

II Jornada Intermedia on line del proyecto
PRODEHESA – MONTADO
2 de diciembre de 2020



Interreg
España - Portugal

Fondo Europeo de Desarrollo Regional
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



PRODEHESA
MONTADO



ESTADO DA ARTE DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO SOBRE FITÓFTORA EM MONTADOS

Conceição Santos Silva
mcssilva@unac.pt



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





Phytophthora cinnamomi em espécies de Quercus e do sobcoberto de montados e dehesas.
Análise de publicações científicas.

Manuel Trindade, Filipe Costa e Silva, Ana Cristina Moreira,
 Conceição Santos Silva, Enrique Cardillo, Teresa Soares David

http://www.inia.pt/fotos/editor2/informe_web_2.pdf

Objectivos :

- Inventariar as publicações científicas, com revisão por pares, produzidas sobre *Phytophthora cinnamomi* em *Quercus* spp. e em espécies do sob coberto de montados/ dehesas
- Analisar a evolução temporal do número de publicações e da sua distribuição geográfica
- Analisar a distribuição por áreas temáticas dominantes
- Construir uma base de dados com os artigos inventariados
- Apresentar uma síntese dos principais resultados das publicações científicas



Metodologia:

- Pesquisa na plataforma WoS – Web of Science da Clarivate Analytics
- Publicações entre 1990 e 11 de Maio de 2019
- Critérios de pesquisa
 - *Phytophthora cinnamomi* em *Quercus* spp.
 - *Phytophthora cinnamomi* em espécies arbustivas do sobcoberto das dehesas/ montados



Quadro 1 – Número de publicações, e valores percentuais, em *Quercus* spp., em *Quercus* spp. de montados e *dehesas*, em *Phytophthora cinnamomi*, e em cada uma das conjugações de termos/expressões analisados (pesquisa em 11/05/2019 na plataforma WoS)

Conceição Santos Silva (mcssilva@unac.pt) iniciou

Termos/expressões de pesquisa	Nº de publicações	% ⁽¹⁾
<i>Quercus</i>	20513	
<i>Quercus suber</i>	1359	6,6
<i>Quercus ilex</i> OR <i>Quercus rotundifolia</i>	3057	14,9
<i>Quercus faginea</i> OR <i>Quercus pyrenaica</i>	591	2,9
<i>Phytophthora cinnamomi</i>	1754	
Pc em <i>Quercus</i> spp. dos montados/ <i>dehesas</i>	77	4,4 ⁽²⁾
<i>Quercus suber</i> AND <i>Phytophthora cinnamomi</i>	41	53,2 ⁽³⁾
(<i>Q. ilex</i> OR <i>Q. rotundifolia</i>) AND <i>Phytophthora cinnamomi</i>	51	66,2 ⁽³⁾
(<i>Q. faginea</i> OR <i>Q. pyrenaica</i>) AND <i>Phytophthora cinnamomi</i>	4	5,2 ⁽³⁾

⁽¹⁾ % do nº de publicações em relação ao total de 20513 publicações sobre o género "*Quercus*"

⁽²⁾ % do nº de publicações em relação ao total de 1754 publicações sobre "*Phytophthora cinnamomi*"

⁽³⁾ % do nº de publicações em relação ao total de 77 publicações sobre Pc em "*Quercus*"

Quadro 2 – Número de publicações sobre *Phytophthora cinnamomi* em *Quercus* spp. de montados e *dehesas*, por sub-grupos de afiliação das instituições a que pertencem os autores.

Afiliação do 1.º Autor	N.º de publicações			
	PT	PT+ES	PT+RBM/RM	Total
PT	10	3	1	14
ES	ES	ES+PT	ES+RBM/RM	50
	37	5	8	
RBM	9			9
RM	4			4

PT: Portugal; ES: Espanha; RBM: Resto da Bacia Mediterrânica;
RM: Resto do Mundo

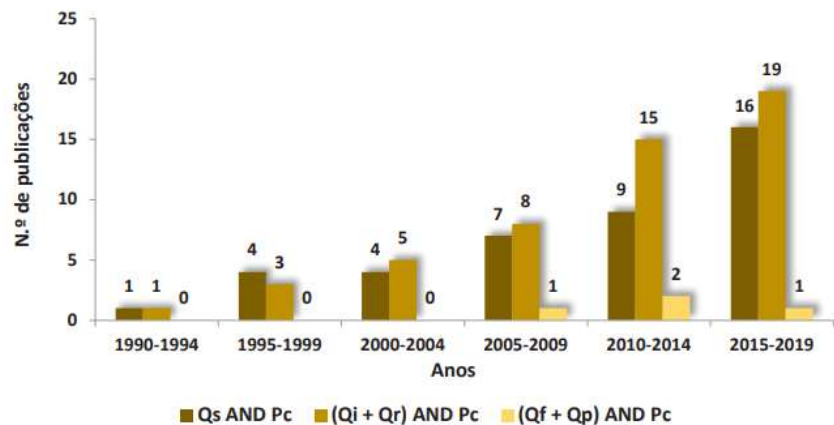


Figura 1 – Evolução do número de publicações (por períodos de 5 anos) sobre *Phytophthora cinnamomi* (Pc) em *Quercus* spp. (Q AND Pc): *Q. suber* (Qs) AND Pc; *Q. ilex* (Qi) OR *Q. rotundifolia* (Qr) AND Pc; *Q. faginea* (Qf) OR *Q. pyrenaica* (Qp) AND Pc.

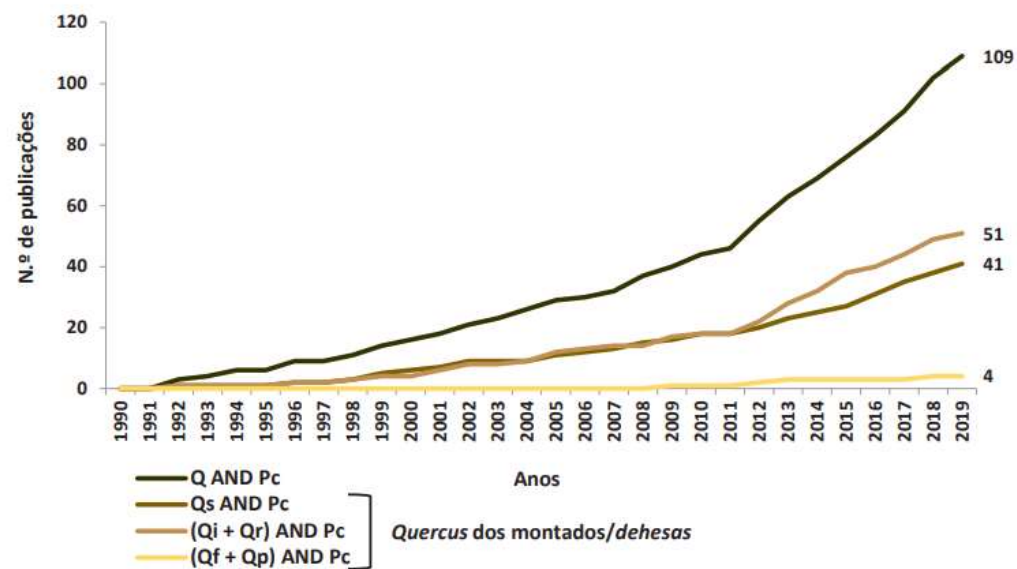


Figura 2 – Evolução do número de publicações (valores anuais acumulados) sobre *Phytophthora cinnamomi* (Pc) em *Quercus* spp. (Q AND Pc): *Q. suber* (Qs) AND Pc; *Q. ilex* (Qi) OR *Q. rotundifolia* (Qr) AND Pc; *Q. faginea* (Qf) OR *Q. pyrenaica* (Qp) AND Pc.

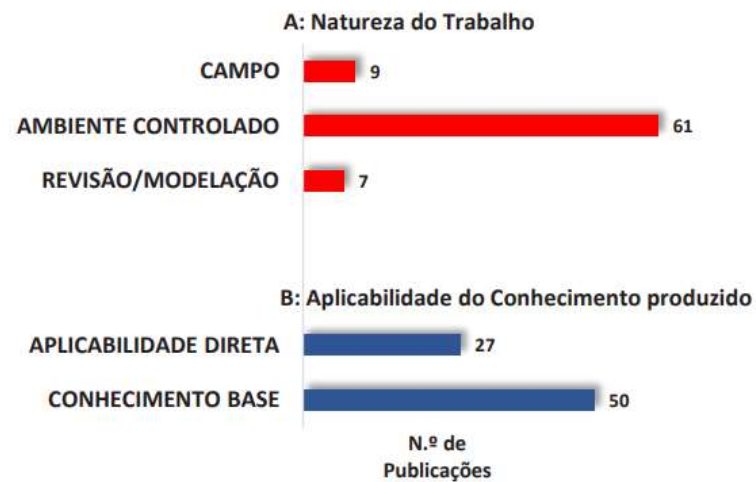


Figura 3 - Número de publicações sobre *Phytophthora cinnamomi* em *Quercus* spp. de montados e *dehesas*, segundo a natureza do trabalho desenvolvido (A) e a aplicabilidade do conhecimento científico produzido (B).

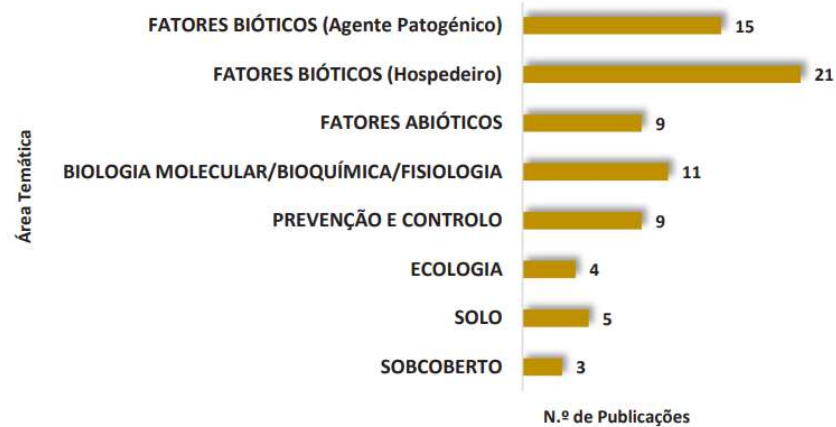


Figura 4 – Número de publicações sobre *Phytophthora cinnamomi* em *Quercus* spp. por área temática dominante.



IV – Área Temática “Biologia Molecular/Bioquímica/Fisiologia”

- Para conhecer o impacto de alterações na riqueza microbioma do solo no declínio de *dehesas*, utilizou-se base no DNA total das amostras de solo ve composição das comunidades de fungos e oomicetoseveridade de declínio. Existia uma importante com patogénicos: *Phytophthora cinnamomi* e *Pythium* s oomicetas mais abundantes, nem estavam diretamente desfoliação; a reduzida presença de espécies de *P* correlacionada com espécies do género *Trichoderma* base no *metabarcoding* é uma ferramenta valiosa e biocontrolo. Os resultados deste estudo mostram a i interações entre diferentes componentes do microb efeito da aplicação de espécies de *Trichoderma* na micorrização na melhoria do estado fitossanitário das (46)
- As técnicas de micropropagação, *i.e.*, de multiplicação de espécies lenhosas, quer a sua conservação a partir de plântulas de azinheira com 3 meses de germinadas em condições controladas de humidade micropropagar a azinheira apesar de ser uma planta lenhosa e de difícil manutenção *in vitro*. No entanto, o sucesso da cultura *in vitro* desta espécie depende do genótipo, quer na fase de estabelecimento, quer na de enraizamento. A metodologia utilizada poderá ser usada na produção em larga escala e na conservação da azinheira. É

Quadro I – Artigos científicos sobre *Phytophthora cinnamomi* em *Quercus* spp. de montados/*dehesas*. Área Temática “Fatores Bi

Art. n.º	Ano	Autores	Título	Revista	
1	2018	Frisullo, S.; Lima, G.; San Lio, G.M.; Camele, I.; Melissano, L.; Puglisi, I.; Pane, A.; Agosteo, G.E.; Prudente, L. & Cacciola, S.O.	<i>Phytophthora cinnamomi</i> involved in the decline of holm oak (<i>Quercus ilex</i>) stands in Southern Italy	<i>Forest Science</i> , 64 (3): 290-298	https://doi.org/10.109
2	2018	Mora-Sala, B.; Berbegal, M. & Abad-Campos, P.	76 The role of yellow lupin (<i>Lupinus luteus</i>) in the decline affecting oak agroforestry ecosystems	<i>Phytophthora cinnamomi</i> is a soilborne pathogen causing root rot in Mediterranean <i>Quercus</i> species growing in “dehesa” rangeland ecosystems. Recently, it has been reported causing wilting and death of <i>Lupinus luteus</i> (yellow lupin), a spontaneous plant in southern Spain rangelands, but also frequently sowed for livestock grazing. In soils artificially infested with <i>P. cinnamomi</i> chlamydospores and planted with different cultivars of yellow lupin, a significant increase in the density of propagules was detected in comparison with the initial levels of inoculum and with the infested but not planted soil (control). In oak rangelands in which yellow lupine was planted, isolation and counting of colonies of <i>P. cinnamomi</i> from soil samples have shown the ability of this plant to maintain or even increase the inoculum density and thus facilitate the infection of trees. Results suggested that cultivation of yellow lupin in oak-rangeland ecosystems should be avoided whether oak trees are affected by root disease caused by <i>P. cinnamomi</i> or not. This leguminous plant can act as an inoculum reservoir or even	
3	2015	Scanu, B.; Linaldeddu, B.T.; Deidda, A. & Jung, T.			
4	2015	Serrano, M.S.; Rios, P.; Gonzalez, M. & Sanchez, M.F.			

Phytophthora cinnamomi **Estado da arte do** **conhecimento nos montados**



A presente ficha técnica sintetiza os resultados das publicações científicas sobre *Phytophthora cinnamomi* em *Quercus* sp. analisadas no âmbito do projecto PRODEHESA MONTADO. Os resumos e as principais conclusões de cada publicação podem ser consultados com mais detalhe em Trindade, M. et al. (2019) *Phytophthora cinnamomi* em espécies de *Quercus* e do sobcoberto de montados e dehesas. **Análise de publicações científicas.**

Para facilitar a consulta foi mantida a numeração dos artigos científicos da publicação mencionada.



Enquadramento

As fitoforas são um dos agentes patogénicos estudados a nível mundial, na actualidade, dado o seu impacto sobre inúmeras culturas com interesse comercial ou ambiental.

A escala global estima-se que mais de 66% das doenças associadas às raízes finas são causadas por espécies de fitofora. Apesar disto, a causa da perda de vitalidade e da morte das plantas é por vezes associada a outros agentes secundários que surgem quando estas já se encontram bastante debilitadas pela fitofora, sendo este facto justificado pela especificidade dos meios de despieste e identificação, e também pelo ciclo de vida destes agentes patogénicos (Jung, T. et al., 2018) (A).

Há mais de 80 espécies conhecidas do género *Phytophthora* e a grande maioria são patogénicas para as plantas, derivando o seu nome do grego onde significa "destruidor de plantas".

Nomeadamente a *Phytophthora cinnamomi* tem mais de 1000 plantas hospedeiras, entre as quais se incluem o sobreiro, o pinheiro-bravo e o pinheiro-manso e inúmeros arbustos característicos da flora mediterrânica. Este agente, considerado um pseudo-runço (oomiceta), provoca o apodrecimento dos tecidos, com evidências de necroses que podem ocorrer nas folhas, no tronco ou nas raízes.

Quando ocorre apodrecimento ao nível radicular fica comprometida a capacidade de captação de água e nutrientes e inicia-se o processo de declínio que tem uma duração muito variável, entre alguns meses a vários anos, uma vez que a fitofora consegue sobreviver nas raízes das plantas hospedeiras em condições de escassez de água no solo, como as que temos na região do mediterrâneo durante o verão.

Na Península Ibérica a distribuição atual de *Phytophthora cinnamomi* é influenciada principalmente pela textura fina do solo, clima, uso do solo e presença do hospedeiro principal (árvore). Parece haver potencial de expansão deste agente patogénico para nordeste e sudeste de Espanha e centro de Portugal (A).

Entre 1990 e maio de 2019 estão publicados 1754 artigos científicos sobre *Phytophthora cinnamomi* dos quais apenas 77 (4,4%) correspondem a artigos com associação aos montados. Nos montados, a maioria dos artigos é sobre montados de azinho (66,2%) e/ou montados de sobreiro (53,2%). Apenas 5,2% dos artigos se referem a outros carvalhos.



Infecção

1. Maior sensibilidade da azinheira do que do sobreiro (30);
2. A análise histológica de tecidos radiculares de azinheira infectados por fitofora mostrou haver, mais frequentemente, presença de hifas nos tecidos do xilema de raízes secundárias do que de raízes primárias, mas em ambas o floema é o trajecto mais importante para a colonização (2);
3. A perda de raízes está associada a um decréscimo do potencial hídrico foliar de madrugada, a reduções na condutância estomática, na biomassa aérea e nos teores de azoto e fósforo nas folhas (3);
4. A visualização dos sintomas no tronco e/ou na parte aérea ocorre já numa fase tardia da infecção com fitofora ao nível radicular, o que pode dificultar a sua identificação dada a destruição alargada das raízes finas e, consequentemente, a maior dificuldade de recolha da amostra na rizosfera (A).

Condições ambientais

1. A abundância do patógeno no solo apresenta padrões não aleatórios influenciados, quer por factores abióticos (textura do solo), quer por factores bióticos (quantidade do agente patogénico sob as árvores em declínio) (2);

2. As infecções radiculares são mais severas em condições de encharcamento do que em condições de défice hídrico. O encharcamento e a infecção actuam de modo sinérgico nas relações hídricas em azinheira (2);

3. O stress hídrico aumenta a susceptibilidade de plantas jovens de azinheira e a mortalidade é potenciada com situações de encharcamento seguidas de stress hídrico (4);

4. Os solos com baixa fertilidade e baixos níveis de nutrientes minerais, particularmente fósforo, parecem favorecer a infecção (4);

5. A tremocilha (*Lupinus luteus*) estimula a produção de zoósporos de *Phytophthora cinnamomi* (em ambiente controlado) o que não acontece com a ervilhaca (*Vicia sativa*), o trigo (*Triticum aestivum*) ou a aveia (*Avena sativa*). Estes últimos poderão ser uma alternativa à tremocilha para montados em que a *Phytophthora cinnamomi* está presente (2);

6. Em amostras de solo de dehesas com tremocilha demonstrou-se que esta planta é capaz de manter ou aumentar a densidade do inóculo, facilitando a infecção das árvores e agravando a severidade da doença (2);

7. A conjugação da infecção por *Phytophthora cinnamomi* com destruição de raízes finas, com períodos de solo saturado (favoráveis à fitofora, mas não à árvore) e diferenças locais na capacidade de retenção de água do solo explicam os sintomas de declínio das árvores e o seu estado hídrico, sendo factores que muito provavelmente determinam a sobrevivência das árvores (4).

Impactos

1. Em plantas de sobreiro observou-se redução do crescimento diário do caule, da condutância estomática, da temperatura ar-folha e da eficiência fotoquímica (4);

2. O crescimento radicular dos sobreiros e das azinheiras após infecção com fitofora depende da espécie florestal, do tamanho inicial das plantas e do nível de inóculo do agente patogénico. Para as duas espécies – sobreiro e azinheira – há uma diminuição do estado hídrico das plantas mesmo com baixos níveis de inóculo da fitofora (2);

3. Em azinheira (plantas de 1 ano) o padrão de mortalidade parece reflectir a distribuição agregada do inóculo no solo e evidência maior ocorrência próximo de árvores adultas infectadas (2);

4. A elevada susceptibilidade das plantas de azinheira e de sobreiro à fitofora é um factor limitante para a regeneração natural por sementeira directa (2).

Prevenção e controlo

1. Em ensaios *in vitro* com plantas de sobreiro e azinheira, o fosfeto de alumínio mostrou-se como uma alternativa ao fosfato de potássio no controlo da doença provocada por fitoforas (2);

2. O efeito da aplicação de fosfonato de potássio por injeção em azinheiras em condições de presença de *Phytophthora cinnamomi* e de stress hídrico demonstrou baixa eficácia do tratamento ao fim de cinco anos em áreas com reduzida humidade no solo e baixa contaminação (4). Em outros estudos com sobreiro e azinheira, este tratamento conduziu a uma melhoria significativa no crescimento vegetativo dois anos depois com alguma recuperação dos sintomas de declínio, no terceiro ano após o tratamento (2);

3. Fertilizações cálcicas em plantas jovens de azinheira podem conferir mais resistência à doença devido principalmente à inibição da produção de esporos (2);

4. A adição de potássio (K⁺) ao solo não confere maior tolerância em azinheira (plantas jovens) (2);

5. A biofumigação com espécies da família Brassicaceae, por si só, não se mostra eficaz na supressão substancial de inóculo da *Phytophthora cinnamomi* (2);

6. O efeito supressivo de estrumes de origem animal sobre a podridão radicular causada pela fitofora apenas foi verificado com estrumes de aviário compostados e usados em plantas jovens de tremocilha branco (*Lupinus albus*). Estrumes de bovinos, ovinos, caprinos e equinos, sujeitos ou não a compostagem, não suprimiram os sintomas da doença (2);

7. Em solos infectados com espécies de *Phytophthora* as sementes grandes são vantajosas porque asseguram um rápido crescimento inicial da planta (2);

Bibliografia Consultada

- (1) Inésola M. et al. (2019) *Phytophthora cinnamomi* em espécies de carvalhos e do subsector do montado e dehesa. Análise de publicações científicas. INIA I+D+i. Jung, T. et al. (2018) Carbon and nitrogen dynamics caused by soil and rhizosphere *Phytophthora* species in forests under oakland. *Heterotonia* 4(1): 102-120

ESTADO DA ARTE DO CONHECIMENTO NOS MONTADOS

Vários mecanismos de defesa e combate à fitófтора estão a ser estudados como possibilidades de utilização no futuro. Um dos principais constrangimentos identificados é a rápida expansão do agente patogénico que impede, em grande parte, o efeito das respostas naturais do hospedeiro ⁽¹⁶⁾.

Oportunidades de investigação em curso para prevenção e combate contra a fitófтора:

- A biossíntese de taninos pelas plantas dado o seu papel como mecanismo de protecção ⁽¹⁶⁾;
- A produção de elicinas pelas fitóftoras pode desencadear reacções de defesa das espécies hospedeiras contra a infecção. Pré-tratamentos com algumas destas substâncias permitiram o confinamento da colonização pelas hifas em sobreiro e em azinheira e parecem promover no sobreiro respostas de defesa contra a infecção ^(21,27, 28, 30);
- Em azinheira identificaram-se algumas reacções naturais de defesa à infecção e colonização por fitófтора, nomeadamente o espessamento da parede celular, a acumulação de compostos fenólicos e secreções mucilaginosas bloqueando células vasculares ⁽²⁵⁾;
- A exploração de compostos bioactivos envolvidos na actividade anti-oomiceta (fitóftoras) produzidos pela marfóia (*Phiomis purpurea*) ^(34, 35);
- A micorrizção, principalmente como meio preventivo, dado que nas áreas afectadas a proporção entre terminações de raízes viáveis e não viáveis para as micorrizas é tendencialmente menor quando as árvores já estão em declínio ⁽²²⁾.



Prodehesa Montado Projecto de cooperação transfronteiriça para a Valorização Integral da Dehesa - Montado

Este projeto pretende promover as actividades necessárias para valorizar a região demarcada - Dehesa/ Montado, quer na área do meio ambiente, quer na área económica, partindo de um ponto de vista sustentável, por meio da criação de estruturas de cooperação estáveis que promovam o investimento de empresas em inovação, o estabelecimento de sinergias entre as empresas, os centros de I+D+i, a transferência de tecnologia, as aplicações de serviço público e a procura de produtos nas regiões de Montado.

Mais Informação em:
<https://prodehesamontado.eu/>



Ficha Técnica

Edição: ANSUB - Associação dos Produtores Florestais do Vale do Sado
Fotografias: Pedro Pacheco Marques,
Conceição Santos Silva
Design Gráfico, Paginação
e Preparação Gráfica: Whitespace
Impressão e Acabamento: Whitespace
Tiragem: 1500 exemplares
Alicador do Sal, Dezembro 2020

A ANSUB - Associação de Produtores do Vale do Sado surge em 1994, de um grupo de produtores subericolas da região de Alicador do Sal, Grândola e Santiago do Cacém, que se organizaram com o intuito de defender e promover o desenvolvimento da floresta na sua região. É uma das maiores e mais antigas Associações de Produtores Florestais do país, representando 130 Associados com 172 230 ha de floresta no Ribatejo, Alentejo e Algarve. Tem como missão defender e promover um Mundo Rural Integrando todas as actividades económicas com especial enfoque na floresta.

ANSUB - Associação de Produtores Florestais do Vale do Sado
Rua Joaquim Souto Pereira Gomes S/N
Apartado 105 EC
7580-909 Alicador do Sal, Portugal
Tel: + 265 612 684
E-mail: ansub@ansub.pt
www.ansub.pt

unac



União da Floresta Mediterrânica