populacionais elevados (facilidade em observar insetos nas pinhas), até ao seu quase desaparecimento.



Figura 11 (A) Ninfas (© Ana Farinha) e (B) Adultos a alimentarem-se de pinhas de pinheiro manso. Na foto (B) é possível observar o estilete do inseto a ser inserido entre as brácteas (escamas) da pinha. (© Hugo Gonçalves)

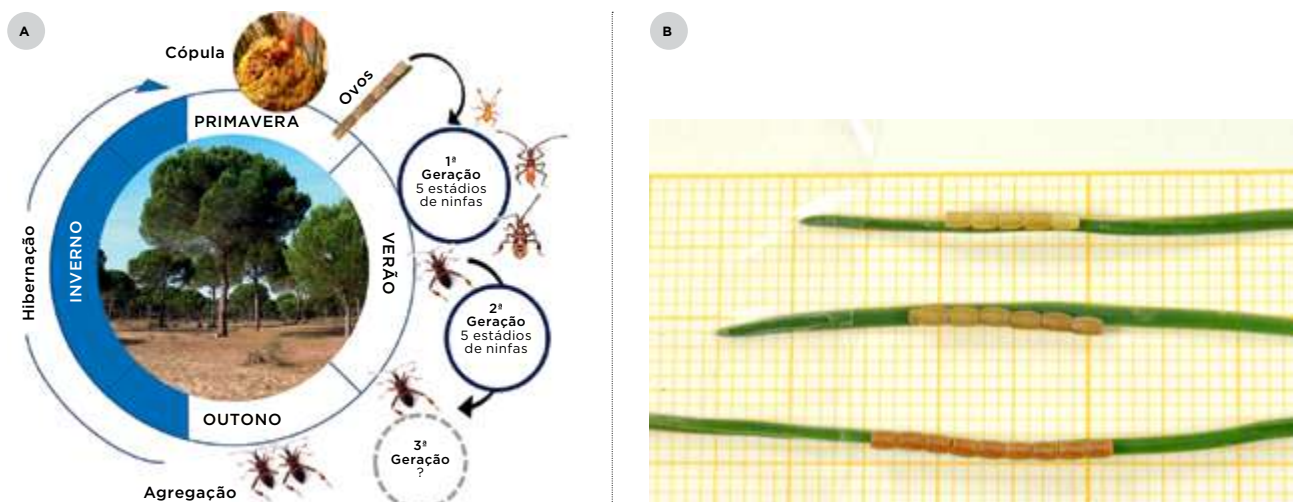


Figura 10 (A) Ciclo de vida do sugador de pinhas. (B) Postura de ovos (© Ana Farinha)

Desta dinâmica resulta que os estragos podem variar bastante de um ano para outro. Esta variabilidade anual foi observada nos estudos conduzidos no âmbito do projeto +Pinhão, em que as perdas médias de pinhão por pinha num mesmo local variaram de mais de 25%, num ano em que os avistamentos do inseto eram frequentes a menos de 2%, quando o inseto deixou de ser observado (Fig. 12) (Farinha et al., 2021). Conhecer o nível económico de ataque do sugador das pinhas no pinheiro manso é essencial para poder decidir a partir de que valor de densidade do inseto no campo se justifica um investimento no seu controlo químico. O trabalho realizado no âmbito deste grupo operacional permitiu obter uma primeira ferramenta prática (que necessitará de ser otimizada) para estimar o estrago em pinhão tendo em conta a densidade observada do inseto no campo. Contudo, só é possível para povoamentos de pinheiro manso em que é possível observar as pinhas para contabilizar os insetos presentes (ex: pinheiros enxertados em início de produção). Nestes pinhais, os resultados obtidos mostraram que quando o inseto é observado num terço ou mais de árvores (num conjunto de 20 árvores próximas), a perda em miolo de pinhão por pinha é de cerca de 25%. Se for avistado apenas em 20% das árvores, o dano cai para 15%. Contudo, será ainda necessário replicar experiências em mais locais e calibrar com a produção anual de pinhas (disponibilidade de recursos para o inseto), para obter uma estimativa do nível económico de ataque do sugador.

2.1.1 Meios de controlo químico

De um modo geral, não existem meios de luta disponíveis para o controlo de *L. occidentalis*. A luta química com os seus impactes ambientais negativos só deve ser utilizada em situações críticas de grandes quebras de produção/produtividade e quando não existem outras alternativas de controlo (p. ex. biotécnica, biológica). De notar que o pinhal manso está distribuído por um território extremamente humanizado, localizado na proximidade de centros urbanos, campos agrícolas ou de ecossistemas aquáticos e reservas naturais.

Em Portugal, a situação agrava-se um pouco mais, uma vez que muitos dos produtos usados internacionalmente não foram nem nunca serão homologados já que a gestão sustentável das culturas, implementada na Política Agrícola Comum (PAC) e incentivada pela Estratégia Europeia, prevê a redução do uso de pesticidas em mais de 50 % até 2023.

Contudo, na ótica de uma alternativa de controlo das populações de *L. occidentalis*, o INIAV em conjunto com a DGAV selecionaram, de uma lista de produtos fitofarmacêuticos disponíveis no mercado, cinco produtos tendo em consideração a sua possível eficácia e características toxicológicas e ecotoxicológicas em relação às abelhas.

Foram efetuados ensaios em laboratório para avaliação do efeito direto dos inseticidas selecionados sobre diferentes estádios de desenvolvimento (ninfas de vários instares e adultos), com animais previamente capturados no campo.

Os ensaios foram realizados com recurso a uma Torre de Potter (Potter Spray Tower), comparativamente a uma testemunha (aplicação de água). Em simultâneo, foi também efetuada uma avaliação dos resíduos nas pinhas. Dada a confidencialidade dos dados relativamente aos produtos ensaiados, apenas se apresentam os dados do produto selecionado Teppeki (substância ativa 50% de Flonicamida), usando duas doses máximas recomendadas para a sua aplicação (14 gr/hl e 20 gr/hl).

Após o tratamento, as ninfas e adultos foram alimentados durante 13 dias para observação, tendo sido mantidos em laboratório no INIAV à temperatura de 23°C e humidade relativa de 70%. A taxa de mortalidade (número de insetos mortos/número total de insetos testados) foi registada imediatamente após o tratamento, 2 h, 4 h, 24 h, 3 dias, 4 dias, 5 dias, 7 dias, 11 dias, 13 dias após o tratamento. O tratamento dos dados foi efetuado através do cálculo do índice Schneider-Orelli [SO = (% de mortalidade na modalidade - % de mortalidade na testemunha)/(1-% de mortalidade na testemunha) * 100].

Constatou-se que o produto teve um efeito reduzido na mortalidade dos diferentes instares do inseto durante as primeiras horas após tratamento. Após 24h começou-se a verificar um efeito nas ninfas (2º, 3º, 4º e de 5º instar) que se manifesta gradualmente até ao 13º dia (último dia em que se estudou a mortalidade) (Tabela 1). O produto apresentou baixa eficácia nos adultos.

Em situação de campo, três pinhas do ano, devidamente identificadas, foram selecionadas e pulverizadas com a concentração mais elevada (50% flonicamida a 20 gr/hl). Na época apropriada da recolha de pinhas (dezembro) procedeu-se à colheita de todas as pinhas. Em laboratório procedeu-se à sua abertura, colheita do pinhão e seu descasque. O miolo foi analisado relativamente à existência ou não de resíduos. A análise de resíduos foi efetuada tendo como Limite de Rotina o valor de 0,01 mg/kg. Nenhuma das amostras apresentou resíduos acima de 0,01 mg/kg. Assim, e como balanço geral, constatou-se que o tratamento à base de Teppeki em doses elevadas pode provocar a morte dos insetos não deixando resíduos no pinhão, devendo ser considerado como uma estratégia de luta em caso de populações elevadas de *L. occidentalis* extremamente danosas à produção de pinhão.

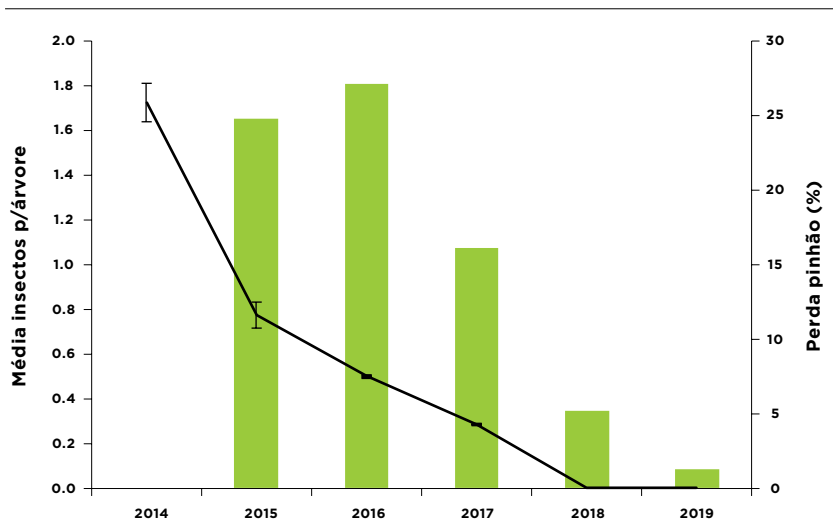


Figura 12 Variação do dano em miolo (gráfico de barras) com a densidade do inseto no campo (gráfico linear) (Adaptado de Farinha et al., 2021).

Tabela 1 Valores do índice de Schneider-Orelli para os diferentes tratamentos ao longo do período do ensaio

Produto	Estádio	Índice de Schneider-Orelli									
		0h	2h	4h	24h	3 dias	4 dias	5 dias	7 dias	11 dias	13 dias
Teppeki	Adultos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ninfas 4º e 5º instar	0,0	0,0	0,0	9,9	19,9	19,9	19,9	29,9	39,9	39,9
	Ninfas 2º e 3º instar	0,0	5,0	5,0	15,0	22,8	37,8	37,8	20,5	20,5	20,5
Teppeki (20g/hl)	Ninfas 2º e 3º instar	0,0	0,0	0,0	0,0	-7,2	-7,2	-7,2	-24,5	-14,5	-14,5

2.1.2 Atrativos em investigação

A utilização de métodos biotécnicos, para monitorização e controlo de algumas espécies de insetos que atacam culturas agrícolas e florestais, iniciou-se já nos anos 70 do século XX. Estas técnicas baseiam-se na utilização de substâncias voláteis, que atuam sobre o comportamento e/ou fisiologia dos insetos. As referidas substâncias voláteis podem ser emitidas quer pelos insetos, quer pelas suas plantas hospedeiras. No primeiro caso, chamam-se feromonas, as quais são substâncias que transmitem uma mensagem benéfica tanto para o emissor como para o receptor, que é outro indivíduo da mesma espécie. Existem vários tipos de feromonas, como por exemplo as sexuais, que atraem parceiros para acasalamento, as de alarme, que alertam para situações de perigo, ou as de agregação, que atraem ambos os sexos a um local propício para a espécie.

As plantas em geral emitem também substâncias voláteis, porém quando estas são detectadas pelos insetos, denunciam a sua localização, composição química e estado de vigor. Podem, por isso, de modo idêntico ao das feromonas, ser utilizadas na gestão de populações de insetos, funcionando, por exemplo, como atraentes alimentares. A descoberta, estudo do modo de ação e o desenvolvimento da síntese destas substâncias naturais, requer investigação dispendiosa e muito

complexa. Porém, uma vez disponíveis, podem ser aplicadas segundo estratégias delineadas especificamente para cada praga. Constituem assim “ferramentas tecnológicas” seletivas, visto a sua aplicação não gerar impactes ambientais e permitir minimizar, ou eliminar, a aplicação de pesticidas.

No caso do sugador das pinhas, *L. occidentalis*, sabe-se que os machos emitem uma feromona que promove a agregação de machos e fêmeas no outono (Blatt & Borden, 1996), permitindo assim a hibernação, logo a sobrevivência da população. No entanto, a sua composição é desconhecida. Foi também detetada uma feromona de alarme (Blatt et al., 1998), cuja função é induzir a fuga/dispersão dos adultos perante uma ameaça. Porém, esta substância revelou não ser eficaz, por não evitar a agregação/ hibernação dos adultos.

Neste projeto, foi descoberta uma substância volátil emitida pelos machos durante o ritual de acasalamento, que poderá constituir uma feromona potencial com função sexual e/ou de agregação (Mateus et al., in prep). Para tal, é necessário manter uma cultura de insetos no laboratório, capturar e extrair os odores específicos emitidos pelos insetos e caracterizar a sua composição, identificando os seus componentes, mediante a utilização de técnicas laboratoriais (Fig. 13).



Processo de extração dos voláteis

Processo de obtenção dos voláteis extraídos

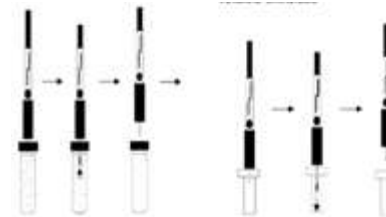


Figura 13 Extração e captura das substâncias voláteis emitidas pelos adultos de *L. occidentalis*, e exemplo dos equipamentos utilizados para caracterização e determinação da actividade biológica das substâncias voláteis (© Eduardo Mateus @Resolution Lab)

Na tarefa de caracterização, os componentes voláteis emitidos pelos machos, são separados mediante um método chamado cromatografia e identificados usando a técnica de espectrometria de massa (Fig. 14).

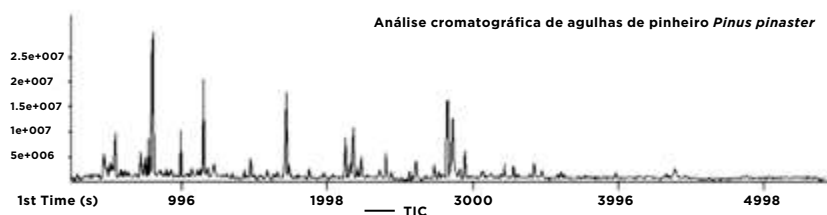
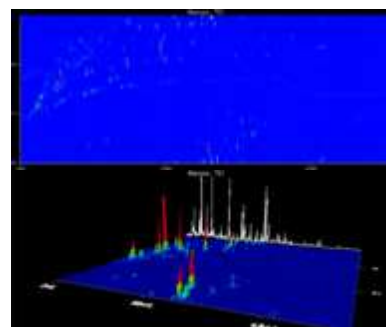


Figura 14 Exemplo dos resultados obtidos com as técnicas de cromatografia e espectrometria de massa, aplicadas à análise de voláteis (© Eduardo Mateus @Resolution Lab)



Após a caracterização, segue-se a determinação da atividade biológica destas substâncias, porque só algumas delas são transmissoras de mensagens químicas. Para este fim recorre-se a estudos de electroantenografia, uma técnica que permite obter informação sobre a percepção olfativa dos insetos a cada um dos componentes (Fig. 15). Por fim, realizam-se ensaios comportamentais, expondo os insetos aos componentes dos *bouquets* que apresentam atividade olfativa, para avaliar qual a sua ação (Fig. 16). Estas substâncias voláteis são posteriormente aplicadas num difusor, que as emite, sendo o mesmo colocado dentro, ou sobre, uma armadilha apropriada para a captura da espécie de inseto alvo de monitorização e/ou controlo. Espera-se que as substâncias descobertas no âmbito deste projeto, venham a alcançar grande potencial, para monitorização e controlo do sugador das pinhas.

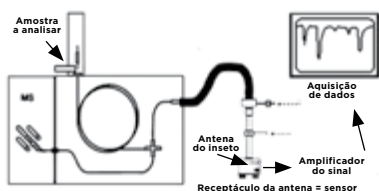


Figura 15 Representação esquemática do aparelho que permite obter electro-antogramas dos insetos, revelando assim quais as substâncias voláteis que estes podem, ou não, detetar (Adaptado de Bernhard Weissbecker, Gerrit Holighaus & Stefan Schätz (2004)



Figura 16 Exemplo de um olfatómetro, equipamento utilizado para realizar ensaios comportamentais com os insetos, permitindo determinar quais as substâncias voláteis que têm atividade olfativa (© Sofia Branco @Resolution Lab)

2.2. Lagarta das pinhas

Uma das mais importantes pragas do pinhão é a lagarta das pinhas, *Dioryctria mendacella* Stgr., um lepidóptero que pertence à família Pyralidae. O género *Dioryctria* engloba cerca de 80 espécies que apresentam grandes semelhanças morfológicas, biológicas e ecológicas, estando a maioria associada a pinhas de pinheiros (género *Pinus*) e de outras coníferas.

Os adultos da lagarta das pinhas são pequenas borboletas, com cerca de 1.5-2cm de comprimento e 3cm de envergadura, possuindo asas anteriores de coloração cinzento-claro com linhas negras em ziguezague e pequenas escamas vermelho-ferrugem, e apresentando um comportamento discreto que as torna difíceis de detetar nos pinhais (Fig. 17).



Figura 17 Exemplar adulto de lagarta das pinhas, *Dioryctria mendacella* (© Pedro Naves)

Esta espécie apresenta um ciclo biológico ainda não totalmente conhecido. Suspeita-se que poderão ocorrer duas gerações anuais parcialmente sobrepostas. Assim, poderão observar-se os diferentes estádios de desenvolvimento (ovos, lagartas, pupas e adultos) em simultâneo ao longo de grande parte do ano. Estudos recentes no âmbito deste projeto permitiram constatar que os adultos iniciam o período de voo muito precocemente no ano, observando-se os primeiros insetos em voo no final do inverno (março), e prolongando-se a atividade de voo ao longo de vários meses consecutivos, com um pico de maior abundância em junho e julho (Fig. 18).

Os adultos de ambos os sexos voam preferencialmente ao amanhecer e ao entardecer. As fêmeas emitem uma feromona sexual para atrair os machos em voo para a cópula. Após fecundação, as fêmeas efetuam as suas posturas nas pinhas, registrando-se geralmente apenas um ovo por pinha. Após cerca de 7-10 dias eclodem as lagartas, que apresentam uma coloração castanho-amarelada e cabeça negra, com patas na região anterior e posterior do corpo. Verificam-se cinco estádios larvares, os quais se desenvolvem no interior das pinhas, consumindo pinhões e tecidos vegetais em galerias que ficam cheias de serrim e excrementos.

Após completarem o seu desenvolvimento, as lagartas descem ao solo e enterram-se para pupar. Os orifícios de saída da pinha apresentam forma oval ou irregular, e estão frequentemente envoltos numa pasta alaranjada de serrim, dejetos e resina, em contraste com os orifícios redondos e limpos, característicos do gorgulho das pinhas (*P. validirostris*).

A atividade alimentar das lagartas pode causar diversos danos e deformações às pinhas, as quais podem adquirir formas assimétricas e irregulares, apresentando zonas necrosadas de coloração castanha, orifícios irregulares com serrim, excrementos grosseiros e sedas, e exsudação abundante de resina, sendo vulgarmente conhecidas como "pinhas bichadas" (Fig. 19).

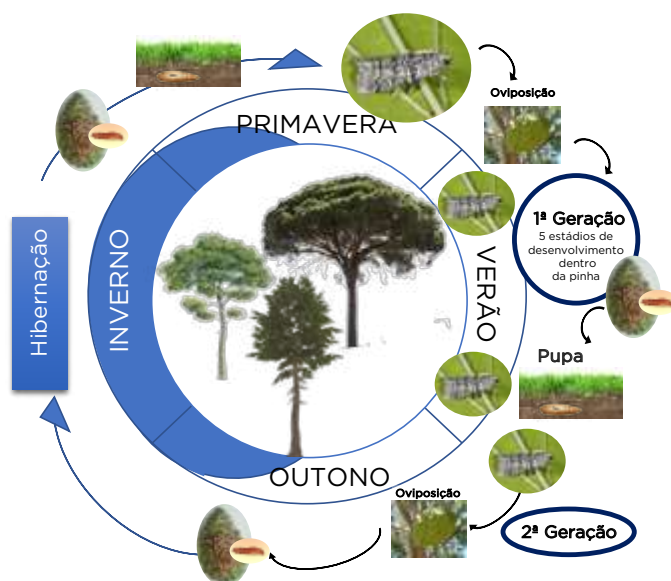


Figura 18 Representação esquemática do ciclo de vida da lagarta das pinhas (*Dioryctria mendacella*) (© Pedro Naves)



Figura 19 Danos provocados às pinhas pela lagarta das pinhas (© Pedro Naves)

No âmbito do projeto constatou-se que as pinhas afetadas pela lagarta das pinhas apresentam geralmente menores dimensões (observando-se decréscimos de 40% no peso), menor número de pinhões (com decréscimos que podem ultrapassar os 50%) e maior frequência de pinhões com danos (mais 24% do que nas pinhas saudáveis), comprometendo assim significativamente a produção de pinhão nas pinhas afetadas.

Embora a lagarta das pinhas se encontre geralmente nas pinhas do segundo e terceiro ano de desenvolvimento (no caso do pinheiro manso), também se podem observar ataques em pinhas com menos de um ano, causando a sua seca e queda precoce (Fig. 20). Estes ataques a pinhas jovens têm sido observados com elevada frequência nos últimos anos, e poderão estar associados a situações de populações muito elevadas de lagarta das pinhas que coincidem com anos consecutivos de pouca abundância de pinha, o que limita a disponibilidade alimentar para este inseto. Importa, no entanto, ressaltar que há outros insetos e fungos que podem afetar as pinhas com menos de um ano, e que o fenómeno de seca e morte generalizada dessas pinhas provavelmente resulta de uma complexa interação entre a fenologia do hospedeiro, os agentes bióticos e abióticos.



Figura 20 Pinha jovem com danos devido à ação da lagarta das pinhas (© Pedro Naves)

2.2.1 Medidas preventivas e Meios de luta

Estudos efetuados em herdades localizadas no Ribatejo e Alentejo no âmbito deste projeto permitiram identificar uma mortalidade média de pinhas de cerca de 6% devido à atividade direta da lagarta das pinhas, embora se observe uma grande variabilidade de incidência entre anos e locais. Sendo a lagarta das pinhas a praga mais importante e abundante que afeta a produção de pinha de pinheiro manso no nosso país, os meios de luta e monitorização assumem grande importância na gestão das populações desta praga.

O método mais eficaz de gestão das populações baseia-se na deteção de pinhas atacadas durante a colheita no outono/inverno, as quais devem ser removidas das árvores e destruídas (queimadas) ou mantidas sobre uma superfície impermeável para impedir as lagartas de pupar, impedindo assim a conclusão do ciclo de vida.

A luta química não é uma opção viável contra esta espécie dadas as limitações à aplicação de produtos fitossanitários na floresta e ao fato das lagartas se desenvolverem no interior das pinhas, protegidas de aplicações externas.

Na vertente da luta biológica, não se conhecem inimigos naturais específicos e eficazes que possam ser usados contra esta praga, mas em povoamentos florestais com alguma diversidade de espécies arbóreas e arbustivas pode-se esperar algum controlo natural dos adultos em voo por parte de inimigos naturais generalistas, como as aves e os morcegos insetívoros.

2.2.2. Atrativos em investigação

A luta biotécnica (uso de armadilhas e atrativos) tem sofrido grande evolução nos últimos anos em relação a esta espécie, tendo sido identificada uma feromona sexual feminina com base no composto ZE9, 11-14: Ac (Hall et al., 2017).

Esta feromona foi recentemente testada por este projeto, com grande sucesso, tendo-se constatado que a instalação nos pinhais de armadilhas de cola do modelo Delta, iscadas com a feromona sexual, constitui uma ferramenta eficaz para monitorizar as populações e capturar adultos em voo na época de reprodução (Fig. 21). Estudos detalhados para determinar a densidade adequada de armadilhas e otimizar a sua colocação nos pinhais estão a ser efetuados, com o objetivo final de desenvolver e potenciar esta nova estratégia de gestão das populações de lagarta das pinhas no nosso país, e minimizar os impactos provocados por esta praga.

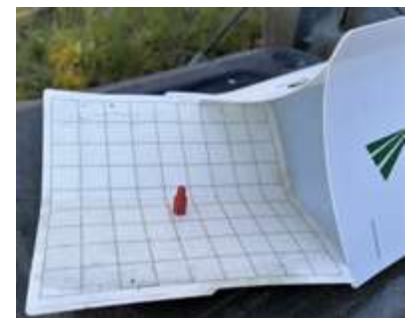


Figura 21 Utilização de armadilha Delta iscada com feromonas sexuais para captura de adultos de lagarta das pinhas (*D. mendacella*) (© Pedro Naves)

2.3 Gorgulho das pinhas

O gorgulho das pinhas, *P. validirostris* (Coleoptera; Curculionidae) (Fig. 22), é um inseto associado ao género *Pinus*, estando na Península Ibérica principalmente referenciado em pinhas de pinheiros mediterrânicos, nomeadamente pinheiro bravo (*P. pinaster*), pinheiro manso (*P. pinea*) e pinheiro de alepo (*P. halepensis*). Este inseto tem uma única geração por ano. Os adultos efetuam um período de maturação na primavera e no outono, em que se alimentam da rebentação dos pinheiros e causam pequenas feridas superficiais que não afetam o crescimento ou vigor das árvores.

No inverno, abrigam-se na casca das árvores antes de recomeçar o ciclo na primavera seguinte, podendo sobreviver por um período de dois anos (Fig. 23). Em abril e maio os adultos depositam os ovos nas pinhas de 3º ano, completando assim o seu ciclo.

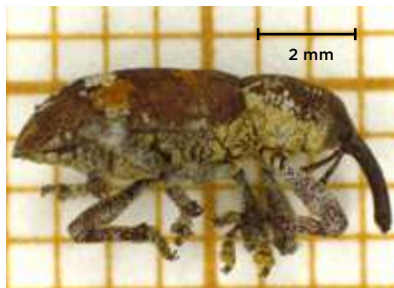


Figura 22 Exemplar adulto de gorgulho das pinhas, *Pissodes validirostris* (© Pedro Naves)

Tal como na lagarta das pinhas, é o estágio imaturo (a larva) que causa danos ao hospedeiro, consumindo os pinhões e outros tecidos do interior da pinha. As larvas do gorgulho das pinhas apresentam uma coloração branco-amarelada, um corpo compacto e curvo em forma de “C”, cabeça de cor creme e ausência de patas, o que permite distingui-las da lagarta das pinhas, que possui patas e um corpo mais esguio.

As pinhas afetadas pelo gorgulho podem apresentar deformações e necroses, mas geralmente não registam exsudação forte de resina, ao contrário do que acontece com as pinhas atacadas pela lagarta das pinhas, e o serrim que se encontra nas galerias é mais fino que o da

lagarta. Além disso, é frequente encontrarem-se várias larvas de gorgulho das pinhas a desenvolverem-se na mesma pinha, ao contrário do que se verifica com a lagarta das pinhas. O gorgulho das pinhas pupa dentro das pinhas. Os adultos emergem por pequenos orifícios redondos e limpos, que contrastam com os orifícios de saída da lagarta das pinhas que possuem forma oval ou irregular e ficam envoltos numa pasta alaranjada de serrim, dejetos e resina.

2.3.1. Medidas preventivas e Meios de luta

Tal como para outros insetos perfuradores, o controlo do gorgulho das pinhas é difícil uma vez que o inseto está protegido no interior da pinha durante a maior parte do seu ciclo de vida.

O método de gestão mais eficaz consiste na monitorização das pinhas para deteção do ataque, efetuando-se a recolha e destruição precoce do material infestado pelo inseto antes da emergência de uma nova geração. No entanto, nos últimos anos apenas se têm verificado ataques intensos de gorgulho das pinhas em zonas circunscritas, não sendo atualmente uma espécie muito abundante nem causando danos significativos. Dado que esta espécie tem uma única geração anual, o seu potencial de crescimento das populações será menor que o da lagarta das pinhas, que apresenta várias gerações sobrepostas.

2.4 Insetos que se alimentam das agulhas e ramos

Embora não se alimentem diretamente das florações e de pinhas, outros insetos podem afetar fortemente ou mesmo totalmente a produção de pinha pela sua atividade alimentar, consumindo as agulhas da copa e raminhos onde se desenvolvem as flores e frutificações. Neste grupo destacam-se duas espécies, a processionária do pinheiro que consome as agulhas e a hilésina que consome os raminhos.

2.4.1. Processionária do pinheiro

A processionária do pinheiro, *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) (Lepidoptera, Notodontidae) é o maior desfolhador de coníferas, em particular de pinheiros, na região do Mediterrâneo. Alimenta-se das agulhas levando a perdas de crescimento e enfraquecimento das árvores. Os ataques variam de intensidade de acordo com os seus níveis populacionais, fortemente influenciados pelas condições climáticas. As árvores, em geral, recuperam bem, não sofrendo mortalidade. Porém, ataques muito intensos, com desfolhas superiores a 50% da copa, podem levar à quebra acentuada na produção de pinhas.

A processionária do pinheiro tem um ciclo de vida anual, os adultos voam nos meses de verão reproduzindo-se de imediato e efetuando a postura nas agulhas dos pinheiros. As larvas eclodem ao fim de cerca de um mês. O desenvolvimento larvar decorre de outubro a março, desenrolando-se por 5 estádios, ditos instares, em que as larvas vivem em ninhos de forma gregária alimentando-se das agulhas dos hospedeiros. Entre janeiro e março, as larvas de 5º instar deslocam-se das árvores em direção ao solo onde se enterram, permanecendo no estado de pupa durante 3 a 5 meses, até à emergência da nova geração.

Os ataques da processionária não têm um impacto direto na produção de pinha, uma vez que a alimentação não afeta as estruturas reprodutivas da planta. Contudo, quando os ataques são intensos, enfraquecem a planta comprometendo o desenvolvimento das flores e cones nos próximos anos. Após desfoliações sucessivas as agulhas nascem mais pequenas e em tufos em resposta ao ataque do inseto (Fig. 24).

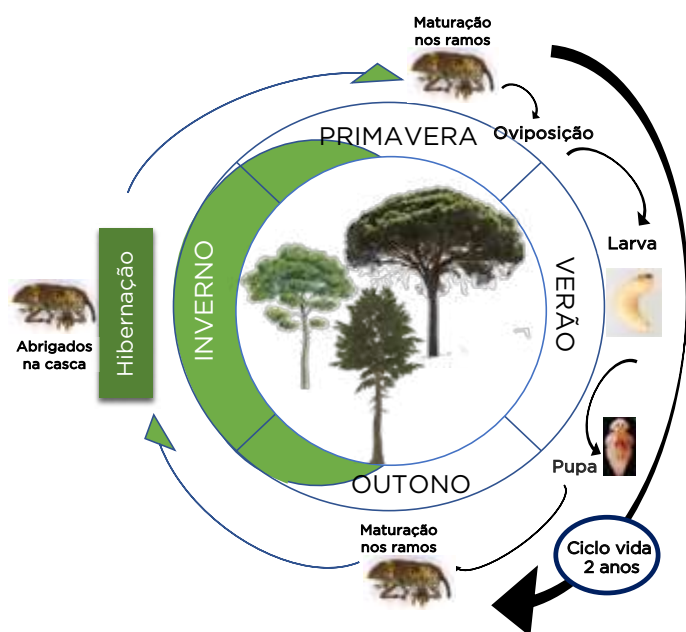


Figura 23 Representação esquemática do ciclo de vida do gorgulho das pinhas (*Pissodes validirostris*) (© Pedro Naves)



Figura 24 Pinhal de pinheiro manso intensamente afetado pela processionária do pinheiro, *Thaumetopoea pityocampa* (© Pedro Naves)

Medidas preventivas e Meios de luta:

O controlo da processionária pode ser feito com grande eficácia pelo bioinseticida *Bacillus thuringiensis*, variedade Kurstaki (Btk) de nome comercial Foray 48B. Em árvores jovens, onde os impactos são mais elevados, as aplicações podem ser feitas a partir do solo por pulverização. No âmbito deste projeto, realizou-se um ensaio de controlo da processionária do pinheiro num povoamento jovem (altura média das árvores de 4m) de pinheiro manso. No ensaio foi usado um composto atrativo da fauna auxiliar (salicilato de metilo, MeSa) combinado com a aplicação de Btk por pulverização aos ninhos de larvas jovens (1ª e 2ª instar).

Foram estabelecidos quatro grupos de tratamento: salicilato de metilo (MeSa); *Bacillus thuringiensis* (BT); combinação de MeSa + BT; controlo. Os resultados mostraram uma eficácia no controlo deste inseto nos tratamentos BT e MeSa+BT. Estes dois tratamentos apresentaram um número médio de ninhos definitivos por árvore de 0.09 e 0.00 respetivamente, comparativamente com as árvores controlo (1.13). A mortalidade dos ninhos por Btk foi de 97% e por MeSa+BT foi de 100%. De notar, todavia, que a densidade média de ninhos era baixa neste estudo, em média pouco mais de um ninho por árvore. Dever-se-á repetir este estudo a densidades mais elevadas.

2.4.2. Hilésinas do pinheiro, *Tomicus* spp.

Um outro grupo de insetos que pode afetar severamente a produção de pinha, são as hilésinas do pinheiro. Em particular referimos duas espécies, *Tomicus piniperda* L.

e *Tomicus destruens* Woll (Coleoptera: Scolytidae). Estes insetos quando jovens adultos alimentam-se dos raminhos dos pinheiros, consumindo internamente a sua medula o que leva à seca, morte e queda dos ramos (Fig. 25). As consequências na produção de pinha são diretas, sempre que os ramos mortos têm florações ou frutos (Fig. 25), ou indiretos pelo enfraquecimento das árvores (Fig. 26).

Quando os ataques são intensos as árvores adquirem uma copa rarefeita, transparente. Para ataques severos as árvores deixam de produzir florações, o que poderá causar perdas significativas ou mesmo totais na produção de pinhas. Os adultos reproduzem-se no tronco fazendo galerias subcorticiais, típicas destes escolítideos. As duas espécies de hilésinas são idênticas na sua biologia e morfologia, mas distinguem-se no período de reprodução nos troncos, em geral de outubro a dezembro em *T. destruens* e de fevereiro a abril em *T. piniperda*.

Medidas preventivas e Meios de luta:

As hilésinas do pinheiro encontram-se normalmente a densidades baixas e não causam estragos visíveis. As suas densidades podem aumentar dramaticamente quando existe grande disponibilidade de material lenhoso onde os indivíduos se posam reproduzir. Árvores enfraquecidas, árvores ardidas ou afogueadas, sobrantes que ficam no terreno, parques de materiais lenhosos com casca são condições que podem desencadear o crescimento das suas populações.

As medidas são essencialmente preventivas evitando-se estas situações por práticas culturais adequadas e remoção de árvores suscetíveis.



Figura 25 Ramos de pinheiro manso destruídos por hilésina, *Tomicus* sp. (© Pedro Naves)



Figura 26 Pinheiro manso com a copa rarefeita e com muitos ramos destruídos por hilésina, *Tomicus* spp. (© Lourenço d'Orey)

3.

Doenças fúngicas em pinheiro manso

3.1 Fungos com implicações graves na produção de pinha/pinhão em Portugal

Até há poucos anos eram raras as ocorrências de problemas fitossanitários em pinheiro manso. Com exceção de *Diplodia sapinea*, os impactos de doenças fúngicas na produção de pinha não eram relevantes. Nos últimos anos tem ocorrido com frequência a doença da seca dos ápices, um problema que inviabiliza o desenvolvimento da pinha.

Associados à seca dos ramos apicais, encontramos frequentemente os fungos *Diplodia sapinea*, *Pestalotiopsis* spp. e *Sydowia polyspora*. Para além destes, outros fatores bióticos e abióticos podem estar envolvidos na manifestação da doença.

3.1.1. *Diplodia sapinea*

O fungo *Diplodia sapinea* (anteriormente designado por *Diplodia pinea* ou *Sphaeropsis sapinea*) pertence à família Botryosphaeriaceae e é responsável pelo "dieback" ou seca dos ramos do pinheiro. *Diplodia sapinea* pode também afetar diretamente as pinhas, causando um decréscimo no número de pinhões comestíveis e uma diminuição da qualidade do pinhão produzido.

Os principais sintomas e sinais são: seca das zonas apicais, agulhas do ano começam a apresentar cor acastanhada ou cinza, agulhas afetadas secam pela base, agulhas ananicasadas, cancrios nos ramos e raminhos, presença de resina em ramos e pinhas, deformação das pinhas, presença de frutificações escuras do fungo em ramos e pinhas (Fig. 27). As plantas de viveiro são muito suscetíveis e árvores adultas com ataques fortes podem secar em poucos anos.

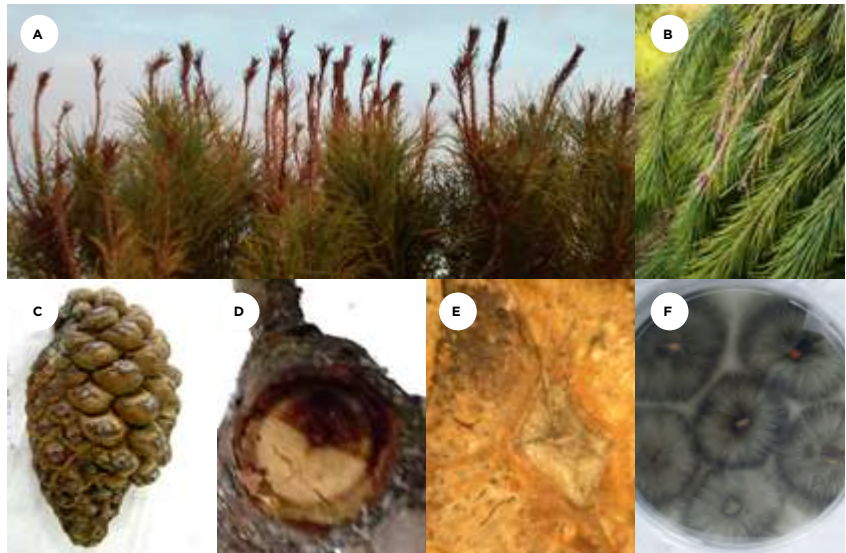


Figura 27 Sintomas e sinais de *Diplodia sapinea*. (A) seca de ramos apicais; (B) e (C) ramos e pinha afetados; (D) raminho em corte com necrose; (E) escamas com frutificações; (F) cultura do fungo (© Micologia (SAFSV)-INIAV)

Medidas preventivas e Meios de luta:

Práticas culturais corretas que permitam a manutenção do vigor das árvores, podas sanitárias para remover material infetado (este procedimento deve ser efetuado durante o tempo seco, quando as frutificações não libertam os esporos), queimar ou enterrar o material das podas sanitárias. Não existem fungicidas homologados em Portugal para esta doença.

3.1.2. *Pestalotiopsis pini*

Os fungos do género *Pestalotiopsis* pertencem à família Sporocadaceae e são frequentemente encontrados em associação com a seca dos ramos apicais em pinheiro manso em Portugal (Fig. 28).

A espécie *Pestalotiopsis pini* está muito associada a sintomas nos ápices (e nalguns casos também no tronco). Nas zonas afetadas, observam-se agulhas secas e pontuações (estruturas reprodutivas do fungo) nas agulhas. Esta é uma espécie que ataca preferencialmente árvores em stress, causando prejuízos avultados em plantações jovens e/ou viveiros. Esta espécie ocorre normalmente em associação com outros fungos patogénicos e/ou stress abiótico.

Medidas preventivas e Meios de luta:

Práticas culturais corretas que permitam a manutenção do vigor das árvores, podas sanitárias e remoção e queima do material infetado. Não existem fungicidas homologados em Portugal para esta doença.

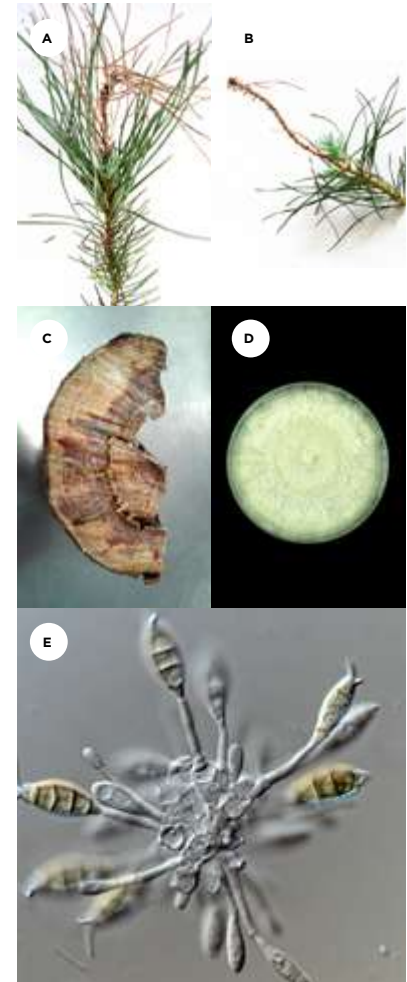


Figura 28 *Pestalotiopsis pini*. (A) e (B) sintomas em planta; (C) e (D) colónia em PDA; (E) esporos do fungo (© Micologia (SAFSV)-INIAV)

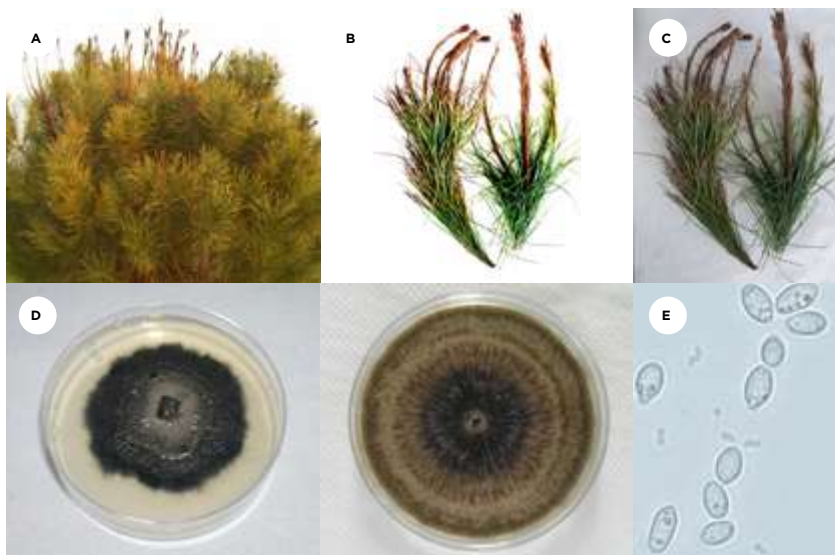


Figura 29 Sintomas da seca dos ápices em pinheiro manso afetado por *Sydowia polyspora* (A e B); raminho (C); cultura (D) e esporos (E) do fungo (© Micologia (SAFSV)-INIAV)

3.1.3 *Sydowia polyspora*

O fungo *Sydowia polyspora* pertence à família Dothidiaceae. É causador de desfolha e necrose das agulhas em várias espécies de pinheiro.

Em pinheiro manso em Portugal, os principais sintomas associados a este fungo são a seca das zonas apicais (Fig. 29). Para além disso, o fungo é também frequentemente isolado de plantas assintomáticas.

Medidas preventivas e Meios de luta:

Não existem fungicidas eficazes para esta doença. Alguns produtos referem bons resultados com a aplicação de cloreto de cálcio na altura do aparecimento de novos rebentos. Podas sanitárias podem ajudar a controlar a doença, se o ataque não for muito intenso. Recomenda-se a não utilização de garfos para enxertia provenientes de plantas infetadas.

Há ainda muito por esclarecer relativamente aos fatores que desencadeiam a doença da seca ou morte dos ápices de pinheiro manso. Sabendo-se que os fungos *D. sapinea*, *S. polyspora* e *P. pini* podem causar a doença, eventualmente outros patógenos de stress, como *Heterotruncatella* spp. ou outros fungos pestalotiídeos, poderão contribuir para o seu agravamento.

Para além disso, outros agentes bióticos, nomeadamente insetos sugadores como é o caso do *Leptoglossus occidentalis* e *Tomicus* spp. poderão eventualmente contribuir para a dispersão destes fungos. Se, por um lado, estes insetos têm uma ação direta na diminuição da produção de pinhão, por outro, poderão ainda ter uma ação indireta ao dispersarem a doença que impede o desenvolvimento da pinha e do pinhão.

3.2 Outros fungos causadores de doenças em pinheiro manso em Portugal

Existem ainda outras doenças fúngicas reportadas em povoamentos de pinheiro manso, cujos impactos na produção de pinha não são geralmente consideráveis. É o caso de doenças causadas por *Dothistroma septosporum* (doença dos anéis vermelhos), *Lophodermium seditiosum*, *Thyriopsis halepensis*, ou *Heterotruncatella* spp. em que, mesmo quando se observam fortes ataques, as árvores normalmente recuperam bem e os órgãos reprodutivos não são muito afetados.

3.2.1 *Lophodermium seditiosum*

O fungo *Lophodermium seditiosum* (família Rhytismataceae) é uma causa comum de desfolha em pinheiro manso. Quanto aos sinais, a seca começa pela base dos ramos. Os sintomas podem ocorrer apenas num dos lados da árvore/ramo. Os raminhos podem apresentar-se com desenvolvimento lento ou anormal. As agulhas do ano têm coloração verde e as agulhas do 2º ano têm tons variáveis de castanho a vermelho, ocorre a necrose completa das agulhas (ou mesmo perda). As frutificações nas agulhas são facilmente visíveis, em forma de “bola de rugby” e com uma divisão longitudinal central, negras quando molhadas ou cinzentas quando secas, posicionadas em linhas alongadas nas agulhas (Fig. 30). Mortalidade em plantações jovens e viveiros. As plantas adultas normalmente recuperam bem dos ataques.

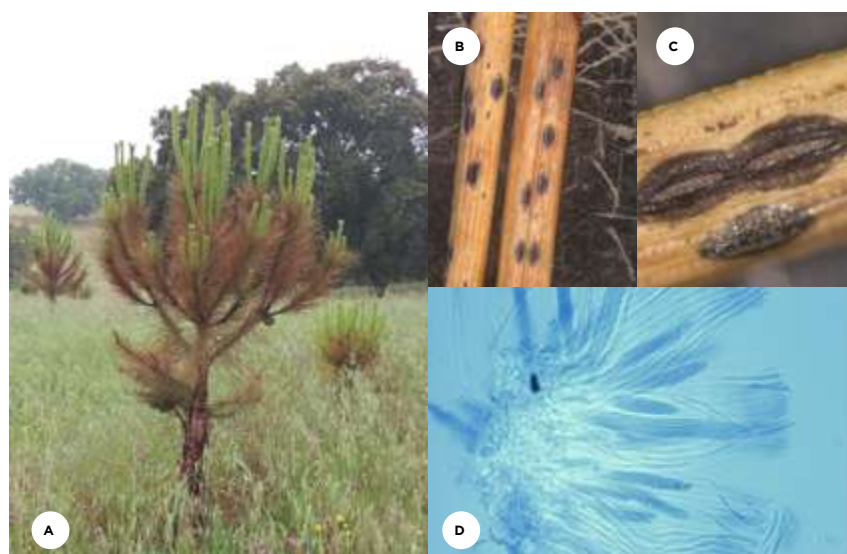


Figura 30 Sintomas e sinais de *Lophodermium seditiosum*. (A) árvore com sintomas, (B) e (C) agulhas afetadas, com presença de frutificações, (D) esporos do fungo (© Micologia (SAFSV)-INIAV)



Figura 31 Sintomas e sinais de *Thyriopsis halepensis*, (A) amarelecimento da copa, (B) e (C) frutificações em forma de coroa nas agulhas, (D) esporos do fungo (© Micologia (SAFSV)-INIAV)

3.2.2 *Thyriopsis halepensis*

O fungo *Thyriopsis halepensis* (família Asterinaceae) é responsável por desfolha em várias espécies de pinheiro. As agulhas ficam amarelas, ocorrendo um amarelecimento uniforme da copa (Fig. 31). Ocorre intensa desfoliação. O fungo ataca as agulhas mais antigas em detrimento das mais jovens (os sintomas aparecem de baixo para cima). Nas agulhas, formam-se múltiplos corpos frutíferos do fungo em forma de um círculo ou “coroa” (facilmente identificáveis com uma lupa de mão ou mesmo a olho nu). Geralmente, as árvores afetadas recuperam bem.

3.2.3 *Dothistroma septosporum*

O fungo *Dothistroma septosporum* (família Mycosphaerellaceae) é o agente causador da doença dos anéis vermelhos. As primeiras infecções dão-se na zona inferior da copa (Fig. 32). As árvores afetadas apresentam copas rarefeitas e com tufos de agulhas na zona apical dos ramos dando uma aparência de “rabo de leão”. As agulhas do ano têm coloração verde. Em fase inicial da doença, há a presença de manchas amareladas nas agulhas. Coloração laranja-avermelhada/castanha nas pontas das agulhas e verde na base; agulhas ananizadas. Anéis vermelhos/ castanhos nas agulhas. Pequenas frutificações negras e arredondadas na zona dos anéis ou dispersas na agulha. Em ataques graves pode ocorrer a morte das árvores.



Figura 32 Sintomas e sinais de *Dothistroma septosporum*, (A) ramo afetado; (B) esporos do fungo (© Micologia (SAFSV)-INIAV)

3.2.4 *Heterotruncatella* sp.

Os fungos do género *Truncatella* e *Heterotruncatella* pertencem à família Sporocadaceae e estão normalmente associados a problemas fitossanitários nas agulhas. Como sintomas e sinais surgem os ramos amarelecidos e a seca da zona apical da agulha (Fig. 33). As plantas recuperam relativamente bem.

Também com baixa implicação na produção de pinha e pinhão, reportados com menor frequência, há a destacar as doenças causadas pelos fungos *Botrytis cinerea* (Bolor cinzento), *Cyclaneusma* sp., *Cytospora* sp., *Coleosporium* sp. (Ferrugem), *Phomopsis* sp. e ainda outras espécies da família Botryosphaeriaceae.

Atualmente, o pinheiro manso ainda é uma espécie relativamente poupada a organismos de quarentena já reportados em Portugal noutras espécies de pinheiro em

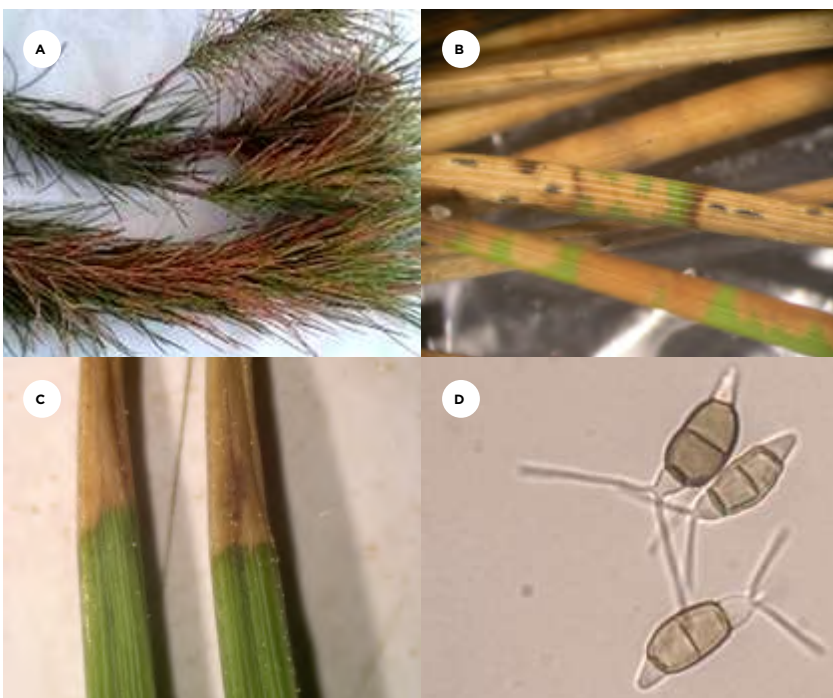


Figura 33 Sintomas e sinais de *Heterotruncatella* sp. (A), (B) e (C) ramo e agulhas afetadas; (D) esporos do fungo (© Micologia (SAFSV)-INIAV)

ambiente florestal, tais como o fungo *Lecanosticta acicola* ou o fungo *Fusarium circinatum* (cancro-resinoso-do-pinheiro), cujos poucos casos reportados em pinheiro manso no nosso país se registaram apenas em viveiro.

3.3 Fungos causadores de doença em pinheiro manso e a sua interação com insetos.

Nos ecossistemas florestais, são vários os casos de insetos que atuam como vetores de fungos patogênicos para as árvores, estabelecendo-se relações simbióticas em que os fungos beneficiam do transporte à distância e inoculação direta nas árvores hospedeiras, e os insetos beneficiam do enfraquecimento das árvores e libertação de odores atrativos para mais insetos, e, em alguns casos, os fungos constituem fonte de alimento para os insetos e sua descendência. Os ataques por insetos podem também resultar num fator de stress para a árvore que permite o agravamento da ação patogénica dos fungos.

No caso de fungos patogénicos que afetam diretamente a produção de pinha são poucos os casos reportados em associação com insetos. O inseto *Leptoglossus occidentalis* pode transportar o fungo *Diplodia pinea*, tanto por esporos aderentes ao corpo como no seu conteúdo digestivo, por se alimentar de material lenhoso infetado pelo fungo ainda que na forma latente. *Sydowia polyspora* foi o fungo mais frequentemente transportado por *Tomicus piniperda* e *T. destruens* num estudo realizado em Espanha.

4.

Silvicultura e prevenção

4.1 Fertilização e rega

A fertilização das culturas arbóreas, incluindo a dos povoamentos florestais, deve basear-se nas exigências da espécie em causa, mas também na disponibilidade de nutrientes no solo e na capacidade das árvores para utilizar esses nutrientes. Para se formular recomendações de fertilização equilibradas é necessário entrar em linha de conta com as características de cada povoamento (idade, nível de produção, práticas de gestão, entre outras), bem como recorrer a meios de diagnóstico para avaliar o estado de fertilidade do solo e o estado nutritivo das árvores.

A fertilização de instalação, a realizar antes da plantação, deve ser preconizada de acordo com as características físicas e químicas do solo onde o povoamento irá ser instalado. Para obter esta informação é necessário proceder à análise de amostras de terra, devidamente colhidas, numa zona representativa da parcela de terreno.

Quando os povoamentos se encontram numa fase jovem e, posteriormente, na fase de produção de pinha, para além dos resultados da análise das terras é essencial saber se as árvores se encontram adequadamente nutridas ou se apresentam desequilíbrios nutritivos suscetíveis de ser corrigidos através de fertilização racional. O estado nutritivo do pinheiro manso é avaliado através da análise das agulhas, cujas normas de colheita já foram estabelecidas. Se se tratar de parcelas regadas, é aconselhável conhecer também as características da água de rega, pois só assim é possível proceder a eventuais correções e contabilização dos nutrientes que contenha.

Os fertilizantes podem ser aplicados diretamente ao solo ou ser veiculados através da água de rega, embora esta prática não seja atualmente muito comum nos povoamentos de pinheiro manso. Porém, em estudos que se encontram em curso no nosso país (Coruche e Vendas Novas),

tem-se observado um efeito positivo da fertirrega no crescimento em altura e diâmetro das árvores, em especial da área de projeção e volume das copas. No ensaio de Vendas Novas, regado da primavera ao final do verão, a fertirrega teve um efeito evidente no crescimento secundário (tronco e ramos) nos meses de verão, que se relacionou principalmente com o claro conforto hídrico das plantas nesta altura do ano.

A fertirrega não originou maior produção de flores femininas (pinhas de 1º ano) por unidade de área de copa, mas teve um efeito positivo (embora modesto) na sobrevivência das flores femininas durante o primeiro ano, assim como na produção de pinha, não obstante os dados serem preliminares. A fertirrega também não teve um impacto significativo no peso médio das pinhas maduras nem no rendimento em miolo de pinhão.

As variações das condições meteorológicas sazonais entre anos, sobrepuseram-se aos efeitos da modalidade de fertirrega utilizada neste estudo, pelo menos na explicação do aparecimento das flores, na sua sobrevivência e no último ano do ciclo de desenvolvimento da pinha. Verificou-se uma relação positiva entre a quantidade de flores produzidas com a precipitação acumulada no ano anterior à floração, assim como com algum frio no final do ano, correspondente ao período de indução/diferenciação floral. Observou-se também que o peso médio da pinha está bem correlacionado com a precipitação total acumulada na primavera/início de verão do ano de maturação, ainda que o rendimento em pinhão (peso miolo são/peso fresco da pinha) não apresente qualquer relação. As quebras de rendimento na pinha parecem sobretudo relacionadas com fatores bióticos, nomeadamente pragas que atacam as pinhas, como por exemplo, o sugador das pinhas (*Leptoglossus occidentalis*), o gorgulho das pinhas (*Pissodes validirostris*) e a lagarta das pinhas (*Dioryctria mendacella*).

4.2. Materiais genéticos

A produção anual de pinhas e de semente no pinheiro manso, tal como em outras espécies de pinheiros, é muito variável. Estas flutuações podem ser explicadas por diversos fatores externos e internos à árvore, nomeadamente, fatores bióticos, abióticos e fatores genéticos. A influência das condições climáticas na polinização, na fertilização

e no desenvolvimento da pinha, a influência da qualidade da estação, a própria presença de insetos ou outros herbívoros, dependem em maior ou menor expressão da sua interação com fatores genéticos e do metabolismo da árvore. Desta interação de fatores ambientais com a constituição genética resulta a produtividade da árvore, não só na produção de pinha, como também de semente produzida por pinha.

Os insetos sempre estiveram fortemente implicados na perda de semente por concentrarem os seus ataques em pinhas, preferindo, por vezes, as de maior dimensão, por impedirem o seu crescimento e desenvolvimento ou por se alimentarem diretamente das suas sementes (Mattson, 1978). A baixa produtividade em pomares produtores de semente em algumas espécies de *Pinus* e de outras resinosas está associada à presença dos variados insetos, dos quais o sugador das pinhas *L. occidentalis* representa uma forte componente com responsabilidade para essa perda.

Estudos realizados em *Pseudotsuga menziesii* e em *Pinus contorta* mostraram que *L. occidentalis* exhibe preferência clara por determinados genótipos (Blatt & Borden, 1996). Semelhante comportamento parece acontecer no pinheiro manso. A análise estatística das observações realizadas em pinhões retirados de pinhas identificadas em diferentes genótipos, obtidas numa estrutura produtora de material florestal de reprodução, mostrou a existência de uma atratividade seletiva, significativa, de *L. occidentalis* por alguns genótipos. Foram identificados alguns clones que apresentaram uma maior percentagem de miolo de pinhão com defeito associado à presença deste inseto, em função da sintomatologia descrita em Farinha et al. (2018). A identificação de indivíduos mais ou menos suscetíveis a esta praga constitui um passo importante para a compreensão do mecanismo que leva um inseto a ser atraído ou repellido para um determinado hospedeiro.

O sugador das pinhas, *L. occidentalis*, constitui uma grande ameaça para o pinheiro manso não só para a produção de miolo de pinhão em pomares, como também para a produção de semente para arborização. Este inseto sendo responsável pela destruição parcial ou total de pinhão e, conseqüentemente, pela infertilidade das sementes (Lesieur, et al. 2014), pode contribuir a médio e longo prazo para uma diminuição significativa da variabilidade genética da espécie.

4.3. Conservação de agentes bióticos

Os insetos que poderão constituir pragas nos sistemas florestais e agrícolas são em grande medida controlados por um vasto número de inimigos naturais a que também é habitual chamar-se de fauna auxiliar. A simplificação dos ecossistemas, o uso de pesticidas e a intensificação em monoculturas tiveram como impacto a redução destes organismos favorecendo a ocorrência de pragas. Medidas para a conservação destes agentes bióticos passam pela manutenção de infraestruturas ecológicas que sirvam de habitat e de recursos alimentares e diversificação dos sistemas. No caso florestal, um exemplo será a promoção de florestas mistas.

A conversão de florestas de coníferas de uma só espécie em florestas de maior diversidade (principalmente misturando coníferas com folhosas) é atualmente uma evidência nos países da Europa Central e do Norte (Baumgarten & von Teuffel 2005; Fritz, 2006). Vários estudos já demonstraram que as florestas mistas são mais resistentes às perturbações naturais (por exemplo; vento, seca, ataque de insetos) do que as monoculturas (Jactel et al., 2005) e têm, adicionalmente, um leque mais vasto de opções para responder às alterações climáticas existindo vários estudos experimentais para documentar estas hipóteses (Fig. 34). A maior resistência das florestas mistas a pragas é explicada por duas hipóteses: a hipótese da concentração de recursos e a hipótese do inimigo natural. A hipótese de concentração de recursos prevê uma menor agregação de insetos em plantas hospedeiras quando estas estão rodeadas por plantas não hospedeiras, quer porque reduz o aparecimento do hospedeiro alvo, quer por emitir sinais repelentes ou esconder os sinais atrativos do hospedeiro (Castagneyrol et

al., 2013). Por outro lado, a maior diversidade de árvores também pode ter um efeito positivo no controlo natural de insetos segundo a hipótese do inimigo natural. Esta hipótese afirma que habitats mais diversos fornecem uma maior variedade de recursos alimentares e de nidificação para parasitoides e predadores, resultando assim em comunidades mais diversas e abundantes de inimigos naturais, por sua vez mais capazes de controlar herbívoros (Jactel et al., 2006). É de salientar que, o aumento da resistência de florestas mistas segundo a hipótese de concentração de recursos é mais consistente para os insetos herbívoros especializados do que para os generalistas (Haase et al., 2015).

Os três principais insetos consumidores de pinhões de pinheiro manso em Portugal: a lagarta das pinhas, o gorgulho das pinhas e o sugador de pinhas são todos especialistas em coníferas. Assim sendo, podemos colocar por hipótese, que florestas mistas com pinheiros e folhosas podem levar a uma diminuição dos estragos causados por estes insetos, quer por reduzirem a visibilidade e acessibilidade das árvores hospedeiras, quer por uma maior presença de predadores e parasitoides em florestas mais diversas.

Para além do efeito benéfico contra pragas de insetos, as florestas mistas possuem também uma maior plasticidade na resposta às alterações climáticas bem como uma maior flexibilidade de gestão e potenciais mais valias económicas e ecológicas.

No nosso território a mistura de sobreiro e pinheiro manso é já uma prática seguida por alguns produtores. Em próximos estudos visamos quantificar qual o impacto que estes povoamentos mistos poderão ter na redução de estragos nas pinhas e pinhões pelos insetos.



Figura 34 Exemplo de um site experimental de estudo de florestas mistas - Site experimental ORPHEE, em França. Instalado em 2008, este site é composto por 8 blocos, cada um com 32 parcelas com diferentes misturas de árvores. É usado para estudar o efeito da biodiversidade arbórea na funcionalidade do ecossistema, nomeadamente na resistência aos herbívoros e às alterações climáticas. (<https://treedivnet.ugent.be/ExpORPHEE.html>).

Agradecimentos

Este manual foi financiado pelo projeto +PINHÃO ("Gestão Integrada de Agentes Bióticos Associada à Perda de Produção do Pinhão"), no âmbito do Programa de Desenvolvimento Rural, PDR2020. Teve a colaboração dos estudos realizados pelo projeto FERTIPINEA ("Nutrição e fertilização do pinheiro manso em sequeiro e regadio") do PDR2020.

As autoras, Ana Farinha, Alexandra Correia e Manuela Branco são suportadas pelo CEF, Centro de Estudos Florestais, uma unidade de investigação fundada pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), Portugal (UID/AGR/00239/2019 e UIDB/00239/2020).

Referências

- Baumgarten M, von Teuffel K, 2005. Nachhaltige Waldwirtschaft in Deutschland. In: von Teuffel K.F. et al. (eds) *Waldumbau*. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/3-540-27247-X_1
- Blatt S, Borden J, Pierce H, Gries R, Gries G, 1998. Alarm pheromone system of the western conifer seed bug, *Leptoglossus occidentalis*. *Journal of Chemical Ecology*, 24: 1013-1031.
- Blatt SE & Borden JH, 1996. Distribution and impact of *L. occidentalis* Heidemann (Hemiptera: Coreidae) in seed orchards in British Columbia. *The Canadian Entomologist*, 128: 1065-1076.
- Bracalini M, Benedettelli, S, Croci F, Terreni P, Tiberi R, Panzavolta T, 2013. Cone and seed pests of *Pinus pinea*: assessment and characterization of damage. *Journal of Economic Entomology*, 106(1): 229-234. DOI: 10.1603/EC12293
- Bragança H, Diogo E, Moniz F, Amaro P, 2009. First Report of Pitch Canker on Pines Caused by *Fusarium circinatum* in Portugal. *Plant Disease*, 93: 1079-1079. <https://doi.org/10.1094/PDIS-93-10-1079A>
- Bragança H, Silva AC, Henriques J, Diogo E, Ramos AP, 2020. *Sydowia polyspora* - um novo fungo associado à doença dos ápices do pinheiro manso. *Vida Rural, Dossier Técnico*, nº1855 Ano 67, março, 42-44.
- Castagnayrol B, Giffard B, Péré C, Jactel H, 2013. Plant apparency, an overlooked driver of associational resistance to insect herbivory. *Journal of Ecology*, 101: 418-429.
- Farinha ACO, Silva JEP, Correia AC, Sousa EMR, Roques A, Branco M, 2018. Is *Leptoglossus occidentalis* entirely responsible for the high damage observed on cones and seeds of *Pinus pinea*? Results from a fertirrigation trial in Portugal. *Forest Ecology and Management*, 429: 198-206.
- Farinha AO, Carvalho C, Correia AC, Branco M, 2021. Impact assessment of *Leptoglossus occidentalis* in *Pinus pinea*: Integrating population density and seed loss. *Forest Ecology and Management*, 496: 119422.
- Fritz, Ö, 2006. Beech *Fagus sylvatica* forests at Biskopstorp. In: Hurford, C & Schneider, M (eds). *Monitoring Nature Conservation in Cultural Habitats*. Springer. The Netherlands. p. 309-322.
- Hall D, Farman D, Domínguez J, Pajares J, 2017. Female Sex Pheromone of the Cone Moth, *Diorystria mendacella*: Investigation of Synergism between Type I and Type II Pheromone Components. *Journal of Chemical Ecology*, 10.1007/s10886-017-0846-8, 43: 433-442.
- Haase J, Castagnayrol B, Cornelissen JHC, Ghazoul J, Kattge J, Koricheva J, Scherer-Lorenzen M, Morath S, Jactel H, 2015. Contrasting effects of tree diversity on young tree growth and resistance to insect herbivores across three biodiversity experiments. *Oikos*, 124: 1674-1685.
- ICNF, 2015. 6º Inventário Florestal Nacional. Relatório final. <https://cdn.pefc.org/pefc.pt/media/2020-08/88597cd3-8e-82-4bc6-aae6-fb66adb5303f/22eabe-74-d55e-5246-bfec-15be43c3c1c9.pdf>
- Jactel H, Brockerhoff E, Duelli P, 2005. A test of the biodiversity-stability theory: meta-analysis of tree species diversity effects on insect pest infestations, and re-examination of responsible factors. In: Scherer-Lorenzen M, Körner C, Schulze ED (Eds). *Forest Diversity and Function (Analysis and Synthesis)*, vol 176. Springer, Berlin, Heidelberg. http://doi.org/10.1007/3-540-26599-6_12
- Jactel H, Menassieu P, Vetillard F, Gaulier A, Samalens J-C, Brockerhoff E, 2006. Tree species diversity reduces the invisibility of maritime pine stands by the bark scale, *Matsucoccus feytaudi* (Homoptera: Margarodidae). *Canadian Journal of Forest Research*, 36(2): 314-323
- Lesieur V., 2015. Invasion de la punaise américaine *Leptoglossus occidentalis* en Europe: une contribution à la compréhension des invasions fulgurantes (Doctoral dissertation, Université d'Orléans).
- Lesieur V, Yart A, Guilbon S, Lorme P, Auger-Rozemberg A-M, Roques A, 2014. The Invasive *Leptoglossus* seed bug, a threat for commercial seed crops, but for conifer diversity? *Biological Invasions*, 16: 1833-1849.
- Llotja de Reus, 2021 <http://feriasymercados.net/index.php/lonja/demo/20>
- Mattson WJ, 1978. The role of insects in the dynamics of cone production of red pine. *Oecologia*, 33: 327-349.
- Roversi PF. *Adattamento di specie neo-introdotte. Leptoglossus occidentalis Heidemann*. In Jucker C, Barbagallo S, Roversi PF & Colombo M (Eds). *Insetti esotici e tutela ambientale. Morfologia, biologia, controllo e gestione*. Arti Grafiche Maspero Fontana, 2009
- Sainz RC, Alonso FJG, Casanueva GM, Regneri SM, Conde M, González GM, Minguez MP, 2016. Enhanced tools for predicting annual stone pine (*Pinus pinea* L.) cone production at tree and forest scale in Inner Spain. *Forest Systems*, 25(3): 14.
- Silva AC, Diogo E, Henriques J, Ramos AP, Sandoval-Denis M, Crous PW, Bragança H, 2020. *Pestalotiopsis pini* sp. nov., an Emerging Pathogen on Stone Pine (*Pinus pinea* L.). *Forests*, 11: 805. <https://doi.org/10.3390/f11080805>
- Silva AC, Henriques J, Diogo E, Ramos AP, Bragança H, 2020. First report of *Sydowia polyspora* causing disease on *Pinus pinea* shoots. *Forest Pathology*, 50: 27-30. <https://doi.org/10.1111/efp.12570>
- UNAC (2014) Estudo sobre a cadeia de valor da fileira Pinheiro manso. <https://www.unac.pt/index.php/documentos/publicacoes/45-cadeia-de-valor-da-fileira-da-pinha-pinhao/file>



Manual Técnico

Boas práticas para a gestão de pragas e doenças da pinha e pinhão

LÍDER DE PROJECTO



PARCEIROS

ANTA DE CIMA
SOCIEDADE AGRÍCOLA
UNIPESSOAL LDA.



FCT FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA



**HERDADE DA
ABEGOARIA**
SOCIEDADE
AGRÍCOLA LDA.



**PEDRO MIGUEL
BELO RAMOS
COURINHA MARTINS**

**PEDRO SACADURA
TEIXEIRA CABRAL
DUARTE DA SILVEIRA**

**SOCIEDADE AGRÍCOLA
MONTE DA SÉ LDA.**

