

Instalação de povoamento de *Quercus suber* inoculado com fungo pioneiro, em regadio

Trabalho de Projeto

Curso de Mestrado em Agricultura Sustentável

Marcelo Custódio Salgado Catalão

Orientador: Orlanda Viamonte Póvoa

Elvas, 2024

Marcelo Custódio Salgado Catalão

Instalação de povoamento de *Quercus suber* inoculado com fungo pioneiro em regadio

Trabalho de Projeto apresentado para obtenção do grau de mestre em Agricultura Sustentável conferido pelo Instituto Politécnico de Portalegre.

Orientador: Orlanda Viamonte Póvoa

Arguente principal: João Rui Ribeiro (ICNF)

Arguente: Susana Saraiva Dias (IPP)

Arguente: Orlanda Viamonte Póvoa (IPP)

Presidente do Júri: José Manuel Rato Nunes (IPP)

Classificação: 16 valores

Escola Superior de Biociências de Elvas

2024

Agradecimentos

O mestrado não define todos os teus anos de trabalho e aos 39 anos, não temos de ter todas as decisões tomadas. Este agradecimento, serve para mostrar como o trabalho pode valer a pena. Quando me inscrevi no mestrado, estava consciente de que seria um longo caminho. Recordando as palavras de José Saramago, “Há coisas que nunca se poderão explicar por palavras. Nunca esperei nada da vida. Por isso tenho tudo. Se não saís de ti, não chegas a saber quem és. Aprender com a experiência dos outros é menos penoso do que aprender com a própria.” E na verdade é isso que esperamos nas nossas etapas de aprendizagem, conhecer pessoas extraordinárias que me possibilitaram fechar este ciclo, por vezes me fizeram sentir que não estava sozinho, e que muitas das vezes foram passadas em solidão e ter de me afastar de algumas fontes importantes de energia.

É nesta secção de documento que não me podem faltar palavras, é a minha oportunidade de fazer os meus agradecimentos públicos. Não posso começar sem agradecer à minha mulher e aos meus dois filhos, que não puderam contar comigo em alguns momentos, eles foram a minha fonte inesgotável de amor e apoio, agradeço pela sua paciência, compreensão e por serem a minha âncora durante os desafios e triunfos desta jornada. Cada conquista alcançada é também de vocês, e esta tese também é dedicada a vocês com profunda gratidão.

Neste caminho tenho de destacar e deixar um profundo agradecimento à minha orientadora excecional, Orlanda Viamonte Póvoa, cuja dedicação e visão crítica foram essenciais para dar forma a este trabalho. Sua orientação sábia e incentivo constante foram o alicerce sobre o qual construí cada capítulo desta tese.

Quero estender meu agradecimento a Marta Ferreira, Carlos Vila Viçosa, Jivko Jelyazkov, Professora Doutora Joana Amaral Paulo aos membros da comunidade Cogumelos silvestres de Portugal e Fungos de Portugal por suas contribuições valiosas, discussões estimulantes e camaradagem ao longo desta etapa. À Corticeira Amorim, representada pela pessoa Dr. José Pedro Fernandes, meu sincero agradecimento pelo

suporte material que possibilitou a realização inicial deste projeto. Sua confiança em minha pesquisa foi fundamental e muito apreciada.

A todos os amigos e entes queridos que ofereceram apoio moral, compreensão e encorajamento, expresso minha gratidão. Sua presença tornou esta jornada mais rica e significativa. Faltam-me palavras para agradecer a cada um destes e daqueles que encontrei pelo caminho e que me permitiram chegar até aqui.

Este é um marco significativo, e cada um de vocês teve um papel vital nesta conquista. Obrigado por serem parte dessa jornada.

Resumo

O projeto foi idealizado de março a novembro de 2023, para a Herdade da Courela Seca, Arraiolos, visando instalar um povoamento de sobreiros em regadio, previamente inoculado com o fungo pioneiro *Pisolithus arhizus*, utilizando técnicas de micossilvicultura. Pretende-se uma gestão holística do montado, diversificando produtos de forma sustentável. A área de 5606m² será requalificada com sobreiros propagados de bolotas de árvores de qualidade da propriedade, adotando um compasso de 3×3m. O delineamento experimental será de 2 blocos casualizados, com comparação entre sobreiros regados e não regados, assim como inoculados e não inoculados. A monitorização será feita em 40 árvores, 10 em cada modalidade de estudo, tendo como objetivo avaliar a sobrevivência das árvores e variáveis dendrométricas, tais como o diâmetro, altura e raio de copa. Foram elaboradas peças cartográficas do local (topografia, sistema de rega, circuitos de monitorização micológica, mapas cartográficos da localização, esquema de área de estudo e valores de nutrição do solo). O projeto visa conciliar a produção de cortiça com a crescente demanda por cogumelos silvestres de alto valor nutricional e económico. Os desafios incluem incertezas climáticas, custos crescentes e a necessidade de práticas sustentáveis. Para a estimativa de rendimento foram considerados vários preços de cortiça, com taxa de desconto de 3%, num período de análise até 75 anos. Estimou-se que, em 9 anos, a média de produção de macrofungos comestíveis será de 90kg a 540kg, e a produção de cortiça será 200 a 500 arrobas/ha/9 anos, apresentando um retorno financeiro, entre os 6000€/ha a 15000€/ha (666€/ha/ano a 1666 €/ha/ano). O êxito do empreendimento pode contribuir para a riqueza do território e a biodiversidade vegetal.

Palavras-chave: Montado; Multifuncionalidade; Micologia; Fungos; Inoculação

Abstract

The project was designed from March to November 2023, for Herdade da Courela Seca, Arraiolos, aiming to install a cork oak population under irrigation, previously inoculated with the pioneer fungus *Pisolithus arhizus*, using mycosylviculture techniques. The aim was to achieve holistic management of the cork oak forest, diversifying products in a sustainable way. The 5606m² area will be redeveloped with cork oaks propagated from acorns from quality trees on the property, adopting a 3×3m tree spacing. The experimental design will be with 2 randomized blocks, with comparison between irrigated and non-irrigated cork oaks, as well as inoculated and non-inoculated cork oaks. Monitoring will be carried out on 40 trees, 10 in each studied modality, with the aim of evaluating tree survival and dendrometric variables, such as diameter, height and crown radius. Cartographic pieces of the site were created (topography, irrigation system, mycological monitoring circuits, cartographic maps of the location, study area scheme and soil nutrition values). The project aims to reconcile cork production with the growing demand for wild mushrooms with high nutritional and economic value. Challenges include climate uncertainty, rising costs and the need for sustainable practices. To estimate yield, various cork prices were considered, with a discount rate of 3%, over an analysis period of up to 75 years. It was estimated that, in 9 years, the average production of edible macrofungi will be 405kg to 1350kg, and cork production will be 200 to 500 @/ha/9 years, presenting a financial return of between €6000/ha and 15000€/ha (666€/ha/year to 1666€/ha/year). The success of the venture will contribute to the richness of the territory and plant biodiversity.

Keywords: Cork-oak-forest-stand; Multifunctionality; Mycology; Fungi; Inoculation

Abreviaturas, Siglas e Acrónimos

Especiais

	@	arroba (de cortiça)
	°C	Grau Celsius
B		
	B	Boro
C		
	Ca	Cálcio
	cm	centímetros
	Cu	Cobre
	cv	Unidade Cavalo
D		
	DAP	Diâmetro à altura do peito
	DRAP	Direção regional de Agricultura e pesca
E		
	ECM	Ectomicorrízico
	FCUL	Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
F		
	Fe	Ferro
		Forest Stewardship Council - Programa para o Reconhecimento da Certificação Florestal
	FSC	
G		
	GPS	Global Positioning System
H		
	ha	Hectares
I		
	ICNF	Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas
K		
	Kw	Kilowatt – Potencia de energias
M		
	Mg	Magnésio
	mm	milímetros
N		
	N	Azoto
	NaCl	Cloreto de sódio (Sal)
	NUTs	Nomenclatura das Unidades Territoriais
P		
	P	Fósforo
	PEPAC	Plano Estratégico da Política Agrícola Comum
	pH	Potencial hidrogeniónico
		Programme for the Endorsement of Forest Certification -
	PEFC	Programa para o Reconhecimento da Certificação Florestal

R

RAE	Renda anual efetiva
RCP	Patamares de concentração que se prolongam até 2100
RJAAR	Regime jurídico das ações de arborização e rearborização
RTK	Real Time Kinematic

S

S	Enxofre
---	---------

Z

Zn	Zinco
----	-------

Índice Geral

Resumo	iii
Abstract	iv
Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	v
1. Introdução e Objetivos	1
1.1. Contextualização do projeto	1
1.2. Objetivos.....	3
2. Abordagem Metodológica. Revisão bibliográfica	4
2.1. O sobreiro - <i>Quercus suber</i> L.	4
2.1.1. Taxonomia e distribuição geográfica.....	4
2.1.2 Morfologia, importância económica e ecológica	5
2.1.3. Benefícios do sistema de rega na produção	6
2.1.4. Monitorização dendrométrica de sobreiros	7
2.1.5 Colheita das sementes de sobreiro	11
2.2. Associações micorrízicas em povoamentos florestais.....	12
2.2.1. Identificação de fungos.....	12
2.2.2. Associações micorrízicas	13
2.2.3. Papel dos fungos pioneiros na melhoria da sobrevivência e desenvolvimento de árvores.....	18
2.2.4. Inoculação de árvores com fungos pioneiros	21
2.3. Planeamento do uso do solo.....	26
2.3.1. Diversificação da Produção	27
2.3.2. Promoção da Biodiversidade.....	28
2.3.3. Monitorização ambiental	29
2.4. Indicadores económico-financeiros de rentabilidade do montado	30
2.4.1. Estimativas de rendimento da produção da cortiça	30
2.4.2. Estimativas de produção e rendimento de cogumelos	34
3. Caracterização e diagnóstico da situação de partida.....	36
3.1. Enquadramento territorial	36
3.1.1. Localização e posicionamento geográfico	36
3.1.2. Declive.....	37
3.2. Caracterização biofísica.....	38
3.2.1. Geologia e litologia.....	38

3.2.2. Climatologia	39
3.2.3. Biogeografia e series de vegetação	43
3.2.4. Utilização da terra	44
3.3. Análise SWOT.....	45
4. Descrição do projeto	46
4.1. Procedimento técnico de germinação de bolotas e contabilização de árvores.....	48
4.1.1. Acompanhamento da propagação do sobreiro por semente	53
4.2. Planificação e inoculação dos sobreiros com fungos pioneiros	55
4.3. Esquema de instalação do povoamento de sobreiro, de acordo com desenho experimental do ensaio	56
4.4. Preparação do terreno.....	58
4.5. Planificação e instalação do sistema de rega.....	59
4.6. Análises de solo.....	62
4.6.1. Análise de solo.....	64
4.7. Alternativas.....	64
4.7.1. Compassos de plantação.....	64
4.7.2. Preparação do terreno	65
4.7.3. Tipo de rega	65
4.7.4 Inoculação das plantas.....	66
4.7.5 Cenários alternativos	67
5. Implementação e controlo do projeto	67
5.1. Monitorização do povoamento	67
5.1.1. Observações micológicas.....	68
5.1.2 Monitorização e avaliação do montado	69
5.2. Procedimento técnico no registo de informação	70
5.3. Recursos	71
5.3.1 Materiais e equipamentos	71
5.4. Indicadores económicos/financeiros	72
5.4.1. Rentabilidade do montado.....	72
5.4.2. Apoios.....	75
5.5. Cronograma	77
6. Considerações finais	78
7. Bibliografia	81
8. Anexos	91

Índice de Quadros

Quadro 1 - Taxonomia do Sobreiro (<i>Quercus suber</i> L.)	5
Quadro 2 - Resumo de resultados dos fungos em estudo e relação com espécie florestal	22
Quadro 3 - Vantagem e desvantagem da inoculação selecionada para este projeto	23
Quadro 4 - Taxonomia do <i>Pisolithus arhizus</i>	26
Quadro 5 - Estatísticas descritivas do conjunto de observações (n = 306) da variável	31
Quadro 6 - Modelo de silvicultura custos de instalação (€/ha) retanha (€/ha) Custos de manutenção (€/@) valor líquido da cortiça (€/@) Indicadores Económico/financeiros.....	32
Quadro 7 - Cenário 2 - sobreiro em fertirrega.	32
Quadro 8 - Produção de cogumelos comestíveis (kg/ha/ano).	35
Quadro 9 - Esquema de instalação do ensaio do povoamento de sobreiros.....	47
Quadro 10 - Premissas de análise.....	72
Quadro 11 - Produção de cortiça (@) virgem, secundária e amadia, para um povoamento (1ha) com 100 árvores, com cenários de baixa produção (sequeiro) e de boas produções (regadio).	74
Quadro 12 - Estimativa do rendimento de montado (100 árvores/ha), no período de 9 anos, para cortiça virgem e cogumelos, considerando os cenários de sequeiro (baixas produções) e regadio (boas produções).	75
Quadro 13 - Estimativa do rendimento de montado (100 árvores/ha), no período de 9 anos, para cortiça secundária e cogumelos, considerando os cenários de sequeiro (baixas produções) e regadio (boas produções)	75
Quadro 14 - Estimativa do rendimento de montado (100 árvores/ha), no período de 9 anos, para cortiça amadia e cogumelos, considerando o cenário de sequeiro (baixas produções) e regadio (boas produções).	75

Índice de Figuras

Figura 1 - Etapas da instalação de um povoamento florestal.....	1
Figura 2 - Equipamento de medição de diâmetro das árvores. A-Suta, B-Fita métrica e C-Dendrómetro digital.....	8
Figura 3 - Medidor de espessura da casca.....	9
Figura 4 – Estimativa da altura de árvore.....	10
Figura 5 - Imagens ilustrativas das etapas a considerar na identificação de cogumelos.	13
Figura 6- Interações das associações micorrízicas: fungos, plantas e solo.....	15
Figura 7 - O efeito de três taxas de aplicação de fósforo (P 6, P 12, P 18) e variações no fornecimento de N na raiz da planta. O estabelecimento de ectomicorrizas de três fungos P 6, P 12, P 18 correspondem a 6, 12 e 18 mg P aplicados por kg de solo.	17
Figura 8 - Procedimentos de inoculação de cultura de tecidos	25
Figura 9 – Inoculação de plântulas com suspensão de esporos (1), pasta micelial (2) ou pellets de esporos (3), à medida que são transplantadas.....	25
Figura 10 - Rendimento total de cogumelos na Catalunha para <i>P. sylvestris</i> e <i>P. pinaster</i>	35
Figura 11 - Localização cartográfica do local de estudo.	36
Figura 12 - Fotos da localização do local de estudo, obtidas por drone.	37
Figura 13 - Carta de declive da área de estudo	37
Figura 14- Carta de declives do local de instalação do povoamento de sobreiro.....	38
Figura 15 - Carta de Solos do local de instalação do povoamento de sobreiros.	39
Figura 16 - Temperatura do ar e precipitação, normais climatológicas 1981-2010	40
Figura 17 - Projeções climáticas para a Herdade da Courela Seca no cenário RCP 4.5 e RCP 8.5.	41
Figura 18 - Infografia com envelope climático de várias espécies /culturas (linhas horizontais definem temperatura máxima e mínima) e representação gráfica da temperatura máxima de agosto, temperatura mínima de janeiro e número de geadas, considerando o cenário RCP 8.5 na Herdade da Courela Seca (linhas verticais).....	42
Figura 19 - Infografia com envelope climático de várias espécies /culturas (linhas horizontais definem precipitação máxima e mínima de conforto; linha a tracejado indica precipitação de sobrevivência) e representação gráfica da precipitação acumulada média anual considerando o cenário RCP 8.5 na Herdade da Courela Seca (linhas verticais a verde assinalam o histórico, e a vermelho as normais climáticas de 2040, 2070 e 2100).....	42
Figura 20 - Bolotas colhidas de árvores de boa qualidade, para propagação em viveiro temporário no local.....	46
Figura 21 - Planta de localização do povoamento de sobreiro a instalar.....	47
Figura 22 - Gorgulho da bolota	50
Figura 23 - Algumas bolotas apanhadas no local.....	50
Figura 24 - Distribuição uniforme das bolotas pelo tabuleiro alveolar (tubetes).....	51
Figura 25 - Germinação acumulada dos sobreiros propagados, ao longo de 66 dias	54

Figura 26 - Esquema de instalação do povoamento de sobreiro, de acordo com desenho experimental do ensaio. Elaborado com SIG	57
Figura 27 - Trator florestal Ripper Integral e as características de operação.....	59
Figura 28 - Esquema de circuito e comunicação do sistema de rega a instalar.....	61
Figura 29 - Local e profundidade de colheita das amostras de solo em 2 profundidades	62
Figura 30 - Berbequim com broca helicoidal utilizado para obtenção das amostras de solo.....	63
Figura 31 - Mapa de tendência das análises de solo do pH e matéria orgânica.....	63
Figura 32 - Inoculação de sobreiros em tabuleiros alveolares, em viveiro, com esporos de <i>Pisolithus</i> sp.....	66
Figura 33 - Mapa de percursos de observação micológica.....	69
Figura 35 - Cronograma de desenvolvimento do projeto.....	78

I. Introdução e Objetivos

I.1. Contextualização do projeto

A crescente preocupação com a conservação ambiental e a necessidade de promover a utilização sustentável dos recursos naturais têm impulsionado a busca por práticas de gestão florestal que contribuam para a preservação e recuperação dos ecossistemas. Neste contexto, o presente projeto propõe a instalação de um povoamento de sobreiro (*Quercus suber* L.), inoculado com um fungo pioneiro, com regadio.

O projeto terá localização em 5606m² inseridos numa parcela de 8 hectares da Herdade da Courela Seca. Este projeto surge da necessidade de melhorar o local, considerando a floresta como a opção mais fiável, com obtenção dos seus múltiplos produtos, com foco na plantação de árvores inoculadas produtoras de cogumelos silvestres, assim como a gestão de recursos micológicos. Para isso, usamos a inoculação de fungos pioneiros (Sebastiana et al., 2013) e a rega (Camilo-Alves et al., 2020), para potenciar níveis atrativos de rentabilidade e sustentabilidade ecológica. O processo de plantação é de extrema importância uma vez que terá um impacto direto na produtividade. Como se pode observar na Figura I, a preparação do solo, o processo de colocação das árvores, a colocação de protetores de plantas e vedações são fatores que devem ser considerados.

	Limpeza e preparação do terreno
	Implementação do sistema de rega
	Colocação de Vedação
	Transplante de árvores inoculadas com fungos pioneiros
	Colocação de um sistema de monitorização

Figura I - Etapas da instalação de um povoamento florestal

O trabalho a desenvolver centrou-se na planificação e estabelecimento de uma área para plantação, gestão e preparação do solo (desmatação, ripagem, fertilização orgânica, sistemas de rega), a produção de 300 árvores inoculadas e a criação de mapas de estudo de variáveis ambientais e morfológicas da Herdade da Courela Seca (38° 44' 48,93"N 8° 5' 3,81"W), localizada no concelho de Arraiolos.

A escolha do sobreiro (*Quercus suber* L.) como espécie-alvo para este projeto deveu-se a diversas razões. Em primeiro lugar, o sobreiro é uma espécie nativa da região e possui grande relevância económica, social e ambiental. A sua casca é utilizada na produção de cortiça, um material de extrema importância para várias indústrias. Além disso, o sobreiro desempenha um papel crucial na conservação da biodiversidade, fornecendo habitat para diversas espécies de fauna e flora.

A inoculação de fungos pioneiros também pode proporcionar a produção de cogumelos silvestres comestíveis, como é o caso do boleto (*Boletus edulis* e *Boletus aereus*) e de outras espécies de cogumelos ectomicorrízicos associados ao sobreiro. Esses cogumelos possuem um alto valor gastronómico e são muito apreciados na culinária, o que representa uma oportunidade económica para as regiões onde o sobreiro é cultivado (DRAPC, 1999).

A escolha do sobreiro para a produção de cogumelos silvestres também está relacionada com a sua longevidade e resistência a condições ambientais adversas. O sobreiro possui uma capacidade de regeneração única, sendo capaz de rebrotar após a extração da cortiça e de se adaptar a diferentes tipos de solo e climas (Santos-Silva & David, 2020).

A inoculação de árvores com fungos pioneiros tem-se revelado uma prática promissora para melhorar o desenvolvimento e a resistência das plantas. Estes fungos estabelecem uma simbiose benéfica com as raízes das árvores, promovendo uma maior absorção de nutrientes, aumento da resistência a organismos patogénicos e uma melhor adaptação às condições adversas do solo. Assim, a utilização de fungos pioneiros na inoculação de sobreiro pode potenciar o crescimento e a produtividade desta espécie, contribuindo para a sustentabilidade do povoamento florestal (Santos-Silva, 2023).

O *Pisolithus arhizus*, também conhecido como boleto-de-lodo, é um fungo pioneiro que forma uma relação simbiótica chamada micorriza (ectomicorrízica) com várias espécies de árvores, incluindo o sobreiro (Sebastiana et al., 2020).

Esse fungo possui características notáveis que o tornam uma escolha adequada para a inoculação em plantações de sobreiro. Este fungo é conhecido pela sua capacidade de tolerar condições adversas, como solos com baixa fertilidade, variações de temperatura e stress hídrico, o que o torna versátil e adaptável a diferentes ambientes (Sebastiana et al., 2013).

Estudos científicos evidenciam que a presença de *Pisolithus arhizus* nas raízes do sobreiro pode trazer benefícios significativos para as árvores. Por exemplo Henriques, (2020) realizou uma pesquisa na qual constatou que certas linhagens desse fungo promoveram o crescimento de plantas de castanheiro (*Castanea sativa*) em condições de cultivo. Além disso, a colonização ectomicorrízica por *Pisolithus arhizus* pode melhorar a absorção de nutrientes, como o fósforo e o azoto, contribuindo para o desenvolvimento saudável das árvores.

1.2. Objetivos

O objetivo principal do trabalho foi a planificação da instalação de um povoamento de sobreiro em regadio, com plantas inoculadas com fungo micorrízico pioneiro.

Objetivos específicos:

1. Levantamento no local dos fungos pioneiros existentes (em especial *Pisolithus spp.*);
2. Levantamento no local dos fungos com potencial comercial (produtores de cogumelos comestíveis de elevado valor de mercado);
3. Fazer o levantamento cartográfico do local de instalação do ensaio;
4. Produzir plântulas de sobreiro a partir de bolotas de árvores selecionadas no local;
5. Produzir inóculo a partir de um fungo micorrízico e inocular as plântulas de sobreiro em viveiro;

6. Planificar a instalação de um ensaio com delineamento experimental (2 blocos casualizados), com compasso de plantação de 3x3, de forma a monitorizar o sucesso da instalação em regadio versus sequeiro, assim como o efeito da inoculação com o fungo pioneiro
7. Planificar o sistema de rega;
8. Planear a monitorização de 40 árvores (10 por cada modalidade) do ensaio com variáveis dendrométricas (diâmetro, altura, raio de copa);
9. Utilizar indicadores financeiros de rentabilidade do projeto (produção de cortiça e de macrofungos)

2. Abordagem Metodológica. Revisão bibliográfica

Para a conceção metodológica deste projeto no âmbito do Mestrado de Agricultura Sustentável da ESAE, foi fundamental a consulta de resultados de investigação relacionados com a rega em sobreiros, nomeadamente o Projeto de investigação GO REGACORK (Poeiras et al., 2021), assim como estudos de micorrização de sobreiro com fungos pioneiros realizados por Sebastiana et al. (2013) e Sebastiana et al. (2020).

Segundo o estudo “Beneficial Microbes in Agro-Ecology”, o fungo *Pisolithus tinctorius* é descrito como um fungo importante nos sobreiros para o desenvolvimento vegetativo, sendo benéfico no crescimento em área basal e altura, melhorando a capacidade fotossintética e a aquisição de nutrientes minerais (Sebastiana et al., 2020)

2.1. O sobreiro - *Quercus suber* L.

2.1.1. Taxonomia e distribuição geográfica

O sobreiro está incluído na família Fagaceae (Linnaeus, 1753), da ordem Fagales, da classe Magnoliopsida. O enquadramento taxonómico da espécie apresenta-se no Quadro I.

Quadro I - Taxonomia do Sobreiro (*Quercus suber* L.)

Espécie	<i>Quercus suber</i> L.
Género	<i>Quercus</i> L.
Família	Fagaceae
Ordem	Fagales
Sub-classe	Hamamelididae
Classe	Magnoliopsida
Sub-divisão	Magnoliophytina (Angiospermae)
Divisão	Spermatophyta

A sua distribuição é na região mediterrânica, tendo como habitat/ ecologia os bosques e matas, a época de floração situa-se entre abril e julho (Vila-Viçosa et al., 2023).

2.1.2 Morfologia, importância económica e ecológica

O sobreiro é uma espécie arbórea de elevada importância sendo reconhecida como árvore nacional. Sendo nativo da região mediterrânica, o sobreiro apresenta características morfológicas distintas que o tornam facilmente reconhecível. A sua casca espessa e rugosa confere-lhe resistência e proteção contra incêndios florestais, enquanto desempenha um papel fundamental na regulação térmica da árvore. As suas folhas perenes, de cor verde-escura, têm forma oval e margens onduladas, proporcionando uma copa densa e sombra abundante, o que é benéfico para a fauna local.

A importância do sobreiro abrange diversos aspetos. Em primeiro lugar, o sobreiro desempenha um papel crucial na conservação da biodiversidade, ao fornecer “habitat” para uma vasta gama de espécies vegetais e animais. Esta diversidade biológica é fundamental para o equilíbrio dos ecossistemas e para a manutenção dos serviços ecossistémicos do montado.

Além disso, o sobreiro possui uma relevância económica significativa. A cortiça é um material de elevada qualidade e versatilidade, utilizado na produção de rolhas para garrafas de vinho, isolamentos acústicos e térmicos, revestimentos e outros produtos (Oliveira, 2017). A indústria da cortiça constitui um pilar importante da economia portuguesa, gerando empregos e contribuindo para a exportação de produtos com elevado valor acrescentado.

A preservação e a gestão sustentável dos povoamentos de sobreiro são cruciais para garantir a continuidade destes benefícios. A promoção de práticas adequadas de gestão, como a inoculação com fungos pioneiros em áreas de regadio, visa potenciar o crescimento e a produtividade do sobreiro, enquanto fortalece a sua resistência a condições ambientais adversas e a doenças. Deste modo, o sobreiro desempenha um papel fundamental na conservação da biodiversidade, na economia e no desenvolvimento sustentável de Portugal.

2.1.3. Benefícios do sistema de rega na produção

2.1.3.1. Regadio na promoção do crescimento do sobreiro

O sistema de rega desempenha um papel fundamental na produção de sobreiro, proporcionando uma série de benefícios que impulsionam o crescimento e a produtividade desta espécie. Ao fornecer água de forma controlada e adequada às plantas, o sistema de rega cria as condições ideais para o desenvolvimento saudável do sobreiro.

Segundo Camilo-Alves et al. (2022a), o fornecimento regular de água através do sistema de rega assegura um suprimento constante durante períodos de escassez ou prolongados períodos de seca. Isso evita a desidratação das plantas e promove um crescimento vigoroso do sobreiro.

Outro benefício do sistema de rega na produção do sobreiro é o aumento da produtividade, como apontado por João Mota Barroso no seminário final que se realizou em Avis no dia 23 de Maio de 2023 (Poeiras et al., 2022). O fornecimento regular de água permite que as árvores alcancem o seu máximo potencial de crescimento e desenvolvimento, antecipando o início da exploração, resultando numa maior produção de cortiça. Esse aumento na produtividade é vantajoso para o setor económico relacionado com a cortiça.

Adicionalmente, de acordo com Costa et al. (2018), o sistema de rega confere uma maior resistência do sobreiro a condições adversas, como secas prolongadas ou períodos de *stress* hídrico. O acesso contínuo à água fortalece as plantas, tornando-as mais resilientes e capazes de enfrentar situações de escassez de água. Isso contribui para

a sobrevivência das árvores e a sustentabilidade dos povoamentos de sobreiro em ambientes difíceis, sobretudo tendo em consideração o cenário de alterações climáticas.

2.1.3.2. Necessidades hídricas do sobreiro

Conhecer as necessidades hídricas do sobreiro é essencial para a gestão adequada do regadio. O sobreiro é considerado uma espécie resistente à seca, mas o seu crescimento e produção de cortiça podem ser beneficiados com a irrigação suplementar em períodos de seca prolongada. As necessidades hídricas variam conforme a idade da árvore, estágio de crescimento e condições climáticas locais. O sobreiro é uma árvore de enorme elasticidade, ocorrendo em locais de pouca precipitação, bem como em locais de muita precipitação. As suas necessidades hídricas têm sido estudadas para regular a dotação, tanto para o seu desenvolvimento saudável, como para usar os recursos hídricos existentes de forma sustentável e contribuindo para um aproveitamento hídrico eficiente (Camilo-Alves et al., 2022b).

2.1.4. Monitorização dendrométrica de sobreiros

A dendrometria de árvores é um método científico indispensável para acompanhar o crescimento e o estado das árvores em ambientes florestais ou em áreas de cultivo de árvores. Envolve a recolha sistemática de dados relacionados com as características das árvores, como diâmetro do tronco, altura, taxa de crescimento, volume de madeira e densidade da madeira (Floriano, 2021).

Esta abordagem fornece informações relevantes para a gestão florestal sustentável, a pesquisa em ecologia florestal e a conservação da biodiversidade. Ao monitorizar as árvores ao longo do tempo, os cientistas e os gestores florestais podem avaliar a saúde das florestas, o impacto das práticas de gestão, o crescimento das árvores e a produtividade do ecossistema (Floriano, 2021).

A monitorização dendrométrica ajuda a tomar decisões sobre como plantar, reflorestar, conservar áreas protegidas e compreender como as árvores respondem às

alterações climáticas. É uma ferramenta essencial para assegurar o uso responsável dos recursos florestais e a conservação a longo prazo das florestas e os seus benefícios ecológicos (Floriano, 2021).

2.1.4.1. Observações de variáveis dendrométricas

A recolha e análise de observações de variáveis dendrométricas têm um papel fundamental na investigação e administração de recursos florestais. Essas observações são importantes para a análise do crescimento, saúde, valor económico e interações das árvores em ecossistemas florestais. Todos os subcapítulos relacionadas com as variáveis dendrométricas foram baseados nos trabalhos de Floriano (2021) e Encinas et al. (2002). As principais variáveis dendrométricas incluem:

Diâmetro à altura do peito (DAP)

O diâmetro à altura do peito, frequentemente denominado “DAP”, representa o diâmetro da árvore medido a uma altura padronizada de 1,30 metros acima do solo. Essa medida é fundamental para a avaliação do crescimento e para a quantificação de árvores individuais.

Deve-se usar uma suta (Figura 2-A) ou uma fita métrica normal ou uma fita graduada em múltiplos de π (3,14) (Figura 2-B), também se podem usar dendrómetros digitais (Dendrómetro-Hipsómetro) (Figura 2-C).



Figura 2 - Equipamento de medição de diâmetro das árvores. A-Suta, B-Fita métrica e C-Dendrómetro digital (Fonte: SoilControl, 2023).

Espessura da casca

A medição da espessura da casca (Figura 3) em dendrometria é um procedimento que envolve a determinação da largura ou espessura da camada externa de tecido que cobre o tronco de uma árvore. Essa camada, conhecida como casca ou ritidoma, é composta por tecido morto e serve para proteger o tronco e o sistema vascular da árvore contra danos, organismos patogênicos e outros fatores ambientais. No sobreiro a espessura da cortiça é fundamental para o planejamento e logística das tiragens de cortiça, assim como para estimativas de produção a obter.



Figura 3 - Medidor de espessura da casca

Altura da árvore

A altura de uma árvore é uma medida fundamental usada na dendrometria e na silvicultura para avaliar o tamanho e o crescimento das árvores. Existem várias técnicas de medir a altura de uma árvore, e a escolha do método depende das circunstâncias e dos recursos disponíveis. Alguns dos métodos mais comuns para medir a altura de uma árvore incluem:

Medição direta com vara telescópica: a vara telescópica é uma vara extensível que mede a altura das árvores abrangidas pelo comprimento da vara total ou parcialmente distendida. Para árvores até 5 m este método tem interesse, principalmente em povoamentos com uma densidade que dificulte a utilização de hipsômetros. A aplicabilidade da vara fica sempre limitada pela altura das árvores

presentes no povoamento e pelo comprimento da vara. A medição direta das alturas é sempre mais rigorosa do que com qualquer outro método de avaliação.

Medição indireta com um hipsómetro: um hipsómetro é um instrumento ótico que permite estimar a altura de uma árvore, através da observação da árvore por um operador e do uso do instrumento para efetuar as leituras. Este método é especialmente útil para árvores individuais em áreas de menor densidade.

Dos métodos diretos, podemos usar uma vara.

Método Trigonométrico: O método trigonométrico envolve a medição direta da distância horizontal entre a base da árvore e o topo da árvore, bem como a distância vertical da base até o ponto de observação. Em seguida, a altura da árvore é calculada usando o teorema de Pitágoras (Figura 4).

$$\begin{aligned} AC &= AH + HC \\ AH &= \operatorname{tg} \alpha \, DH \\ HC &= \operatorname{tg} \beta \, DH \\ AC &= DH (\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta) \end{aligned}$$

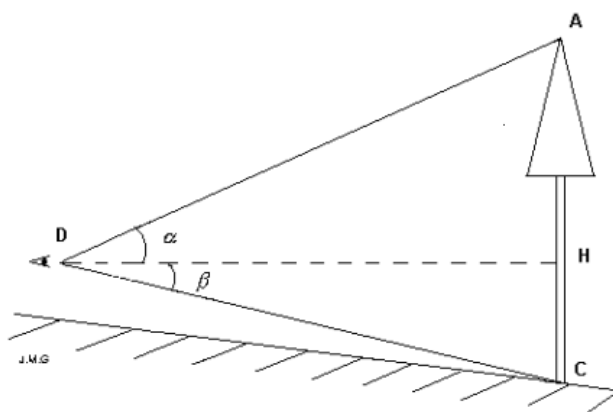


Figura 4 – Estimativa da altura de árvore.

DH = distancia Horizontal do ponto D (observador) ao ponto H (árvore)

Métodos eletrônicos: atualmente, há instrumentos eletrônicos, como telémetros a laser, que podem medir a distância entre o observador e a árvore, bem como a distância até ao topo da árvore. Esses dispositivos calculam automaticamente a altura da árvore com base nos dados recolhidos.

Os dados observados devem ser registados na folha de registo de medidas dendrométricas (Anexo 8).

2.1.5 Colheita das sementes de sobreiro

Todas as informações referentes aos processos de colheita e acondicionamento das sementes foram adaptadas de Carvalho et al. (2020) e do workshop de Multiplicação de plantas autóctones realizado na Universidade de Évora, Pólo da Mitra no âmbito do projeto “BIOMONTADO – O Ecossistema do Montado e da Vinha”.

É aconselhado efetuar a colheita das sementes num ano que, para a maior parte dos sobreiros presentes na(s) mancha(s), seja de produção abundante. E colher apenas sementes correspondentes ao 2º período de queda do ano, que geralmente ocorre em novembro/dezembro.

Apesar de, no sobreiro, a queda das sementes se prolongar geralmente por vários meses (entre setembro e janeiro), costumam ser as sementes que atingem o seu grau de maturação em novembro/dezembro e então se desprendem da árvore aquelas que, à partida, oferecem maiores garantias de viabilidade.

Em manchas pequenas ou com um número reduzido de sobreiros por hectare, são elevadas as probabilidades de as sementes serem produzidas com pólen da própria árvore o que contribui para que muitas delas sejam, logo à partida “não fiáveis” (Carvalho, 2020). Por isso a área ideal de colheita deve ser superior ou igual a 5 ha, com sobreiros com DAP entre os 0.80 m e o 1.80 m.

A presença nas manchas de outras árvores de outras espécies pode dificultar as trocas de pólen entre os sobreiros, aumentando a tendência destes para produzir sementes com pólen próprio, o que contribui para que muitas delas sejam logo à partida ‘não fiáveis’. Portanto, a percentagem de sobreiros no montado deve ser superior a 75%. Escolhendo árvores com produção de cortiça de qualidade elevada. Nas operações pós-colheita, devem ter-se em consideração as condições de transporte, acondicionamento e armazenamento adequadas a sementes recalcitrantes.

2.2. Associações micorrízicas em povoamentos florestais

2.2.1. Identificação de fungos

Com base na descrição do fórum “Fungos de Portugal” (Fachada, 2020) e do guia de coletor de cogumelos (Baptista-Ferreira, 2013) foi elaborado uma forma de identificação em campo, simples e acessível a todos os exploradores (Figura 5), em varias etapas:

A etapa (1) quando bem executada, pode ser suficiente para a identificação. Quanto mais próximo da etapa 4, mais completa e confiante será a identificação.

(1) Coleção integra e representativa: colher vários exemplares em diferentes estádios de maturação; quando necessário, desenterrar o cogumelo sem parti-lo; corte longitudinal e observação do contexto (carne) e suas cores e descolorações; incluir elementos de vegetação/substrato.

(2) Himenóforo: tipo; inserção; cores e descolorações; exsudações

(2) Cutícula: textura e ornamentação; cores e descolorações; forma e dimensões do píleo.

(2) Estipe: da base ao ápice; textura e ornamentação; cores e descolorações; forma e dimensões.

(3) Sabor: da trama do estipe e/ou himenóforo, mantenha e analise por uns segundos, cuspa, reanalise.

(3) Cheiro: do contexto e/ou junto ao himénio; limpe a terra do cogumelo; afaste o nariz de dedos contaminados com odores aromáticos, citrinos, tabágicos etc.

(4) Reações químicas.

(4) Microscopia.



Figura 5 - Imagens ilustrativas das etapas a considerar na identificação de cogumelos (Baptista-Ferreira, 2013).

2.2.2. Associações micorrízicas

Numa revisão das tendências de pesquisa micorrízica (Klironomos & Kendrick, 1993) afirmam que podemos saber menos do que pensamos sobre micorrizas, pois baseamos amplas hipóteses e conclusões sobre estudos de um pequeno número de táxons. A hipótese é de que as populações de fungos micorrízicos habitaram os mesmos espaços geológicos por milhões de anos, adaptando-se lentamente às mudanças nas condições do local (Bonfante & Genre, 2010).

Alguns fungos micorrízicos parecem ter uma distribuição mundial padrão e, aparentemente, adaptaram-se a uma grande variedade de 'habitats', mas é sabido que fatores do solo, como o pH, limitam a distribuição de muitos táxons (Brundrett, 1991).

Infelizmente, não há bases de dados sobre o solo e o clima, condições nas quais os isolados usados em ensaios foram originalmente obtidos. Esses dados são necessários para melhorar o processo de seleção e introdução em programas de inoculação e estabelecer ligações entre a sua taxonomia e a fisiologia.

A pesquisa micorrízica tem-se concentrado nas respostas de crescimento das plantas, sem considerar os fungos envolvidos. Isso também ajudou a criar a falsa impressão de que a maioria desses fungos são funcionalmente equivalentes (Brundrett, 1991). As propriedades de fungos micorrízicos individuais, resultantes da sua adaptação

aos fatores do solo/ambiente/hospedeiro, podem ser usadas para selecionar isolados para fins específicos.

As propriedades fúngicas que ajudariam a determinar a eficácia da micorriza em associação incluem a quantidade de hifas do solo produzidas relativamente à colonização radicular, a taxa de crescimento de hifas e colonização de raízes, iniciação e características fisiológicas que regulam a nutrição, absorção ou translação de nutrientes pelas hifas e trocas com o anfitrião (Smith & Gianinazzi-Pearson, 1988).

As grandes iniciativas de investigação relacionadas com as micorrizas, têm-se focado no potencial de manipulação de associações micorrízicas para aumentar a produtividade das plantas em plantações florestais, ou em introduzir micorrizas durante a recuperação do ecossistema após uma grave perturbação. Tem também havido muito interesse na sua utilização potencial na agricultura e horticultura. No entanto, sabemos muito pouco sobre a taxonomia ou diversidade funcional de fungos micorrízicos (Bougher & Malajczuk, 1990). De fato, há uma escassez de conhecimento sobre todos os fungos, pois apenas cerca de 10% desses organismos foram identificados, enquanto cerca de 80% permanecem desconhecidos (Pascoe, 1990).

O conhecimento da diversidade de fungos micorrízicos é relevante devido à sua função importante em sistemas naturais e na gestão de ecossistemas, pois diferentes táxons fúngicos variam na capacidade de usar recursos e de resistir a condições adversas.

A diversidade funcional de fungos micorrízicos oferece oportunidades para selecionar fungos adaptados a combinações específicas de condições do hospedeiro/ambiente/solo para otimizar o crescimento das árvores nas plantações. A alta diversidade de fungos micorrízicos associados a plantas fornece um recurso biológico muito grande e valioso para plantações florestais (Pascoe, 1990).

Considerando as interações das associações micorrízicas (Figura 6):

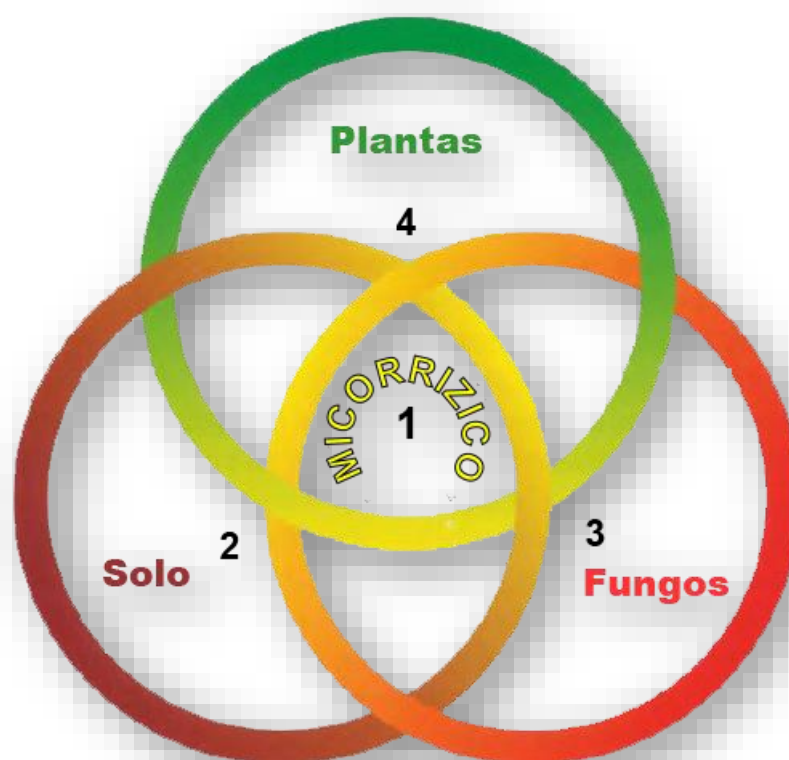


Figura 6- Interações das associações micorrízicas: fungos, plantas e solo (adaptado de Brundrett, 1991).

1 – **Micorrízico** - A estrutura ectomicorrízica desenvolve-se em função de fatores genéticos, interações entre o fungo específico e a planta hospedeira. Isso resulta no crescimento sincronizado das raízes e na diferenciação fúngica, num solo estruturalmente funcional.

2 – **Solo e fatores locais** - Plantas com associações micorrízicas predominam na maioria dos ecossistemas naturais (Brundrett, 1991). Então, inóculos de fungos micorrízicos estão presentes na maioria dos solos. No entanto, mudanças nas práticas de uso do solo podem resultar na predominância de fungos que não são compatíveis com uma planta hospedeira introduzida. As densidades populacionais de fungos variam marcadamente entre locais, dependendo particularmente do uso anterior do solo.

Um dos fatores-chave que determina se o crescimento das árvores pode ser beneficiado pela inoculação, num local específico, é o potencial de inóculo de fungos

micorrízicos autóctones presente no solo. A compatibilidade dos fungos introduzidos e o impacto da sua competição na capacidade de permanecer nos solos e colonizar novas raízes também devem ser considerados. Em locais onde os fungos ectomicorrízicos já estejam presentes, a introdução de novos isolados só será possível se estes fungos inoculantes forem concorrentes superiores (Brundrett, 1991).

A presença de fungos micorrízicos é menor em solos onde houve uma grande alteração do solo resultante da perda da camada superficial do solo, ou onde as plantas hospedeiras são limitadas por fatores adversos, como salinidade, aridez, alagamento ou extremos climáticos (Brundrett, 1991).

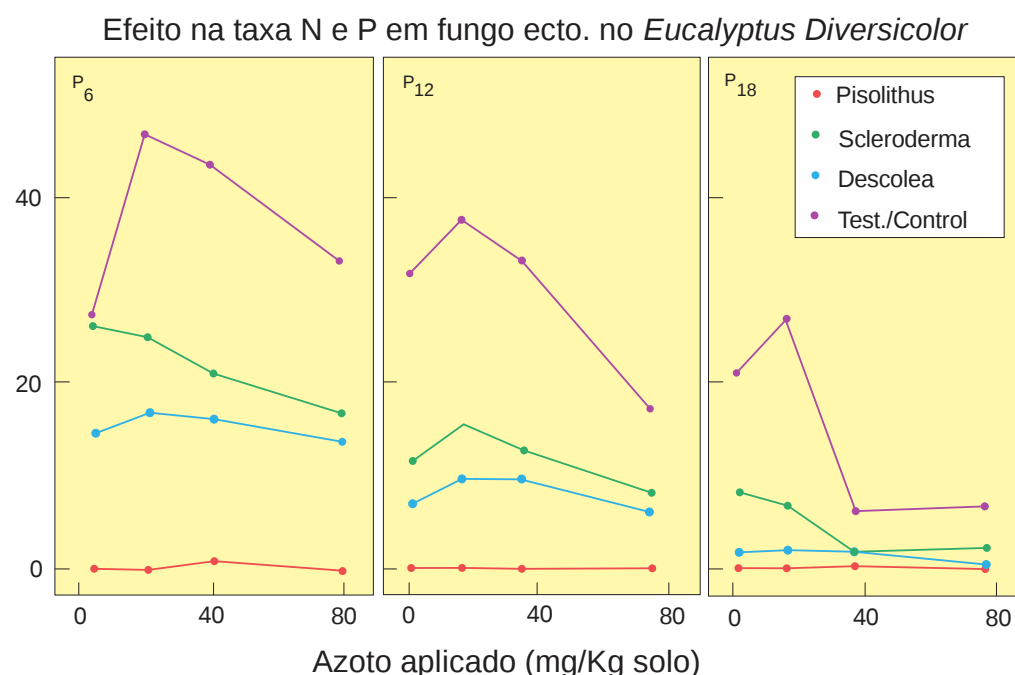
As pesquisas de associações micorrízicas em 'habitats' altamente perturbados, como minas, mostraram níveis reduzidos de fungos micorrízicos (Danielson, 1985). As formas menos graves de poluição do solo, como a agricultura, a pecuária, o fogo e a erosão, também podem diminuir os níveis de fungos micorrízicos (Vilariño & Arines, 1991).

Um dos fatores que provavelmente determinará o potencial de infecção micorrízica por inoculação para melhorar o crescimento das árvores em locais específicos é o fornecimento de fósforo e azoto no solo (Grove et al., 1991).

As elevadas concentrações de fertilizantes fosfatados e azotados (P e N) podem inibir o desenvolvimento de ectomicorrizas no campo (Menge et al., 1977) e altas concentrações de azoto do solo também podem reduzir o número e a abundância relativa de diferentes tipos de ectomicorrizas (Alexander & Fairley, 1983). O efeito de altas taxas de fertilizantes fosfatados e azotados sobre o desenvolvimento da micorriza é observável na Figura 7.

A procura por um determinado nutriente mineral depende das necessidades internas da planta, enquanto o fornecimento desse nutriente depende principalmente da sua disponibilidade e mobilidade nos solos (Broadley et al., 2012).

O fósforo é geralmente considerado o fator limitante mais importante do crescimento das plantas, devido aos muitos fatores abióticos e bióticos que podem restringir a sua mobilidade nos solos, podendo ser fornecido por associações micorrízicas (Marschner, 2012). Os benefícios fornecidos pelas associações micorrízicas às plantas podem ser reduzidos por níveis crescentes de fósforo no solo (Bougher & Malajczuk, 1990). O efeito das propriedades do solo que influenciam a disponibilidade de nutrientes como P e N nas respostas das plantas a micorrizas requer investigação mais aprofundada.



P₆- 6 mg de fósforo P₁₂ – 12 mg de fósforo P₁₈ – 18 mg de fósforo

Figura 7 - O efeito de três taxas de aplicação de fósforo (P 6, P 12, P 18) e variações no fornecimento de N na raiz da planta. O estabelecimento de ectomicorrizas de três fungos P 6, P 12, P 18 correspondem a 6, 12 e 18 mg P aplicados por kg de solo (adaptado de Brundrett, 1991).

As plantas podem ter problemas de saúde que envolvem outros nutrientes, como o fósforo, quando plantadas em áreas perturbadas ou sem nutrientes. Os fungos micorrízicos podem reduzir outras deficiências nutricionais, aumentando a absorção de N, K, Ca, S, Cu e Zn, além de outras contribuições significativas; suspeita-se que o fungo forneça outros nutrientes (Mg, B, Fe, etc.), mas isso requer estudos mais aprofundados.

A disponibilidade de macronutrientes e micronutrientes nos solos é determinante na resposta das associações micorrízicas.

Os programas de investigação aplicada à instalação de povoamentos (plantação) devem considerar as respostas às aplicações de fertilizantes em locais específicos, de modo a determinar a magnitude de qualquer deficiência nutricional que possa surgir, a fim de que as aplicações de fertilizantes possam ser utilizadas para resolver tais problemas (Brundrett, 1991).

A degradação da terra devido à salinidade, alagamento, erosão, etc. é um problema sério em Portugal (Jesus & Borges, 2020).

Há uma consciência crescente de que o desenvolvimento de espécies de árvores adaptadas à salinidade pode ajudar a combater a salinidade e o alagamento em áreas desmatadas (Marcar & Crawford, 1996).

Os níveis excessivos de cloreto de sódio (NaCl) no solo impedem a proliferação de micorrizas e limitam a atividade de grande parte dos fungos micorrízicos. No entanto, alguns fungos micorrízicos são capazes de lidar com essas condições (Wanroon et al., 2023). Existem algumas evidências de que os fungos ectomicorrízicos são altamente sensíveis a alagamento dos solos, mas os fungos endomicorrízicos podem ser menos sensíveis (Bougher et al., 1990).

Parece provável que as condições desfavoráveis do solo reduzam os benefícios oferecidos pelas associações micorrízicas, limitando a atividade fúngica em algumas situações. No entanto, noutras situações, o uso de isolados de fungos que são tolerantes a essas condições pode ser altamente benéfico, contribuindo para o aumento da longevidade das plantas. Portanto, sempre que existirem alterações desfavoráveis no solo, a micorrização é limitada.

3 – Fungos – A escolha de um fungo que seja compatível com a planta é crucial para que se possa estabelecer uma simbiose entre o hospedeiro e o fungo. As condições climáticas também podem impedir o desenvolvimento do micélio no solo e, conseqüentemente, diminuir a área explorada pelo fungo.

4 – Plantas – As condições climáticas e meteorológicas afetam o crescimento radicular da planta, assim como a disponibilidade de nutrientes para o desenvolvimento adequado da planta. Além disso, limitações causadas por práticas inadequadas na plantação e estratégias inadequadas na silvicultura podem resultar na diminuição do número de hospedeiros presentes no local.

2.2.3. Papel dos fungos pioneiros na melhoria da sobrevivência e desenvolvimento de árvores

2.2.3.1 Os fungos

Os fungos pioneiros desempenham um papel fundamental na melhoria da sobrevivência e desenvolvimento das árvores, incluindo espécies como o sobreiro. Estes

fungos estabelecem uma relação simbiótica conhecida como micorriza, em que as hifas fúngicas colonizam as raízes das árvores, formando uma rede de interação benéfica (Martins, 1997).

As árvores na fase inicial têm uma capacidade energética limitada para estabelecer simbiose com fungos mais exigentes, como os fungos da família Boletaceae. Durante os estágios iniciais de crescimento, as árvores dependem principalmente das reservas de energia armazenadas nas sementes e plântulas para o seu desenvolvimento. Nessa fase, a sua capacidade de produzir nutrientes através da fotossíntese é relativamente baixa.

Segundo Carvalho (2016), os fungos pioneiros, como o *Pisolithus arhizus*, são mais adequados para formar simbiose com árvores na fase inicial, pois requerem menos recursos energéticos das plantas para estabelecer a associação micorrízica. Esses fungos têm uma taxa de crescimento mais rápida e são capazes de colonizar as raízes das árvores mesmo em condições de baixa disponibilidade de nutrientes.

Em contraste, os fungos da família Boletaceae, como os cogumelos boletos, são considerados mais exigentes em termos de recursos energéticos. Eles geralmente formam simbiose com árvores mais maduras, que possuem um sistema radicular mais desenvolvido e uma maior capacidade de produção de fotoassimilados. Esses fungos estabelecem uma associação micorrízica mais complexa e especializada, que exige uma maior troca de nutrientes entre a árvore e o fungo.

Neste mesmo estudo (Carvalho, 2016), é referido que os esporos produzidos por diferentes tipos de fungos podem passar por um processo de dormência, no qual não conseguem germinar ou germinam mal. Isto é muito importante na ecologia fúngica porque leva a uma sucessão de espécies na natureza. Mais detalhadamente, nas raízes das plantas micorrizadas ocorre uma sucessão em que existem fungos chamados pioneiros, que formam micorrizas nas plantas jovens, e posteriormente fungos que só ocorreram nas plantas mais velhas. Isto é derivado da dormência dos esporos dos fungos. Imagine-se um cenário onde árvores são plantadas numa região que nunca teve árvores anteriormente, aqui haverá uma presença maior de micorrizas com fungos pioneiros, apenas porque os fungos posteriores não conseguirão germinar tão rapidamente; mas, com o passar do tempo, os fungos pioneiros poderão ser substituídos pelos fungos posteriores, pois terão tempo de germinar e crescer. Se considerarmos um caso onde as árvores já estão presentes, os fungos que formarão a micorriza serão os fungos

posteriores porque a germinação não será um fator limitante. Portanto, na fase inicial de crescimento das árvores, a escolha de fungos pioneiros, como o *Pisolithus spp.*, é mais adequada devido à sua capacidade de estabelecer uma simbiose eficiente com menor necessidade de energia. À medida que as árvores amadurecem e aumentam a sua capacidade de produção de fotoassimilados, elas podem estabelecer simbiose com fungos mais exigentes, como os da família Boletaceae.

2.2.3.2 As árvores

A presença de fungos pioneiros também promove o desenvolvimento do sistema radicular das árvores. Através da formação de micorrizas, as hifas fúngicas expandem-se no solo, aumentando a área de absorção de nutrientes e água pelas raízes das árvores (Martins, 1997). Isto resulta num sistema radicular mais eficiente, capaz de explorar uma maior quantidade de recursos no solo. O desenvolvimento de um sistema radicular saudável é essencial para o crescimento vigoroso das árvores e a sua capacidade de enfrentar condições desfavoráveis. Pela importância que apresentam, podemos destacar o aumento da nutrição mineral, nomeadamente de fósforo, azoto e potássio, sobretudo em condições de carência, como acontece em solos pobres (Martins, 1997).

2.2.3.3 Resistência a agentes patogénicos

Segundo Martins (1997) castanheiros que possuem as raízes cobertas por filamentos brancos ou rosados, eram raramente atacados por *Phytophthora cinnamomi*, conhecido vulgarmente como ‘tinta do castanheiro’, um fungo patogénico que ataca outras Fagaceae, como o sobreiro.

Martins (1997) também refere que os pinheiros micorrizados com fungos pioneiros apresentam maior resistência a ataques de patogéneos. Sementes de pinheiro, micorrizadas com *Pisolithus tinctorius*, apresentam taxas de sobrevivência superior quando infetados com o fungo *Rhizoctonia solani*.

2.2.4. Inoculação de árvores com fungos pioneiros

A inoculação de fungos pioneiros é uma prática cada vez mais explorada na silvicultura e na gestão de ecossistemas florestais. Esta técnica consiste na introdução intencional de determinadas espécies de fungos benéficos no solo ou nas raízes das plantas, visando promover interações simbióticas que beneficiam o crescimento e a saúde das árvores.

De acordo com Sebastiana et al., (2013), a inoculação de fungos pioneiros tem-se revelado uma estratégia promissora para melhorar o desenvolvimento e a sobrevivência das plantas, especialmente em solos degradados, com baixa fertilidade ou contaminados por organismos patogênicos. A presença desses fungos benéficos no sistema radicular das árvores pode estimular o crescimento das plantas, aumentar a sua capacidade de adaptação a condições adversas e fortalecer a resistência a doenças e pragas.

Adicionalmente, segundo Machado et al. (2022) a inoculação de fungos pioneiros pode contribuir para promover a resiliência dos ecossistemas florestais. Esses microrganismos desempenham um papel fundamental na ciclagem de nutrientes, na decomposição da matéria orgânica e na formação de estruturas do solo, como agregados e porosidade. Assim, a presença desses fungos beneficia não apenas as plantas individuais, mas também toda a comunidade vegetal e os processos ecológicos do ecossistema.

Diversas espécies de fungos pioneiros têm sido utilizadas com sucesso na inoculação de diferentes espécies de árvores, incluindo eucaliptos, pinheiros e sobreiros (Silva et al., 2003). Cada espécie de planta pode estabelecer uma associação simbiótica com diferentes fungos pioneiros, sendo importante selecionar os microrganismos adequados para cada caso específico, levando em consideração as características do solo, da planta e do ecossistema em questão.

A inoculação de fungos pode ser realizada de várias formas, incluindo a adição direta de esporos ou hifas ao substrato, o uso de produtos comerciais contendo fungos benéficos ou a introdução de materiais orgânicos ricos em fungos num determinado ambiente.

Segundo Sebastiana et al. (2020), o *Pisolithus* é facilmente cultivado *in vitro*, atingindo rapidamente altos níveis de biomassa.

Sendo que, num estudo com castanheiros em que foram utilizados vários tipos de fungos ectomicorrizicos, (Gonzalez et al., 2010) houve resultados positivos na utilização da combinação simbiótica adequada, tal como se observa no Quadro 2. As plantas sem inoculação tiveram altura e diâmetro inferiores a plantas inoculadas com alguns fungos simbióticos, mas não com todos; pelo que se conclui que a simbiose é positiva, mas para escolher o fungo simbiótico adequado, é necessário efetuar estudos.

Num outro estudo (Quiroz et al., 2009) em que se utilizou o fungo *Morchella sp.* para inocular plantas de rauli (*Nothofagus alpina*) em viveiro e em estufa, as plantas inoculadas apresentaram sempre valores de altura e de diâmetro superiores às plantas sem inoculação (Quadro 2).

Quadro 2 - Resumo de resultados dos fungos em estudo e relação com espécie florestal

Espécie florestal	Fungos estudados	Resumo de resultados	Referência
Castanheiro	<i>Boletus edulis</i> <i>Boletus aereus</i> <i>Boletus pinophilus</i> <i>Morchella conica</i>	Diâmetro e altura das árvores superior ao controle para os fungos testados, exceto <i>Boletus pinophilus</i>	Gonzalez et al., 2010
Rauli	<i>Morchella sp.</i>	Tanto em estufa como em viveiro, as plantas inoculadas tiveram diâmetro e altura superiores	Quiroz et al., 2009

Existem muitas evidências de que a utilização de micorrização artificial em viveiro pode ser benéfica para o desenvolvimento das árvores, afetando positivamente a nutrição das plantas, pelo aumento da absorção de nutrientes (Quoreshi & Khasa, 2008). Também é importante referir que a inoculação artificial em viveiro com fungos pioneiros nem sempre é responsável por respostas positivas de crescimento das árvores

(Summerbell, 2005). A inoculação com fungos ECM no viveiro estimulou o crescimento inicial das plantas de eucalipto após a transferência para o campo, embora o efeito dependesse do fungo ectomicorrízico específico e do clone. Existiu colonização ectomicorrízica natural de eucaliptos no campo, que aumentou com o desenvolvimento das árvores (Summerbell, 2005). Este conceito também foi confirmado por outros estudos, pois os fungos ectomicorrízicos nativos das florestas podem ser simbioses superiores a inóculos comerciais (Karlsen-Ayala et al., 2022).

2.2.4.1 Metodologia de inoculação prática de fungos

O Quadro 3 mostra as vantagens e desvantagens da inoculação adaptada a este projeto. A eficiência de um tipo de inóculo é determinada, em última análise, pela sua capacidade de propagar a associação. Entretanto, outras considerações, como o controle de qualidade, a simplicidade de uso e a capacidade de produzir de forma rentável, também são relevantes. Antigamente, algumas pessoas usavam um tipo de solo com fungos, mas atualmente não se recomenda. De acordo com Castellano (1994) a formação de micorrizas pode ser irregular e não ser consistente. Os fungos podem não ser favoráveis ao crescimento das plântulas e há o risco de contaminações no viveiro. O anexo 10 inclui diferentes tipos de inoculação e as suas vantagens e desvantagens.

Quadro 3 - Vantagem e desvantagem da inoculação selecionada para este projeto (adaptado de Brundrett, 1991).

Tipo de inoculação	Vantagem	Desvantagem
A. Solo sob hospedeiro	• barato e fácil de obter • os fungos devem estar bem adaptados a condições locais	• solo volumoso e trabalhoso para recolher • alto risco de introdução de patógenos e infestantes • fungos específicos não podem ser selecionados • os níveis de inóculo podem ser baixos

A inoculação com esporos é prática, pois os esporos são fáceis de aplicar misturando-os com solos de viveiro antes da plantação, ou regando canteiros de viveiro e recipientes de plântulas (Castellano, 1994).

As principais dificuldades do uso de inóculo de esporos são as restrições às espécies de fungos que produzem esporocarpos abundantes, a baixa germinação ou a baixa viabilidade dos esporos de algumas espécies, bem como a necessidade de um grande número de esporos para a colonização das raízes. Os esporos são estruturas pequenas, com uma parede muito espessa, baixas taxas de respiração e muitas reservas energéticas. Essas características dão-lhes grande capacidade de dormência, e só permitem a sua germinação quando as condições ambientais são favoráveis ao crescimento do micélio. Às vezes, os esporos requerem um período de maturação ou um sinal de ativação específico (por exemplo, térmico ou químico) para serem capazes de germinar (Machado & Santos-Silva, 2011).

Os esporos de fungos ECM são amplamente usados em viveiros florestais (Castellano, 1994), contudo, o uso de esporos como inóculo é mais eficaz com espécies que produzem esporocarpos em grande número, sendo facilmente recolhidos. Por exemplo, os *Pisolithus* e *Scleroderma* têm sido amplamente usados porque se desenvolvem de forma abundante em florestas e plantações e têm grande quantidade de esporos. Fungos semelhantes a trufas também produzem um bom inóculo de esporos, pois a maioria dos esporocarpos é composta por tecido contendo esporos, mas ocorrem abaixo da superfície do solo, o que torna difícil recolher números suficientes de amostras por este se encontrar subterrâneo. Embora os cogumelos acumulem um número menor de esporos do que as trufas ou os *Pisolithus*, os seus chapéus também podem ser utilizados como fonte de esporos para inoculação. Nas Figuras 8 e 9, estão descritos os procedimentos de inoculação de esporos para plântulas de viveiro (Castellano, 1994).

Procedimentos de inoculação micorrízica

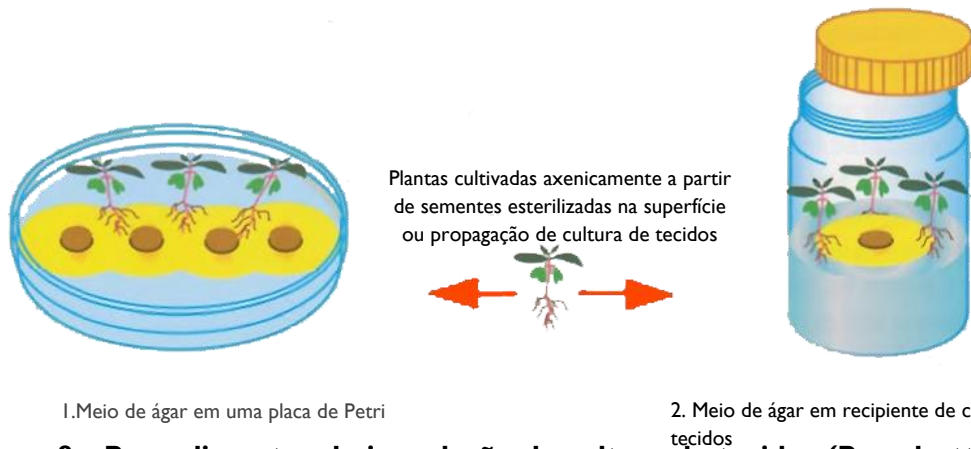


Figura 8 - Procedimentos de inoculação de cultura de tecidos (Brundrett et al., 1996).

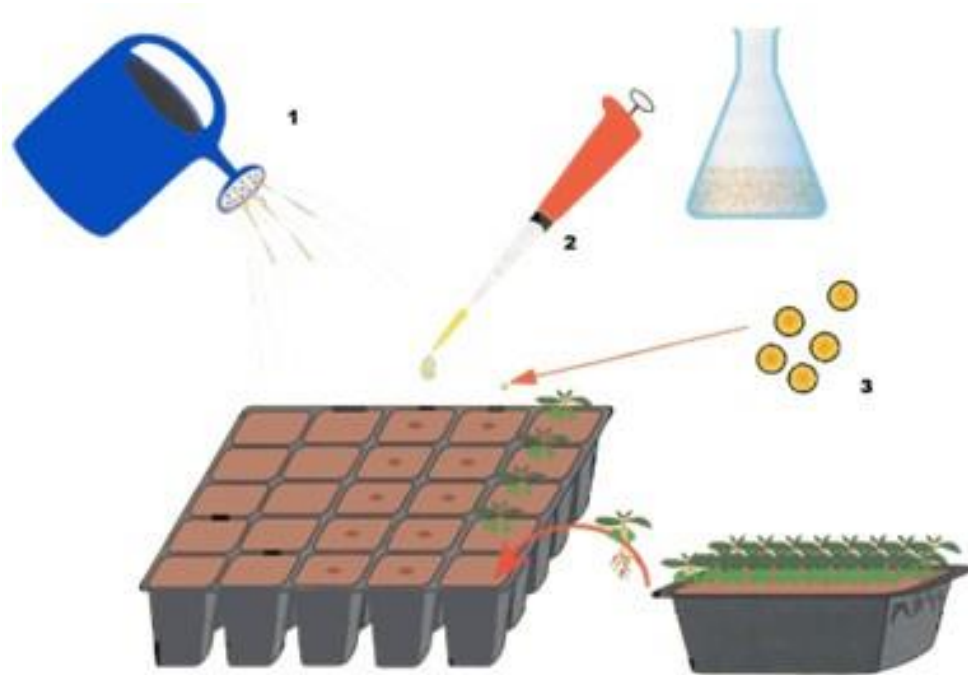


Figura 9 – Inoculação de plântulas com suspensão de esporos (1), pasta micelial (2) ou pellets de esporos (3), à medida que são transplantadas (Brundrett et al., 1996).

Inocular plântulas com suspensão de esporos (1), pasta micelial (2) ou pellets de esporos (3), à medida que são transplantadas (Brundrett et al., 1996).

2.2.4.3 Taxonomia do *Pisolithus arhizus*

Stephan Rauschert, botânico alemão nomeou este fungo, dando origem à sua taxonomia que se apresenta no Quadro 4.

Reino	Fungi
Divisão	Basidiomycota
Classe	Agaricomycetes
Ordem	Boletales
Família	Sclerodermataceae
Género	<i>Pisolithus</i>
Espécie	<i>Pisolithus arhizus</i>

Quadro 4 - Taxonomia do *Pisolithus arhizus*

2.3. Planeamento do uso do solo

O planeamento do uso do solo na propriedade é uma etapa fundamental na gestão sustentável do montado, que envolve a definição de estratégias para a utilização adequada dos recursos disponíveis, visando a conservação do ecossistema, a maximização dos benefícios económicos e a manutenção dos serviços ecossistémicos (Santos et al., 2015).

O primeiro passo no planeamento do uso do solo é a realização de um levantamento detalhado das características da propriedade, como a topografia, a qualidade do solo, a presença de recursos hídricos e a distribuição das árvores de sobreiro. Essa análise permite identificar áreas com diferentes potenciais de uso e definir as melhores estratégias para cada uma delas (Plieninger et al., 2020).

Uma das principais considerações no planeamento do uso do solo é a delimitação de áreas destinadas à exploração da cortiça. Essas áreas devem ser identificadas levando em conta critérios como a idade e a saúde das árvores, a qualidade da cortiça produzida e a viabilidade económica da exploração. Além disso, é importante estabelecer práticas adequadas de descortiçamento, respeitando os períodos de repouso das árvores e evitando danos ao tronco (Costa, 2018; Soares et al., 2004).

Outra consideração importante é o planeamento e a delimitação de áreas para atividades complementares à produção de cortiça. Isso pode incluir a criação de áreas de pastoreio para gado, o cultivo de espécies agrícolas, a produção de mel, entre outros. A diversificação das atividades permite a maximização dos recursos disponíveis e a geração de renda adicional, contribuindo para a sustentabilidade económica da propriedade (Carvalho, 2023).

Além disso, é fundamental reservar áreas para a conservação da biodiversidade, incluindo a preservação de habitats, a criação de corredores ecológicos e a implementação de medidas de proteção de espécies ameaçadas. Essas áreas desempenham um papel crucial na manutenção da saúde do ecossistema, na preservação da biodiversidade e na promoção de serviços ecossistémicos essenciais (Darold & Irigaray, 2018).

O planeamento do uso do solo na propriedade deve ser realizado de forma participativa, envolvendo os proprietários, trabalhadores e a comunidade local. A troca de conhecimentos e experiências contribui para a definição de estratégias mais adequadas e para estabelecer senso de responsabilidade compartilhada pela conservação e gestão sustentável do montado (Queirós, 1996).

2.3.1. Diversificação da Produção

A diversificação da produção é uma estratégia importante na gestão do montado, tem em vista ampliar a variedade de produtos e serviços oferecidos pela propriedade, visando a sustentabilidade económica e a redução de riscos associados à dependência de uma única fonte de renda. Essa abordagem promove a utilização múltipla dos recursos disponíveis no montado, aproveitando ao máximo o potencial produtivo do ecossistema (Ribeiro & Cadima, 2020).

Uma das formas de diversificar a produção no montado é através da introdução de atividades complementares à produção de cortiça, que é a principal fonte de renda associada ao sobreiro. Essas atividades podem incluir a produção de mel, a criação de gado, a exploração de produtos florestais não madeireiros, como cogumelos, resinas e plantas medicinais, exploração cinegética ou até mesmo a promoção do turismo rural e

de natureza. Dessa forma, é possível criar um sistema de produção mais resiliente e adaptável a diferentes contextos e demandas de mercado (Plieninger et al., 2020).

Além disso, a diversificação da produção no montado pode incluir a adoção de práticas agroflorestais, que combinam a produção de culturas agrícolas com a produção florestal. Essa abordagem permite a utilização do espaço disponível de forma mais eficiente, proporcionando a produção de alimentos, a melhoria da fertilidade do solo e a redução da erosão, ao mesmo tempo, que se mantém a produção de cortiça. Esses sistemas agroflorestais podem incluir a cultura de cereais, leguminosas, hortaliças ou até mesmo a produção pecuária (Morais et al., 2018).

A diversificação da produção no montado contribui para a segurança económica da propriedade, reduzindo os riscos associados a variações de mercado ou a eventos climáticos adversos, mas também promove a utilização sustentável dos recursos naturais, a conservação da biodiversidade e o fortalecimento dos vínculos entre a propriedade e a comunidade local. Além disso, a diversificação da produção pode proporcionar a criação de empregos e renda para a população rural, contribuindo para o desenvolvimento socioeconómico da região (Ribeiro & Cadima, 2020).

2.3.2. Promoção da Biodiversidade

A promoção da biodiversidade é uma estratégia fundamental na gestão do montado, visando a conservação e o aumento da diversidade de espécies vegetais e animais presentes no ecossistema. Essa abordagem criará condições favoráveis para a preservação de “habitats” naturais, a proteção de espécies ameaçadas e a promoção da interação entre diferentes formas de vida (Saout et al., 2013).

Uma das formas de promover a biodiversidade no montado é através da preservação e restauração de “habitats”. Isso pode ser feito conservando áreas de vegetação autóctone, como matas, bosques e charnecas, que servem de abrigo e alimentação para um elevado número de espécies. Além disso, a criação de corredores ecológicos, entre essas áreas, permite a movimentação de animais e o fluxo de genes, contribuindo para a manutenção da diversidade genética e a adaptação das espécies às mudanças ambientais (Reis & Calafate, 2013).

Outra estratégia importante é a proteção de espécies ameaçadas de extinção. O montado pode abrigar uma variedade de espécies vegetais e animais em risco, como aves de rapina, mamíferos carnívoros e insetos polinizadores. A implementação de medidas de conservação específicas para essas espécies, como a criação de áreas de refúgio ou a implementação de programas de reprodução em cativeiro, contribui para a sua preservação e recuperação (Matias, 2008).

A promoção da biodiversidade no montado também envolve práticas de gestão que incentivem a coexistência de diferentes formas de vida. Por exemplo, a implementação de práticas agroflorestais, como o cultivo de plantas herbáceas entre os sobreiros, sem recurso a práticas de mobilização de solo, cria oportunidades para a diversificação de “habitats” e a promoção da interação entre espécies. Além disso, a manutenção de áreas com vegetação rasteira e a preservação de árvores mortas ou em decomposição (desde que não existam problemas fitossanitários), são importantes para a sustentação de comunidades de insetos, fungos e outros organismos que desempenham papéis essenciais nos ecossistemas (Matias, 2008).

A promoção da biodiversidade no montado contribui para a conservação dos recursos naturais e a proteção do património genético, mas também traz benefícios económicos, como o potencial para o desenvolvimento do ecoturismo e a valorização dos produtos locais. Além disso, a presença de diversidade de espécies desempenha um papel fundamental na manutenção da saúde dos ecossistemas, na polinização das árvores de sobreiro e na resistência a pragas e doenças (Rigueiro-Rodríguez et al., 2009).

2.3.3. Monitorização ambiental

A monitorização do ambiente é um processo contínuo de recolha de informações e dados relacionados com as condições de crescimento e com a saúde dos ecossistemas florestais. Baseia-se na medição, análise e avaliação de variáveis ambientais específicas das áreas florestais, tais como a diversidade biológica, a qualidade do solo e do ar, a qualidade da água, a dinâmica da vegetação, a presença de pragas e doenças, entre outros elementos que afetam a integridade e o funcionamento das florestas (Paivinen et al., 1994).

Essa prática tem um papel crucial na gestão florestal sustentável, na preservação da biodiversidade, na preservação de 'habitats' e na mitigação de danos nas florestas. A monitorização do ambiente florestal permite obter dados relevantes para a tomada de decisões corretas sobre a gestão florestal, reflorestação, prevenção de incêndios florestais, entre outras ações (Paivinen et al., 1994).

Ademais, essa análise é indispensável para compreender como as florestas respondem às mudanças climáticas, às atividades humanas e aos desafios ambientais, permitindo a implementação de estratégias mais eficazes de conservação e recuperação. A monitorização do ambiente florestal é crucial para pesquisar e promover a sustentabilidade florestal (Davis-Case, 1992).

2.4. Indicadores económico-financeiros de rentabilidade do montado

2.4.1. Estimativas de rendimento da produção da cortiça

Nos estudos prévios relacionados com a rentabilidade do montado de sobro no Alentejo, as simulações indicam que a sustentabilidade (económica e ecológica) do montado de sobro baseia-se em técnicas de regeneração associados a técnicas de controlo de arbustos sem mobilização do solo, com forte dependência dos preços da cortiça e valorização do sequestro de carbono, especialmente nos solos menos produtivos (Ribeiro et al., 2011).

Os preços médios da cortiça praticados no mercado nacional em 2023 foram de 37,14€/@ para a amadia, (o preço da cortiça secundeira entra em conjunto com a amadia, sendo depois selecionada na indústria transformadora), a cortiça virgem foi de 12,27€/@ e dos bocados 14,20€/@ (UNAC, 2023). Podem consultar-se mais dados no anexo 18.

O peso da cortiça virgem (Quadro 5) e secundeira resultante das operações de desbaste e desbóia, de forma a estimar os valores económicos, foram obtidos a partir de um estudo de Joana Amaral Paulo e Margarida Tomé (Paulo & Tomé, 2014).

A estimativa obtida a partir de 306 árvores variou entre 2.6 kg e os 16 kg.

Quadro 5 - Estatísticas descritivas do conjunto de observações (n = 306) da variável (Paulo & Tomé, 2014).

	n.º de árvores	Média (kg)	Desvio Padrão	Mínimo (kg)	Máximo (kg)
Total	306	6.2	2.2	2.6	16

Na cortiça secundeira, estimou-se que o peso médio está situado nos 7,5 kg, o máximo nos 18 kg e 2 kg no mínimo por árvore (peso seco, anexo 17).

O peso da cortiça amadia por árvore é em média os 40kg a 60kg (2@ a 5@) (APCOR, 2019). No modelo de Paulo & Tomé (2014), o peso de cortiça é estimado para 2 pares de árvores.

Embora existam diversos modelos de cálculo da rentabilidade de montado, na pesquisa bibliográfica que se efetuou, destaca-se o trabalho desenvolvido no âmbito do projeto GoRegacork (<https://www.goregacork.uevora.pt/>) e que foi apresentado no seminário final desse projeto em Avis pelo professor António Pinheiro (Pinheiro, 2023). Nesse estudo foram considerados para as estimativas económicas vários cenários, nomeadamente o montado em sequeiro *versus* regadio, assim como cenários reais de distintos custos de instalação do montado, custos de retanha, de poda e de controlo de vegetação (com corta-matos). Também foram considerados vários preços de cortiça, para uma taxa de desconto de 3%, num período de análise até 75 anos (Quadros 6 e 7).

Quadro 6 - Modelo de silvicultura custos de instalação (€/ha) retanchar (€/ha) Custos de manutenção (€/ha) valor líquido da cortiça (€/ha) Indicadores Económico/financeiros

Modelo de silvicultura	custos de instalação (€/ha)	retanchar (€/ha)	Custos de manutenção (€/ha)		valor líquido da cortiça (€/ha)	Indicadores Económico/financeiros			
			poda	cortamato		VAL (€)	TIR (%)	RAE (€)	Per.Rep (anos)
Sequeiro	1750	125	180	65	35	4720	5,4	654	40

Custos de instalação (€/ha)	retanchar (€/ha)	Custos de manutenção (€/ha)		valor líquido da cortiça (€/ha)	Indicadores Económico/financeiros			
		Poda	cortamato		VAL (€)	TIR (%)	RAE (€)	Per.Rep (anos)
1500	100	160	60	30	4281	5,5	138	40
				40	5956	6,1	194	40
	150	200	70	30	3984	5,3	130	40
				40	5698	5,8	186	40
2000	100	160	60	30	3742	5	122	40
				40	5456	5,5	178	40
	150	200	70	30	3558	4,9	116	40
				40	5272	5,4	172	40

Quadro 7 - Cenário 2 - sobreiro em fertirrega (adaptado de Pinheiro, 2023). (continua)

Modelo de silvicultura	custos de instal. (€/ha)	retanchar (€/ha)	Custos de manut. (€/ha)		valor líquido da cortiça (€/ha)	Indicadores Económico/financeiros			
			poda	cortamato		VAL (€)	TIR (%)	RAE (€)	Per.Rep (anos)
Rega amadia						17597	7	495	19
Rega secund.	4950	540€ /há (anual até à retirada da rega)			35	11241	6	381	29
Rega virgem						10453	5	351	30

RAE – renda anual efetiva / Per.Rep. – Período de recuperação

Quadro 7 – Cenário – sobreiro em fertirrega (adaptado de Pinheiro, 2023). (conclusão)

Cortiça amadia					Cortiça secundeira				
Custos de instalação (€/ha)	Custo anual de rega (€/ha)	Preço da cortiça (líquido) (€/@)	Indicadores Eco/financeiros		Custos de instalação (€/ha)	Custo anual de rega (€/ha)	Preço da cortiça (líquido) (€/@)	Indicadores Eco/financeiros	
			RAE (€)	Per.Rep (anos)				RAE (€)	Per.Rep (anos)
3200	285	30	482,6	19	3200	285	30	443,0	21
		40	743,2	19			40	667,3	21
	585	30	299,2	35		585	30	342,5	30
		40	559,8	26			40	566,8	21
	750	30	198,4	44		750	30	287,2	30
		40	459,0	26			40	511,5	30
6700	285	30	362,9	26	6700	285	30	325,2	30
		40	623,5	19			40	549,5	21
	585	30	179,5	44		585	30	224,7	39
		40	440,2	26			40	449,0	30
	750	30	78,74	62		750	30	169,4	48
		40	339,3	35			40	393,7	30

Cortiça virgem				
Custos de instalação (€/ha)	Custo anual de rega (€/ha)	Preço da cortiça (líquido) (€/@)	Indicadores Económicos financeiros	
			RAE (€)	Per.Rep (anos)
3200	285	30	482,64	19
		40	743,25	19
	585	30	299,27	35
		40	559,87	26
	750	30	198,41	44
		40	459,02	26
6700	285	30	362,97	26
		40	623,58	19
	585	30	179,59	44
		40	440,2	26
	750	30	78,74	62
		40	339,34	35

RAE – renda anual efetiva / Per.Rep. – Período de recuperação

Observando os 2 cenários apresentados, entre o cenário 1 com o sobreiro em sequeiro e o cenário 2 com o sobreiro em fertirrega é notável a diferença de rendimento.

No cenário 1, o sobreiro em sequeiro enfrenta condições climáticas naturais, dependendo da precipitação pluviométrica para atender às necessidades hídricas da árvore.

Os custos de instalação são reduzidos no cenário 1, enquanto no cenário 2 há custos adicionais relacionados com a instalação e manutenção de sistemas de fertirrigação, resultando num custo anual de rega. No cenário 1, os custos de manutenção do povoamento são menores do que no cenário 2. Acredita-se que, com compassos de 3 m × 3 m, a utilização de corta-mato é reduzida, uma vez que é esperado um maior sombreamento do coberto, resultando em menos vegetação nas entrelinhas.

É evidente a diferença entre os dois cenários. Se no primeiro, as rendas estão entre 100 € e 200 €, no segundo, as rendas estão entre 100 €, num subcenário mais crítico, e 600 € num subcenário menos crítico, com uma renda anual entre 380 € e 740 €. Na estimativa do tempo de recuperação do investimento, o cenário 1 levará 40 anos, enquanto a recuperação será em 19 anos no cenário 2.

2.4.2. Estimativas de produção e rendimento de cogumelos

Considerando o modelo de rendimento de *Boletus edulis* em Espruce-da-Noruega (*Picea abies*) efetuado na Finlândia (Quadro 8), para as variáveis meteorológicas do local, o rendimento anual por hectare foi de 452 €/ha/ano (Tahvanainen et al., 2014).

Num estudo de modelação efetuado na Catalunha espanhola (Figura 10), para povoamentos de pinheiros com área basal entre os 20 m²/ha e os 30 m²/ha, obteve-se em média 100 kg/ha/ano de *Boletus* (Sánchez-González et al., 2019).

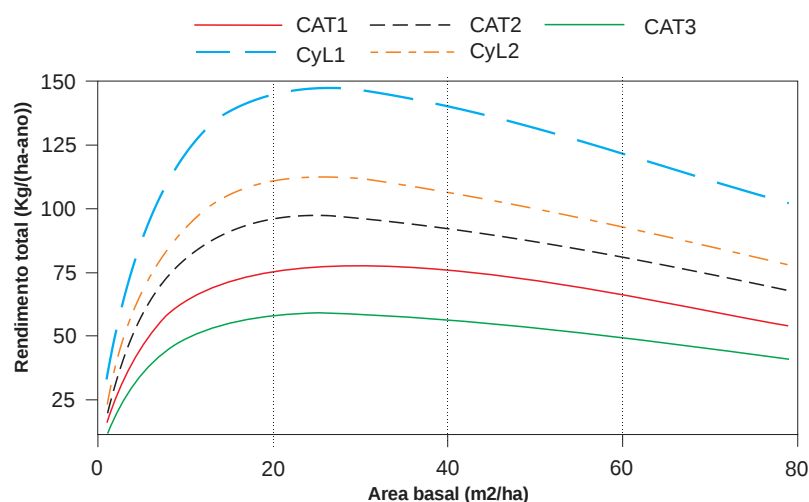


Figura 10 - Rendimento total de cogumelos na Catalunha para *P. sylvestris* e *P. pinaster* (Sánchez-González et al., 2019).

Em Portugal foi efetuada uma recolha de dados para a modelação da produção de cogumelos silvestres no Alentejo (Paulo et al., 2024), sendo um produto florestal não lenhoso, com um elevado potencial económico. Neste estudo, a baixa qualidade das práticas silvícolas e a escassez de peritos com conhecimento da produção em povoamentos no Alentejo foram fatores que impediram a recolha maciça de dados.

A maioria dos métodos de gestão, planeamento e modelos de produção estão maioritariamente focados na produção de madeira e em Portugal não se encontra disponível um modelo de produção de cogumelos para utilização no planeamento florestal.

Quadro 8 - Produção de cogumelos comestíveis (kg/ha/ano).

Espécies florestais	Fungos	Produção (kg/ha/ano)	Referência
<i>Picea abies</i>	<i>Boletus edulis</i> e <i>Lactarius spp</i>	Max – 70 a 275	Tahvanainen et al., 2014
<i>Pinus pinaster</i>	<i>Boletus sp.</i> e	Max – 150	Sánchez-González et al., 2019
<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Amanita caesarea</i>	Média - 100 Min – 55	
<i>Quercus suber</i> e <i>Quercus rotundifolia</i>	Todos os cogumelos comestíveis	Max – 100 Media – 45	Paulo et al., 2024

3. Caracterização e diagnóstico da situação de partida

3.1. Enquadramento territorial

3.1.1. Localização e posicionamento geográfico

O concelho de Arraiolos (Figura I I) localiza-se no Alentejo Central, NUTs III – Alentejo Central, pertence ao Distrito de Évora, tendo como concelhos limítrofes o de Montemor-o-Novo, Évora e Mora. A Herdade encontra-se a oeste da freguesia de São Pedro da Gafanhoeira e a este de Sabugueiro. Tem como via de comunicação a estrada municipal 507.

Para a elaboração das peças cartográficas foi utilizado o programa informático ARCGIS PRO, tendo como bases de dados a carta administrativa oficial de Portugal (CAOP, 2023) do site da Direção Geral do Território e parcelário do Instituto de Financiamento da Agricultura e Pescas, I.P - IFAP. As fotos com vista aérea (Figura I2) foram obtidas com Drone, modelo Mini 2 da DJI. O aspeto geral do terreno é apresentado nas fotos dos anexos 4 e 5.

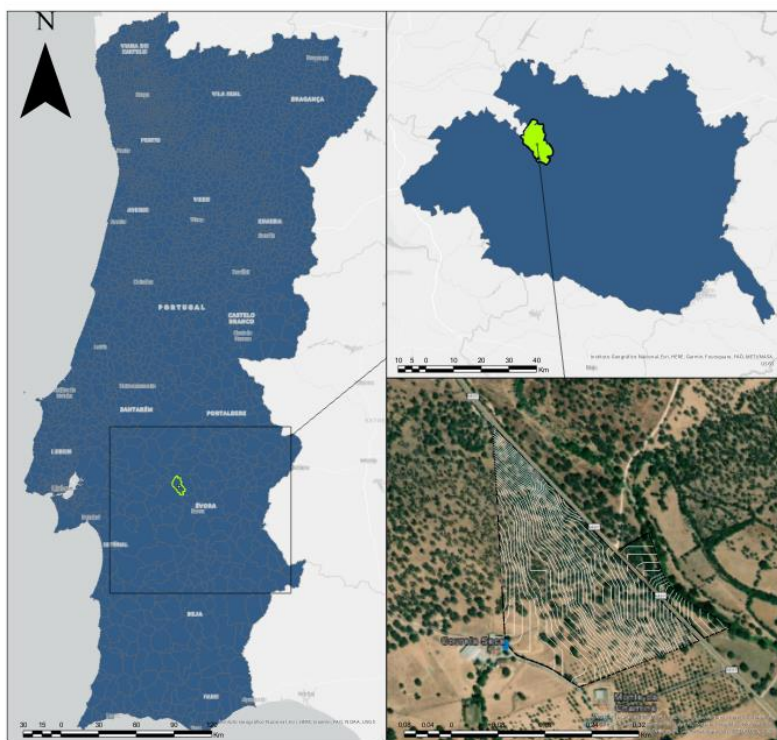


Figura I I - Localização cartográfica do local de estudo.



Figura 12 - Fotos da localização do local de estudo, obtidas por drone.

3.1.2. Declive

O terreno apresenta uma declividade entre os 5% e os 10% (Figura 14), com tendência para ser mais declivoso na área envolvente à zona prevista para a instalação da parcela de estudo. O declive pode ser um dos fatores limitantes na escolha de culturas e o itinerário cultural a aplicar, bem como a preparação do terreno, considerando-se benéfico o aproveitamento deste tipo de áreas, quando se apliquem técnicas de preparação que evitam a erosão e aumentam o potencial económico e ecológico.



Figura 13 - Carta de declive da área de estudo

No local previsto para a instalação do povoamento de sobreiros (Figuras 13 e 14), 2% da área tem declives até 5%; 98% tem declives de 5 a 10 % (classe dominante de declive).

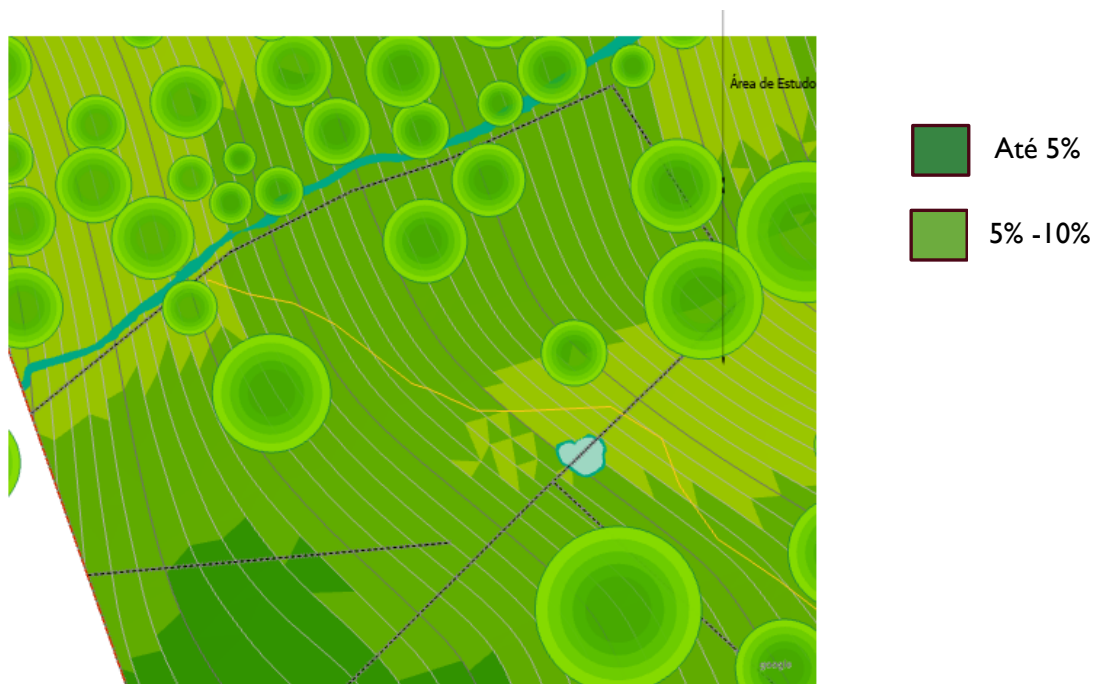


Figura 14- Carta de declives do local de instalação do povoamento de sobreiro.

3.2. Caracterização biofísica

3.2.1. Geologia e litologia

Conforme apresentado na carta de solos (Figura 15), o local é dominado por Luvisolos, com alguns afloramentos graníticos. Luvisolos são solos bem evoluídos que apresentam normalmente várias camadas sobrepostas, designadas por horizontes. Estas camadas são formadas pela ação simultânea de processos físicos, químicos e biológicos e podem distinguir-se mediante determinadas propriedades, como, por exemplo, a cor, a textura e o teor em argilas. Possuem um maior teor de argila no subsolo do que na superfície do solo como resultado de processos pedogenéticos (principalmente a migração de argila). Têm argilas de atividade alta ao longo do horizonte B e uma alta saturação por bases em determinada profundidade. Este tipo de solo domina nas terras planas e mediterrânicas, quase sempre sobre rochas graníticas (anexo 6). Este tipo de solo tem capacidade de fixação nutricional nas camadas inferiores (FAO, 2022).

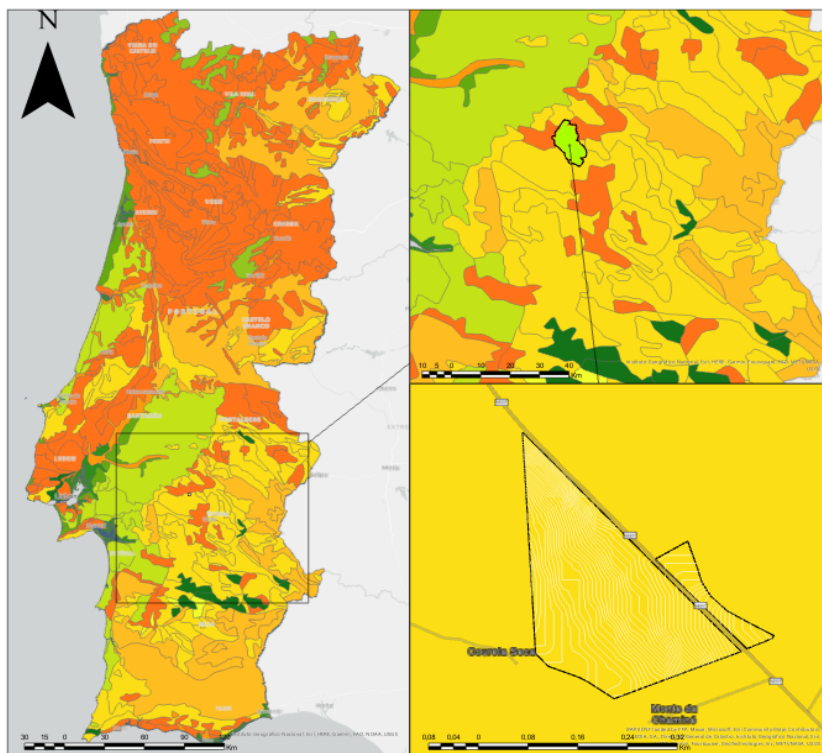


Figura 15 - Carta de Solos do local de instalação do povoamento de sobreiros (DGADR, 2021).

3.2.2. Climatologia

Segundo a classificação de Koppen, o clima da região de Évora é do tipo Csa que significa que é uma região temperada (C). Em Évora a temperatura média é 16.2 °C e a média anual de pluviosidade é 586.8 mm. Julho é o mês mais seco com 3.9 mm. Dezembro regista a maioria da precipitação, com uma média de 91 mm. A temperatura média do mês de agosto, o mês mais quente do ano, é de 23.6 °C. Janeiro tem uma temperatura média de 9.4 °C, sendo a temperatura média mais baixa do ano (IPMA, 2023).

O mês mais seco tem uma diferença de precipitação 82 mm relativamente ao mês mais chuvoso. As temperaturas médias têm uma variação de 15.3 °C durante o ano. O valor mais baixo para a humidade relativa é observado em agosto (46%). A humidade relativa do ar é mais alta em janeiro (79.72%). Em média, os dias menos chuvosos são medidos em julho (1 dias). O mês com mais dias de chuva é dezembro (9 dias) (IPMA, 2023).

Os dados climatológicos (Figura 16) são da estação de Évora (Latitude: 38.5725N Longitude: 7.9064W), com Altitude de 309.0 m, localizando-se a aproximadamente 20 km de distância do local de estudo.

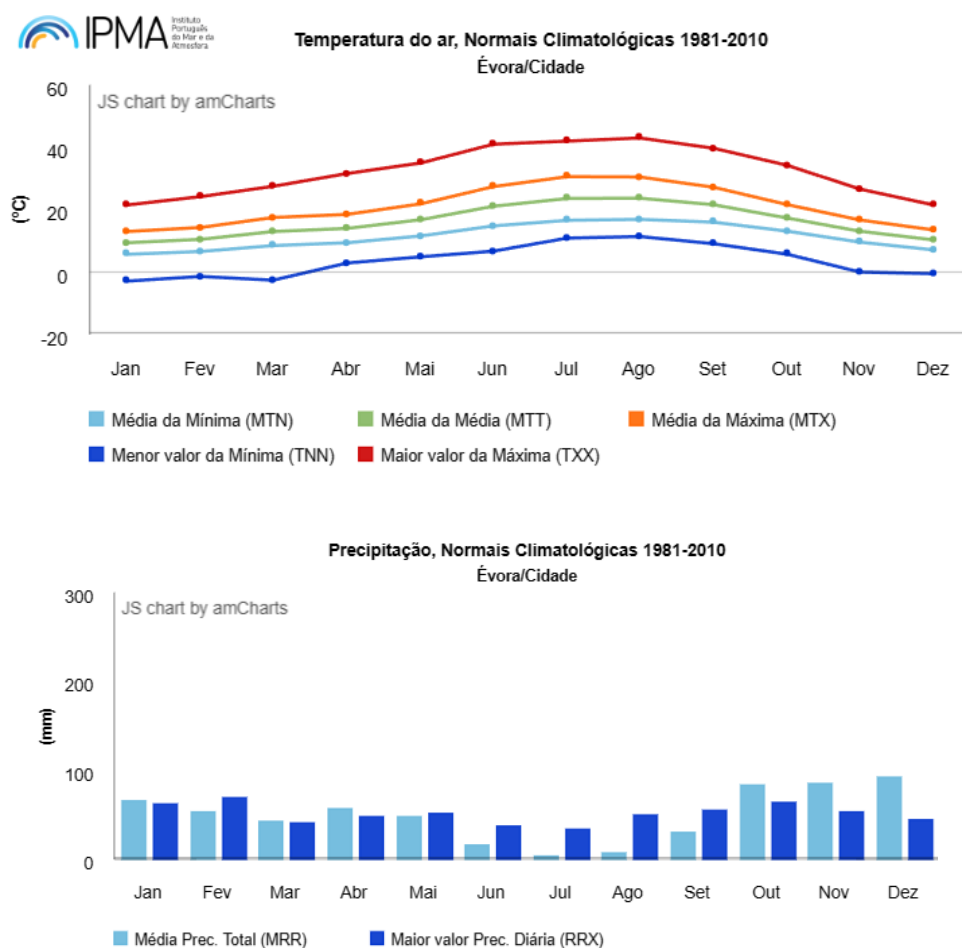


Figura 16 - Temperatura do ar e precipitação, normais climatológicas 1981-2010

3.2.2.1. Cenários, impacte e vulnerabilidades

As alterações climáticas estimadas até ao final do século, segundo os cenários RCP 8.5 (maior aquecimento global) e RCP 4.5 (aquecimento global intermédio), foram analisadas considerando toda a extensão da parcela da Herdade da Courela Seca. Os resultados em síntese apresentam-se na (Figura 17) (Portal do clima, 2023).

Variáveis climáticas	Clima atual (1971-2000)	Cenários	Anomalias (médias anuais)		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100
Temperatura	14.52	RCP4.5	+0.9	+1.5	+1.9
		RCP 8.5	+1.0	+2.2	+3.8
Temperatura máxima @	19.78	RCP4.5	+0.9	+1.7	+2.0
		RCP 8.5	+1.1	+2.3	+4.0
Temperatura mínima	9.11	RCP4.5	+0.8	+1.4	+1.8
		RCP 8.5	+0.9	+2.0	+3.6
Duração média de ondas de calor (dias)	10	RCP4.5	+3.0	+5.0	+5.0
		RCP 8.5	+3.0	+6.0	+11.0
Número de dias com elevadas temperaturas (T. max. >=31)	29	RCP4.5	+7.0	+17.0	+21.0
		RCP 8.5	+9.0	+22.0	+47.0
Número de dias de geadas (T. min. <=0)	9	RCP4.5	-2.0	-2.0	-3.0
		RCP 8.5	-2.0	-3.0	-4.0
Precipitação Total (mm)	640	RCP4.5	-24.9	-39.7	-32.0
		RCP 8.5	-44.1	-57.7	-112.0
Número de dias de chuva (Pr> 1mm)	102	RCP4.5	-8.0	-12.0	-10.0
		RCP 8.5	-10.0	-12.0	-21.0
Humidade relativa (%)	70.9	RCP4.5	-0.6	-2.0	-1.0
		RCP 8.5	-1.0	-2.0	-4.0
Anomalias (médias mensais)					
Temperatura máxima de Agosto	31.6	RCP4.5	+1.3	+2.0	+2.6
		RCP 8.5	+1.3	+2.7	+4.9
Temperatura mínima de Janeiro	4.6	RCP4.5	+0.3	+1.0	+1.2
		RCP 8.5	+0.7	+1.5	+2.4

Figura 17 - Projeções climáticas para a Herdade da Courela Seca no cenário RCP 4.5 e RCP 8.5 (Portal do clima, 2023).

Em suma, nos dois cenários espera-se uma diminuição da precipitação média anual. Relativamente à temperatura, projeta-se um aumento em todos os meses do ano, que pode acrescer até 5°C nas temperaturas máximas de agosto no cenário RCP 8.5 no período entre 2071-2100. Realça-se ainda, o aumento da duração média das ondas de calor e do número de dias muito quentes, bem como a diminuição das geadas.

Sobre os impactes destas alterações climáticas, a análise comparativa dos envelopes climáticos das várias espécies com as variáveis climáticas projetadas no tempo, que se apresentam na Figura 18 e na Figura 19, permite verificar que espécies estão ou poderão vir a estar no futuro, em cenário de alterações climáticas, fora da sua zona de conforto, o que poderá diminuir a sua produtividade ou, acima de tudo, aumentar a sua mortalidade e vulnerabilidade a doenças.

No caso da Herdade da Courela Seca, pode-se observar que as espécies (Figura 18) estão dentro da sua zona de conforto, sendo que a zona de conforto vai reduzindo até ao ano de 2100 no cenário RCP 8.5. No que se refere à temperatura, destaca-se como mais vulnerável o sobreiro, que não suporta as temperaturas elevadas, e que neste cenário apresenta nível crítico para a espécie, assim como o tempo limite para aplicação de estratégias e medidas de adaptação.

A vulnerabilidade, que poderá aumentar no decurso das alterações climáticas, depende dos valores médios de temperatura ou de precipitação anual acumulada, mas também dos valores extremos de temperatura e da diferente distribuição da precipitação sazonal.

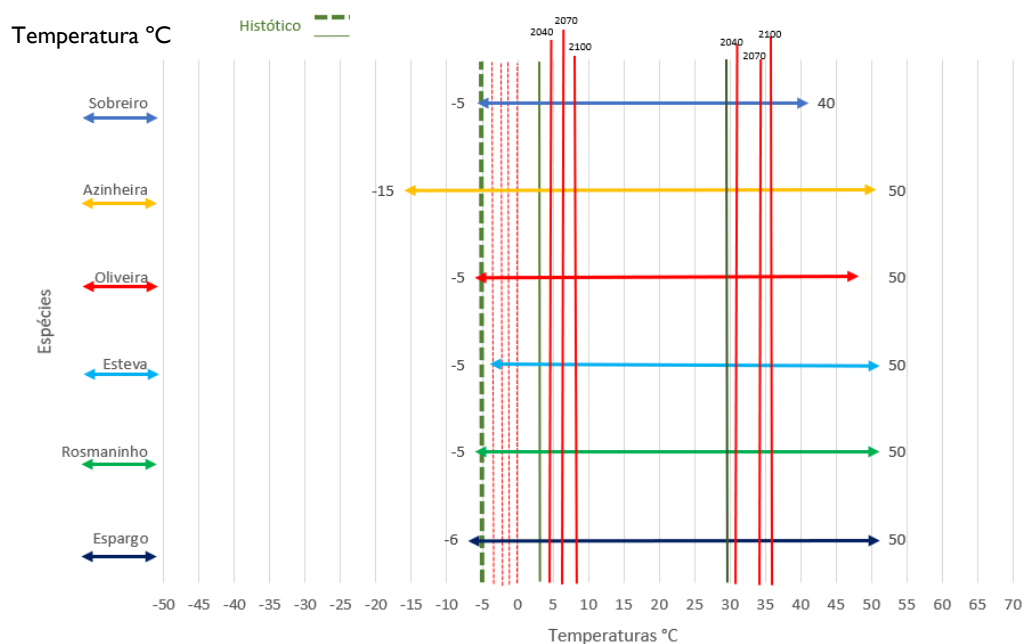


Figura 18 - Infografia com envelope climático de várias espécies /culturas (linhas horizontais definem temperatura máxima e mínima) e representação gráfica da temperatura máxima de agosto, temperatura mínima de janeiro e número de geadas, considerando o cenário RCP 8.5 na Herdade da Courela Seca (linhas verticais) (Portal do clima, 2023).

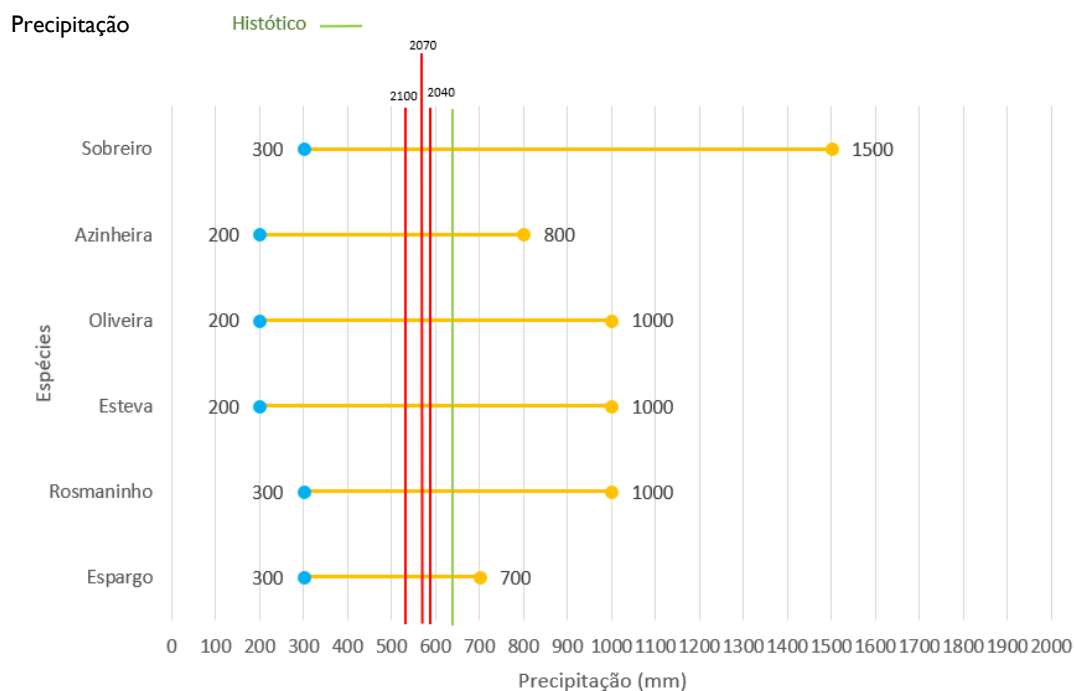


Figura 19 - Infografia com envelope climático de várias espécies /culturas (linhas horizontais definem precipitação máxima e mínima de conforto; linha a tracejado indica precipitação de sobrevivência) e representação gráfica da precipitação acumulada média anual considerando o cenário RCP 8.5 na Herdade da Courela Seca (linhas verticais a verde assinalam o histórico, e a vermelho as normais climáticas de 2040, 2070 e 2100)(Portal do clima, 2023).

No que se refere à precipitação, atualmente (em 2023), ainda temos espécies dentro da zona de conforto. Até 2100, com base no cenário climático RCP 8.5, todas as espécies de referência estarão ainda na zona de conforto.

As outras espécies florestais que existem na Herdade da Courela Seca, estão dentro do intervalo de conforto em cenário de alterações climáticas RCP 8.5, mas essas não foram consideradas para análise no âmbito deste projeto.

3.2.3. Biogeografia e series de vegetação

O Alentejo é caracterizado com uma variedade de paisagens e condições ambientais, resultantes da interação entre o clima mediterrâneo e a geologia da região. Esse conjunto de fatores influencia diretamente as séries de vegetação que se desenvolvem na região (Costa et al., 1998).

A série de vegetação mais relevante e icónica do Alentejo é o "Montado". Esse ecossistema agroflorestal único é marcado pela coexistência de duas espécies de árvores emblemáticas: o sobreiro (*Quercus suber*), a azinheira (*Quercus rotundifolia*), embora a designação possa ser estendida para ecossistemas com dominância de outros *Quercus*, como acontece na Serra de São Mamede com o carvalho-negral (*Quercus pyrenaica*). Essas árvores, bem-adaptadas ao clima mediterrâneo, fornecem não apenas paisagens pitorescas, mas também têm grande valor económico. O sobreiro é conhecido por fornecer a valiosa cortiça, enquanto a azinheira sustenta uma diversidade de fauna selvagem e domesticada. São duas árvores predominantes na área prevista para a instalação do projeto, estando também presente o carrasco (*Quercus coccifera*) (APCOR, 2018; Oliveira, 2022).

O "Matagal mediterrâneo" também é amplamente encontrado na região do Alentejo. Composto por arbustos resistentes à seca, como a esteva (*Cistus ladanifer*), o rosmaninho (*Lavandula* spp.) e o zambujeiro (*Olea europaea* L. var. *sylvestris*), esse ecossistema desempenha um papel crucial na conservação do solo e na proteção contra a erosão. Embora não sejam predominantes, são arbustos localizados em locais específicos, outrora predominantes, a sua diminuição deve-se à ocupação dos solos pela atividade agrícola (Koifman, 2022).

As áreas próximas aos rios e cursos de água abrigam a "vegetação ribeirinha", com árvores como os salgueiros (*Salix* spp.), os choupos (*Populus* spp.) e o freixo (*Fraxinus angustifolia*). Esses ecossistemas ripários oferecem "habitats" essenciais para diversas espécies de fauna e flora, além de contribuírem para a melhoria da qualidade da água.

No local de implementação do projeto existe uma linha de água não permanente, estando também identificadas duas charcas temporárias, com alguma presença de vegetação ripícola. Tem pontos com degradação, sobretudo devido a erosão das margens, anexo 3, pelo que se preconiza a implementação de medidas de restauração nesses locais.

Contudo, é essencial mencionar que a crescente pressão humana, a expansão agrícola e a urbanização têm alterado alguns desses ecossistemas. A conservação dessas áreas naturais é de extrema importância para proteger a riqueza da biodiversidade alentejana, garantindo a sustentabilidade dos recursos naturais e preservando a beleza única dessa região.

Resumindo, a biogeografia do Alentejo serve como uma demonstração tangível de como a interação entre o ambiente, a qualidade do solo e o impacto humano influenciam a proliferação da flora e da fauna. Essa interação dá lugar a vistas cativantes e ecossistemas significativos. Para garantir um futuro de acordo com o esplendor natural do Alentejo, é fundamental valorizar e salvaguardar estes componentes (Costa et al., 1998).

3.2.4. Utilização da terra

Este terreno na sua generalidade teve utilização agropastoril, embora tenha uma pequena área de olival. Outrora foi efetuada mobilização de solo, também foi utilizado para montanhaeira, atualmente (2023) é usado para apicultura (20 colmeias) e exploração pastoril (ovinos) em modo extensivo, usado como parcela de rotatividade.

3.3. Análise SWOT

FATORES INTERNOS	
PONTOS FORTES +	PONTOS FRACOS -
• Área sem mobilização do solo • Capacidade para agrosilvopastorícia • Apresenta riqueza micológica. • Sobreiros na parcela, que facilitam a seleção de semente • Um hectare de olival. • Parcela junto a uma estrada municipal • Existe no local um furo • Presença de fungos (cogumelos),	• Presença de afloramentos rochosos. • Declive dominante nos 5%. • O solo tem apenas 1.2% de matéria orgânica. • O pisoteio do pastoreio • Os animais comem as bolotas, bem como a frutificação de alguns fungos micorrízicos. • A linha de água tem sofrido erosão nos períodos de maior precipitação.
FATORES EXTERNOS	
OPORTUNIDADES +	AMEAÇAS -
• Estudos sobre a rega de sobreiros e a micorrização com fungos pioneiros • Existencia de poucas áreas com este tipo de instalação. • Crescente procura por cogumelos silvestres de alto valor nutricional e económico. • Proximidade de quercíneas, • A elevada procura por cogumelos silvestres na gastronomia nacional e internacional. • Dificuldade em encontrar plantas autóctones micorrizadas em viveiros.	• Incertezas climáticas, • Aumento do custo dos materiais e serviços. • Os povoamentos de quercíneas na proximidade podem não estar saudáveis, Invasão da propriedade. • Os materiais de rega existentes não estão adaptados para o sistema de rega em sobreiro.

4. Descrição do projeto

Numa primeira abordagem, pretendemos registar a fauna e flora existente na área do projeto, para que essa informação permita ao produtor, ter conhecimento quanto ao espaço e à sua constituição a nível ecológico. Isto permitirá usar os recursos locais para estabelecer um padrão regenerativo e multiplicação das espécies autóctones.

Pretende-se requalificar uma parcela de 8 hectares, em que cerca de 5606 m² serão instalados na fase inicial, com sobreiros propagados a partir de bolotas de árvores de qualidade existentes na propriedade (Figura 20), com compasso de 3x3m.

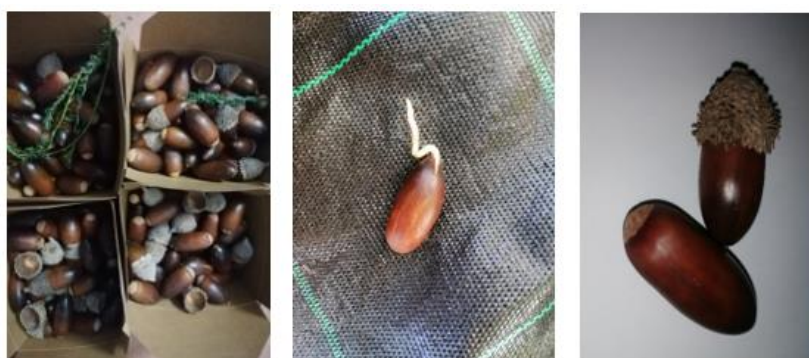


Figura 20 - Bolotas colhidas de árvores de boa qualidade, para propagação em viveiro temporário no local

A opção do regadio (Figura 21) advém da disponibilidade de água no local, assim como do elevado interesse que esta forma de produção inovadora tem tido (Camilo-Alves et al., 2020; Poeiras et al., 2021).

O produtor pretende explorar os recursos micológicos existentes na propriedade e potenciar estes recursos no povoamento a instalar. Para melhorar o sucesso da instalação dos sobreiros, testar-se-á a inoculação das plântulas com um fungo pioneiro (*Pisolithus arhizus*) de acordo com a metodologia apresentada por Sebastiana et al. (2013) e Sebastiana et al. (2020).

O desenho experimental, constituído por dois blocos (ou repetições) casualizados, possibilitará a comparação do futuro povoamento entre sobreiros regados *versus* não regados, assim como sobreiros inoculados *versus* não inoculados, sendo constituído por 4 talhões, com 2 repetições (Quadro 9).

Quadro 9 - Esquema de instalação do ensaio do povoamento de sobreiros

2 repetições	Repetição 1				Repetição 2			
Talhões (4x107)	Talhão 1 – 107 árvores		Talhão 2 – 107 árvores		Talhão 3 – 107 árvores		Talhão 4 – 107 árvores	
	Com Rega		Sem Rega		Com rega		Sem Rega	
Amostragem: 5 árvores/modalidade Total 40 árvores	com inoculação	sem inoculação	sem inoculação	com inoculação	sem inoculação	com inoculação	com inoculação	sem inoculação

Num levantamento prévio com o uso de ferramentas de sistema de informação geográfica, foram inventariados 5606 m². Utilizando um compasso de 3x3 (9 m²/árvore), teremos 622 árvores a instalar, mas com alguns ajustes utilizando áreas nulas, serão 428 árvores (Figura 21).

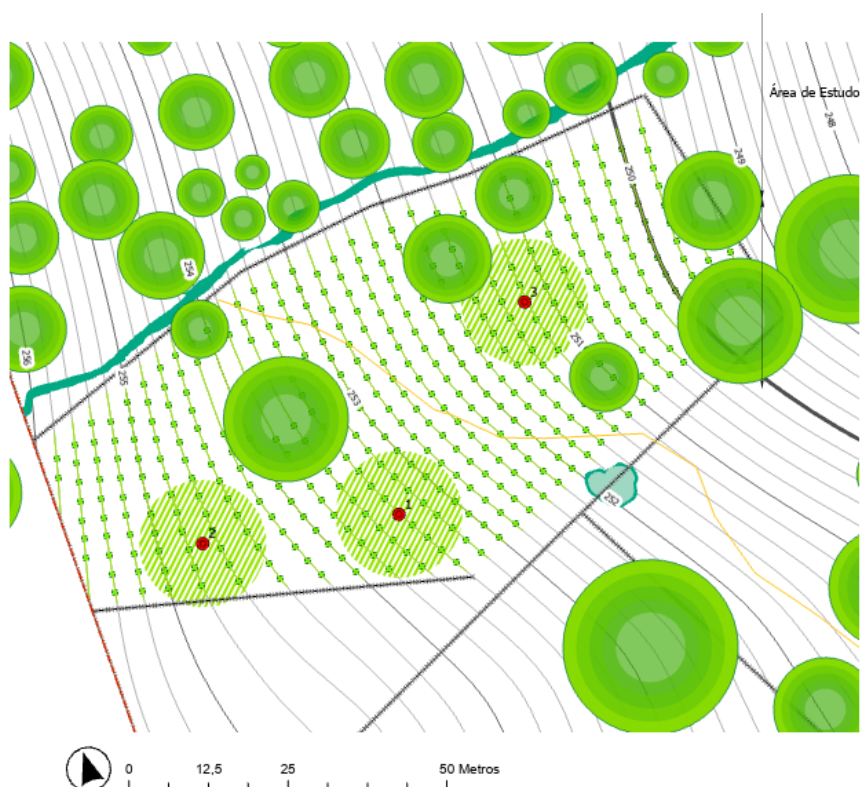


Figura 21 - Planta de localização do povoamento de sobreiro a instalar.

A inoculação será efetuada por etapas, começando pela obtenção de cogumelos no local; depois a produção de inóculo. A metodologia a utilizar para a inoculação será descrita no decorrer do desenvolvimento do projeto. A inoculação será efetuada em viveiro, nas árvores de *Quercus suber* propagadas anteriormente.

A monitorização do ensaio far-se-á com base no sucesso da instalação (% de sobrevivência das árvores após 1 ano e da inoculação), assim como a observação de variáveis dendrométricas (diâmetro, altura, diâmetro da copa) em 10 árvores escolhidas aleatoriamente por cada modalidade em estudo (num total de 40 árvores).

Monitorização do ensaio:

- Comparar o desenvolvimento da inoculação nos 4 talhões
- Observação de raízes e determinação de sucesso/insucesso da inoculação (averiguar se é possível) – na instalação (1.º ano)
- Marcar 5 árvores aleatoriamente em cada talhão (com 2 repetições, são 10 árvores por cada modalidade), evitando árvores na orla. Registrar anualmente variáveis dendrométricas (d, h, raio de copa), num total de 40 árvores,
- Observação visual de presença de cogumelos simbióticos.

O dimensionamento agronómico e o estudo de projeto de rega para suporte à rega do sobreiro, está elaborado e dimensionado, sendo que o mesmo se baseia nas dotações referidas no projeto da REGACORK, (Sobreiro com fertirrega: Manual de Apoio aos primeiros anos, Povoamentos Adultos, Povoamentos jovens em situação de pré-desbóia (IRRICORK), povoamento jovem (Poeiras et al., 2021).

4.1. Procedimento técnico de germinação de bolotas e contabilização de árvores

O processo de germinação e contabilização de árvores é crucial para a realização de estudos de reflorestação, gestão florestal, conservação de recursos naturais e pesquisas científicas relacionadas à vegetação arbórea. Para ter resultados confiáveis, é importante seguir um protocolo rigoroso que inclui as seguintes etapas:

I. A seleção de sementes ou plântulas para o cultivo:

1 Época adequada para colheita das sementes:

É aconselhado colher sementes correspondentes ao 2º período de queda do ano que geralmente ocorre em novembro – dezembro é a altura indicada, embora possa ser ajustada conforme o estado de maturidade, e a bolota é colhida no solo.

2 Tratamento pré-germinativo – Quebra de dormência

Tempo de estratificação e regime de temperatura ronda as 12 semanas no frio.

A estratificação é o método mais utilizado, que consiste na colocação alternada de camadas de semente e substrato, durante um determinado período, humedecendo e arejando periodicamente a mistura. A maioria das espécies florestais requer uma estratificação a frio (± 2 a 4°C), de acordo com as Regras Básicas para o manejo de sementes florestais. Há um guia técnico que indica o melhor método de estratificação a quente ($\pm 20^{\circ}\text{C}$) ou a combinação de ambos. A estratificação pode ser feita com areia simples, turfa, composto ou qualquer outro material usado pelos viveiristas (CENASEF, 2014).

3 Escolha de sementes de boa qualidade.

Pode fazer o teste de flutuação (descartar todas as bolotas que flutuarem), quebradas ou com presença de problemas sanitários.

Algumas das bolotas podem ter no seu interior larvas de gorgulho da bolota (Figura 22) que se alimentam dos cotilédones diminuindo o fator germinativo ou provocando a morte do embrião.

A pureza das sementes tem um papel crucial na garantia da qualidade das plantas cultivadas, na conformidade com as normas legais e na satisfação das expectativas dos produtores e compradores.

Para determinar a percentagem de pureza das sementes, pode-se usar a seguinte formula:

$$\text{Pureza das sementes (\%)} = \frac{\text{Peso de sementes desejada}}{\text{Peso total de amostra}} * 100$$

(I)

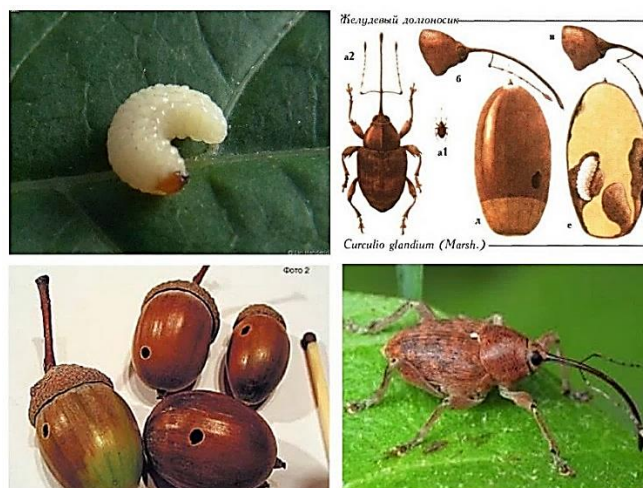


Figura 22 - Gorgulho da bolota (Lukyanenko, 2019).

- 4 Certificar-se de que as sementes sejam geneticamente adaptadas à região de plantação. Sendo possível devem utilizar-se bolotas oriundas de árvores em bom estado sanitário e com boa produção de cortiça (Figura 23).



Figura 23 - Algumas bolotas apanhadas no local.

2. Preparação do substrato:

- 1 Preparar o solo ou substrato conforme as necessidades da espécie, considerando fatores como textura, fertilidade e pH.
- 2 Eliminar resíduos vegetais ou materiais indesejados.

3. Sementeira:

Distribuição uniforme das bolotas pelo tabuleiro alveolar (tubetes)

- 1 Distribuir as sementes uniformemente (1 a 2 sementes por alvéolo florestal) e cobri-las com substrato apropriado (Figura 24).



Figura 24 - Distribuição uniforme das bolotas pelo tabuleiro alveolar (tubetes).

4. Irrigação e manutenção:

- 1 Oferecer a quantidade adequada de água, levando em conta as condições climáticas e as necessidades de água das plantas.
- 2 Implementar práticas de gestão, como controle de infestantes e proteção contra pragas.

5. Monitorização da germinação/crescimento:

- 1 Estabelecer um sistema de monitorização regular para avaliar a germinação/crescimento das árvores.
- 2 Registar informações como altura, diâmetro do caule e saúde das plantas.

(2)

$$\text{Taxa de germinação (\%)} = \frac{\text{Numero de sementes germinadas}}{\text{Total de sementes semeadas}} * 100$$

6. Contabilização de árvores:

- 1 Realizar contagens regulares das bolotas semeadas para avaliar o sucesso da germinação e emergência das plântulas.
- 2 Utilizar métodos estatísticos para estimativas de taxa de germinação.

7. Avaliação de sobrevivência e desenvolvimento:

- 1 Calcular a taxa de sobrevivência das árvores, com horizonte temporal pré-estabelecido (por exemplo, um trimestre) e avaliar o desenvolvimento das plantas relativamente a marcos pré-estabelecidos.

(3)

$$\text{Taxa de Sobrevivência (\%)} = \frac{\text{Numero de Plantas Vivas}}{\text{Numero inicial de plantas}} * 100$$

8. Registo de dados:

- 1 Manter registos detalhados de todas as informações recolhidas ao longo do processo, incluindo datas, coordenadas de plantação e outras informações relevantes.

9. Análise e relatório:

- 1 Analisar os dados observados para chegar a uma conclusão sobre o desempenho da germinação.
- 2 Preparar um relatório técnico com informações sobre os resultados e sugestões para a gestão futura, se necessário.

Este procedimento técnico é crucial para assegurar a eficiência das ações de germinação e estabelecimento de árvores, sendo amplamente utilizado em estudos ambientais, projetos de restauração florestal e monitorização de áreas de conservação. A precisão e a consistência na aplicação dessas etapas é fundamental para o êxito a longo prazo dessas iniciativas.

4.1.1. Acompanhamento da propagação do sobreiro por semente

Durante a fase de crescimento das plantas, é importante saber como elas crescem, e como se adaptam ao ambiente. Esses dados são fundamentais para tomar decisões corretas em diversas áreas, como a silvicultura e a ecologia.

Considerando os dados registados no acompanhamento da colheita, processamento e sementeira em tabuleiros alveolares de bolotas colhidas em árvores de boa qualidade na propriedade, fez-se a estimativa da pureza das sementes, da taxa de germinação (Figura 25) e da taxa de sobrevivência.

Com base da equação (3) calculou-se a pureza das sementes:

$$\text{Pureza das sementes} = \frac{2}{2.3} * 100 = 86.9\%$$

De um total de 315 bolotas colhidas, 86.9%, apresentavam boas condições, sendo que 13.1% foi descartado, por se apresentarem danificadas ou mortas.

A plantação decorreu dia 1 de março e as primeiras germinações começaram em 14 de março de 2023 e terminaram em 19 de maio de 2023 (66 dias).

O maior número de plantas germinadas foi em março, com 41%, seguido do mês de abril com 30% e, por último, do mês de maio, com 29% das sementes. O gráfico da Figura 25 mostra que, após o período compreendido entre os dias 28 e 30 de março, o número de germinações diminui para os meses de abril e maio (Anexo 12). Pode ser um indicador de que as melhores condições de germinação se encontram entre março e abril, contudo é necessário seguir periodicamente a meteorologia, devido a fenómenos pontuais de ondas de calor, que se tem vindo a verificar com mais frequência, bem como algumas alterações do padrão de precipitação. Os restantes dados encontram-se no (Anexo 12).

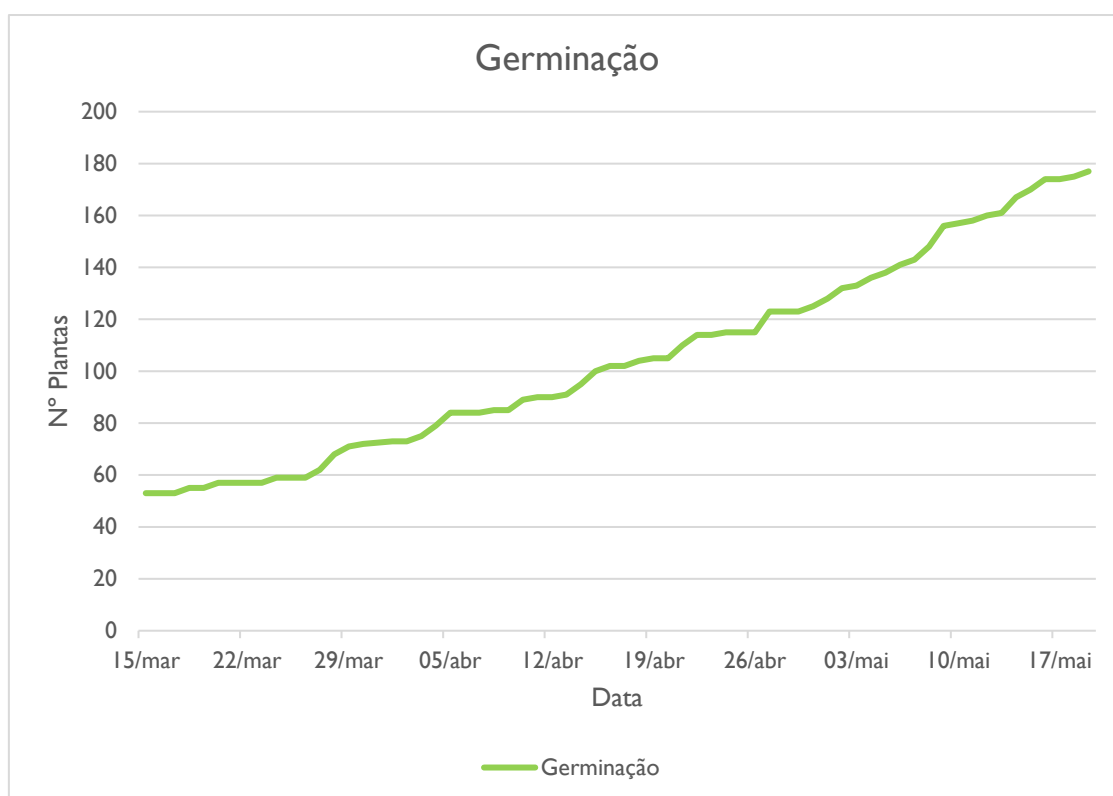


Figura 25 - Germinação acumulada dos sobreiros propagados, ao longo de 66 dias

Com base da equação (1) calculou-se a taxa de germinação:

$$\text{Taxa de Germinação} = \frac{177}{200} * 100 = 88.5\%$$

A taxa de germinação foi de 88.5%; este valor está entre o indicado pelo catálogo do ICNF (CNASEF, 2014) para sementes certificadas, que apresenta uma taxa de germinação entre os 70% e 90 %

Com base da equação (2) calculou-se a taxa de sobrevivência:

$$\text{Taxa de Sobrevivência} = \frac{171}{177} * 100 = 96.6\%$$

A taxa de sobrevivência situou-se nos 96.6%, sendo que a mortalidade se deveu a 2 ondas de calor, durante os 66 dias.

4.2. Planificação e inoculação dos sobreiros com fungos pioneiros

A planificação e inoculação de sobreiros (*Quercus suber*) com fungos pioneiros é um processo científico cujo objetivo é promover a micorrização, uma simbiose benéfica entre os fungos micorrízicos e as raízes das árvores. Esta simbiose beneficia o desenvolvimento das árvores, como os sobreiros, ao melhorar a absorção de nutrientes e a resistência a stresses ambientais, tal como foi explanado no capítulo 0. Abaixo descreve-se o procedimento técnico para a planificação e inoculação de sobreiros com fungos pioneiros:

1. Seleção de espécies de fungos micorrízicos: identificar e selecionar espécies de fungos micorrízicos compatíveis com o sobreiro. A escolha das espécies de fungos depende da região, do tipo de solo e das espécies de árvores envolvidas.
2. Preparação do solo: avaliar as condições do solo no local de plantação para garantir que o solo seja adequado para o crescimento do sobreiro. Realizar qualquer correção necessária no solo, como ajustar o pH e/ou melhorar a fertilidade.

3. Colheita e preparação dos inóculos fúngicos: colher ou cultivar os fungos micorrízicos selecionados em laboratório ou inoculado que contenha esporos ou micélios de fungos.

4. Plantação dos sobreiros: os sobreiros devem ser colocados no local desejado, seguindo as melhores práticas de espaçamento e profundidade de plantação.

5. Inoculação das raízes: aplicar esporos no substrato esterilizado no momento da sementeira (tabuleiros alveolares).

5.1. Inoculação das raízes: aplicar o inoculante fúngico diretamente nas raízes das plântulas de sobreiros germinados nos tabuleiros alveolares.

5.2. Inoculação das raízes: aplicar o inoculante fúngico diretamente nas raízes das plântulas de sobreiros no momento da plantação.

6. Monitorização e avaliação: monitorizar regularmente o desenvolvimento dos sobreiros e a colonização micorrízica das raízes. Realizar análises do solo para avaliar a presença e a eficácia da simbiose micorrízica.

7. Registo de dados: manter registos detalhados de todas as etapas do processo, incluindo datas, coordenadas de plantação, informações sobre os fungos usados e resultados das análises do solo.

8. Análise e relatório: analisar os dados recolhidos para avaliar o impacto da inoculação micorrízica nas árvores. Preparar um relatório técnico que descreva os resultados e forneça recomendações para a gestão futura, se aplicável.

4.3. Esquema de instalação do povoamento de sobreiro, de acordo com desenho experimental do ensaio

A área de estudo foi organizada de acordo com as exigências de implementação do desenho experimental apresentado no Quadro 9, elaborando-se um esquema com ferramentas de SIG (Figura 26), facilitando a sua interpretação, tendo como objetivo servir de base à futura instalação do povoamento.

A elaboração da peça cartográfica, teve como base a seguinte metodologia:

1. Segmentar a área em 2 repetições com o mesmo número de árvores (repetição 1 e repetição 2), identificadas com cores distintas.
2. Dividir as repetições em talhões (2 talhões por repetição) com o número equilibrado de árvores.
3. Caracterizar os 4 talhões, 2 com rega e outros 2 sem rega sendo que dentro desta caracterização, teremos 2 tratamentos com rega e inoculados, 2 tratamentos com rega não inoculados, 2 tratamentos sem rega inoculados e 2 tratamentos sem rega e sem inoculação.
4. Escolher 5 árvores aleatoriamente, por cada modalidade de tratamento excluindo as bordaduras, evitando os limites externos e as transições entre tratamentos distintos dentro do ensaio.

4.1.1 A escolha das árvores a amostrar de forma aleatória pode ser concretizada usando ferramentas tecnológicas simples:

1. Numerar todas as árvores elegíveis
2. Retirar 5 números aleatoriamente num programa de 'random number generate', ou no programa ARCGIS PRO da ESRI usando a ferramenta "Sampling design" / Select Features / Select simple random.

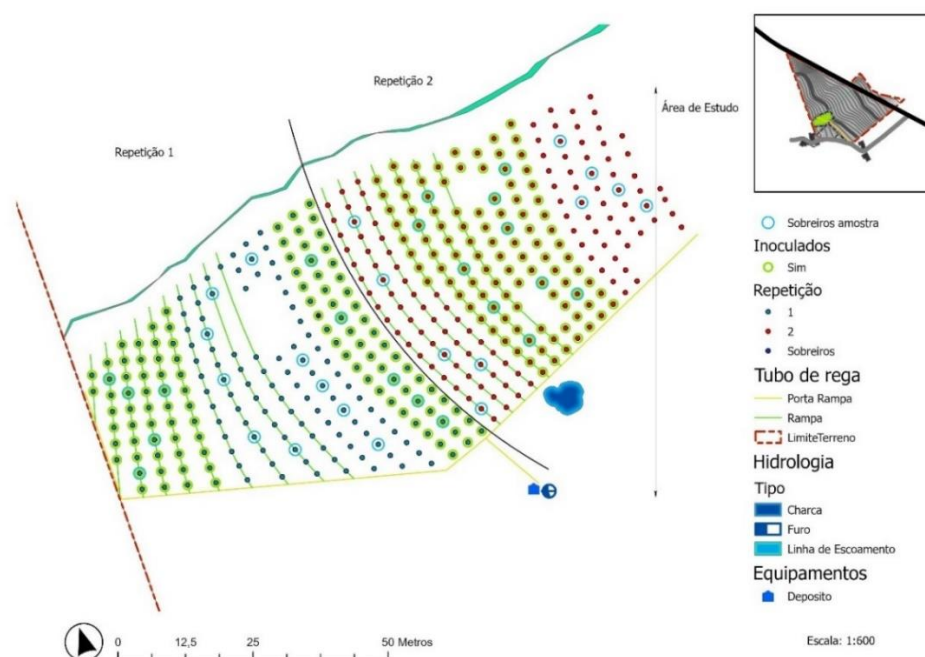


Figura 26 - Esquema de instalação do povoamento de sobreiro, de acordo com desenho experimental do ensaio.

4.4. Preparação do terreno

Antes de iniciar qualquer preparação, é fundamental realizar uma análise do solo. Isso fornecerá informações sobre a composição do solo, nutrientes disponíveis, pH, entre outros fatores. Essas informações orientarão as práticas de preparação e manejo do solo.

1. Marcação das parcelas – Diferentes tratamentos em áreas específicas, marcar as parcelas de forma clara para assegurar a precisão nas observações e medidas.
2. Ripagem em linha de cota:
 - (1) Levantamento topográfico: Antes de começar, é essencial realizar um levantamento topográfico da área. Isso ajudará a identificar as características do terreno, como declives e depressões, e a determinar a localização da linha-chave (keyline).
 - (2) Marcação da linha chave: com recurso ao ARCGIS foi marcado no plano a linha chave, digamos a linha de cota que nos irá dar seguimento ao resto da preparação de terreno.
 - (3) Criação das linhas de cultivo: com a base das linhas desenhadas no projeto ARCGIS PRO, desenha-se as linhas de plantação que acompanham a linha de cota com recurso a subsolador com aproximadamente 60 cm de profundidade (Figura 27). Devem obedecer ao desenho, e para corrigir o alinhamento, deve-se recorrer a tratores com tecnologia GPS, para que as linhas de plantação sejam correspondentes à linha de cota, ou como alternativa usar o guia (operador apeado) equipado com sistema de GPS/RTK.



JOHN DEERE **22B Integral Ripper**

Profundidade de operação	Máximo de 406 a 559 mm
Cavalos de potência por padrão	Com engate de 3 pontos: motor de 53 a 165 kW 39,5 a 123 cv

Figura 27 - Trator florestal Ripper Integral e as características de operação

4.5. Planificação e instalação do sistema de rega

A conceção do esquema de rega e a sua instalação são passos fundamentais para assegurar uma irrigação eficiente e adequada às necessidades das plantas. Com base do estudo da (GoRegaCork, 2019), estão alguns passos gerais que podem auxiliar no processo de planificação e instalação do sistema de rega:

1. Avaliação do local:

Deve-se analisar as características do local, como o tipo de solo, a inclinação do terreno, a exposição solar e os tipos de plantas e a quantidade das mesmas (sobreiro) a serem irrigadas.

Devem considerar-se as condições climáticas locais, como a distribuição da precipitação ao longo do ano (Figura 16).

2. Determinação das necessidades hídricas:

Deve-se considerar as necessidades específicas de água das plantas que serão irrigadas.

Deve-se considerar-se fatores como o tipo de solo, clima e tamanho das plantas.

3. Escolha do sistema de rega:

Existem diferentes tipos de sistemas de rega, como sistemas de aspersão e gota-a-gota, de superfície e subterrâneos. Para o projeto foi dada preferência pelo sistema de rega gota a gota à superfície, pela resposta eficiente na rega, bem como a sustentabilidade no uso de recursos do local.

4. Elaboração do projeto de rega:

Deve desenvolver-se um projeto detalhado que inclua a disposição dos tubos. Deve considerar-se a pressão da água disponível e devem distribuir-se os componentes do sistema de rega de forma a garantir uma cobertura uniforme.

Deve garantir-se que a planificação do sistema de rega seja compatível com o plano de instalação do povoamento/ensaio (Figura 26).

Devem efetuar-se cálculos, iniciando-se pelas necessidades hídricas das plantas, terminando no sistema de filtragem e bombagem.

5. Seleção dos Equipamentos:

A escolha dos equipamentos de rega, como as válvulas, controladores e tubagens, deve ser efetuada com base no projeto e nas necessidades específicas do sistema, deve-se ter este cuidado depois de ser elaborado o dimensionamento agronómico e necessidades hídricas.

6. Instalação:

O aprovisionamento de água e períodos críticos de escassez deve ser previsto. A instalação de depósitos adequa-se a esta finalidade. No projeto prevê-se a instalação de um depósito de 5 m³ de água, com as funções de armazenamento e evitar subcarga no sistema de bombagem, que irá alimentar o circuito de rega.

A divisão da área de ensaio em dois setores visou maximizar a rega experimental durante o estudo, utilizando um cabeçal equipado com sistema de comunicação

por Wi-Fi, que recebe informações de uma estação remota de rega (iURU), controle da válvula geral e 2 válvulas hidráulicas por setor (Figura 28).

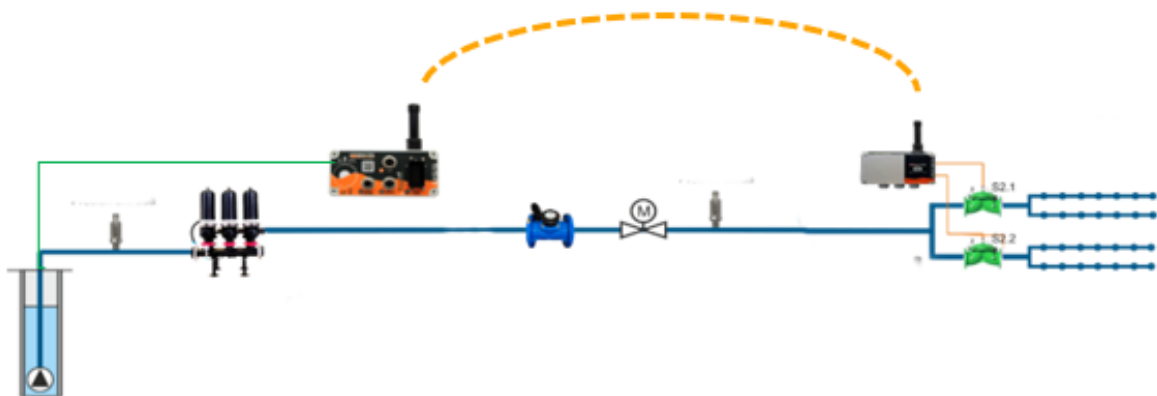


Figura 28 - Esquema de circuito e comunicação do sistema de rega a instalar.

7. Testes e Ajustes:

Devem realizar-se testes para garantir que todos os componentes estão a funcionar corretamente.

Deve-se ajustar a pressão da água, se necessário, para garantir uma distribuição uniforme.

Em conformidade com o dimensionamento, segundo Camilo-Alves et al. (2020) nos primeiros anos existe uma necessidade hídrica entre os 20 a 45 m^3 / ha / semana, considerando os 15 m^3 / ha / semana com frequência de 4 vezes por semana para um furo de débito de 3000 l/h e um depósito de 5 m^3 :

Litros por semana para 5606 m^2 :

$$15000 \text{ l} * 5606 \text{ m}^2 / 10000 \text{ m}^2 = 8409 \text{ l por semana}$$

Por frequência de rega:

$$8409 \text{ l} / 4 = 2102 \text{ litros por dia}$$

Com estes resultados apresentados podemos afirmar que o sistema tem capacidade para regar os sobreiros, nos períodos de pouca ou nenhuma precipitação. A sua eficiência pode ser melhorada usando sondas de humidade de forma a regular a

dotação adequada para o tipo de solo e condições do mesmo presente na área de estudo.

4.6. Análises de solo

O solo foi caracterizado como Luvissoilo. Foram efetuadas 6 amostras compostas de solo, em três localizações distintas do local em estudo, 3 amostras à profundidade de 20 cm e as restantes 3 à profundidade de 40 cm (Figura 29). A opção por realizar análises de solo a distintas profundidades deve-se ao objetivo de garantir melhor detalhe e caracterização da área de plantação.

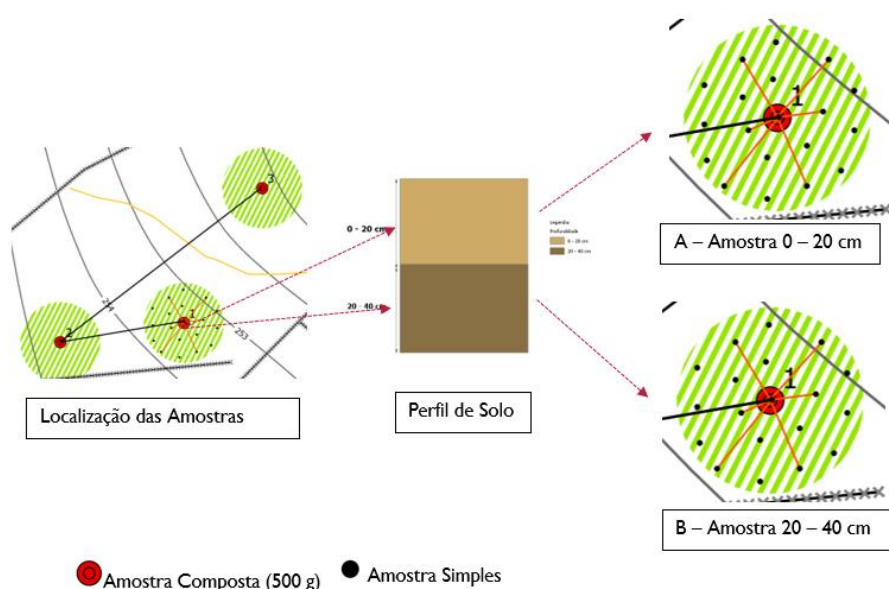


Figura 29 - Local e profundidade de colheita das amostras de solo em 2 profundidades

A profundidade de colheita de amostras é variável conforme a cultura, neste caso, aplicou-se uma amostragem em 2 profundidades, dos 0- 20 cm para a fase inicial de instalação da planta, e dos 20 – 40 cm para avaliar o impedimento químico e físico do solo para o desenvolvimento posterior do sistema radicular (Figura 29).

Para a execução da colheita de amostras foi utilizado um berbequim elétrico, e uma broca helicoidal de 600 mm com diâmetro de 20 mm (Figura 30).



Figura 30 - Berbequim com broca helicoidal utilizado para obtenção das amostras de solo.

Analisando a Figura 31 conseguiremos ter uma melhor percepção dos diferentes valores de pH e de matéria orgânica, tanto a nível de profundidade bem como a sua distribuição ao longo da parcela em estudo.

Cada amostra foi identificada com uma etiqueta contendo o nome, número, cultura, proprietário, localização e outras informações. As amostras foram entregues no laboratório da Escola Superior Agrária de Elvas, para avaliação físico-química do solo.

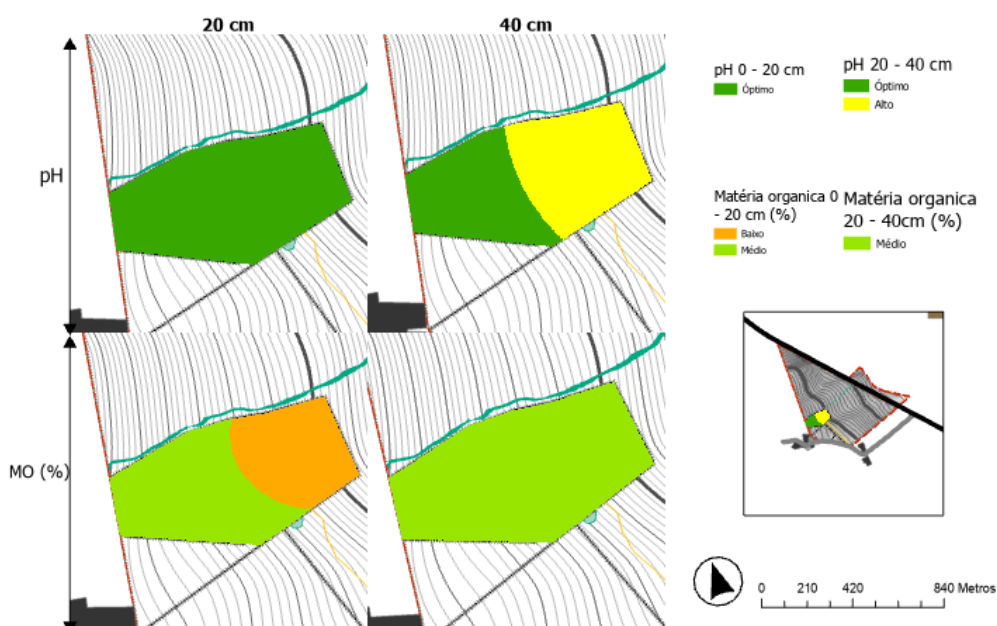


Figura 31 - Mapa de tendência das análises de solo do pH e matéria orgânica

4.6.1. Análise de solo

Os resultados obtidos das análises de solo (anexo 7) permitiram espacialmente perceber que a zona de estudo está dentro dos parâmetros desejados e que se encontram referenciados no manual de fertilização de Sobreiro do INIAV (INIAV, 2022).

Vila-Viçosa (2023), em informação pessoal, referiu que este é um bom solo para o desenvolvimento do sobreiro, tendo em conta que o pH neutro poderia ser limitante, podendo ser corrigido naturalmente com uso de coberturas e corretivos orgânicos.

A análise de solos mostra que os solos foram fosfatados em tempos anteriores (Anexo7). Os valores apresentados são elevados, uma vez que esta área foi usada como pastagem para melhorar a qualidade do solo, sendo a informação confirmada pelo produtor que referiu os trabalhos de adubação e sementeira há cerca de vinte anos.

4.7. Alternativas

A importância da avaliação da área de instalação, é de extrema importância, pois permite adaptar estratégias focadas na sustentabilidade e bioproteção. Podemos ter de ajustar a área de forma a equilibrar os recursos disponíveis, e criar áreas favoráveis ao regadio e outras que permitam o desenvolvimento ecológico.

O produtor deve ter consciência de que as alternativas podem não ser de altos rendimentos financeiros, mas que melhoram a rentabilidade para o cenário de partida, e que contribuem para o melhoramento do próprio local e favorecem ecologicamente as sub-parcelas.

4.7.1. Compassos de plantação

Segundo o estudo “REGASUBER”(GoRegaCork, 2019) é recomendado o compasso de 4 x 4 m (625 árv/ ha) ou o 3 x 3 m (1111 árv/ha). Este último compasso é aconselhável mesmo em ambientes de sequeiro. Há rentabilização do espaço, promoção do crescimento em altura das árvores e redução da cobertura herbácea e arbustiva no solo, evitando as limpezas recorrentes do mato. Permite manter densidade considerável

de árvores, mesmo em situações de eventos de mortalidade das plantas. No futuro, quando as árvores entrarem em competição, os desbastes podem ser conduzidos para a seleção dos melhores exemplares. Esta competição normalmente só se verifica após muitos anos, já com árvores em fase de produção, mesmo em sequeiro.

Para este projeto optou-se pelo compasso de 3 x 3, em alternativa ao compasso de 4 x 4 ou outros por permitir maior densidade de árvores no futuro, com maior capacidade futura de seleção das árvores com bons indicadores dendrométricos e de qualidade de cortiça.

4.7.2. Preparação do terreno

Para a instalação do povoamento, a limpeza de terreno pode ser efetuada com corta-matos, para reduzir o risco de erosão do solo e evitar grandes mobilizações que reduzem o teor de matéria orgânica. Em alternativa podemos usar uma mobilização superficial para evitar a mobilização nos horizontes do solo mais profundos. A ripagem deve ser efetuada na linha de plantação criando a 'keyline', tendo como principal objetivo potenciar a infiltração de água e facilitar o desenvolvimento em profundidade das raízes das árvores a instalar. A profundidade de ripagem deve ser a um metro, utilizando um dente de ripagem.

4.7.3. Tipo de rega

A rega gota-a-gota é recomendada, pela sua sustentabilidade (eficiência entre 80-95%) e precisão.

Neste projeto optou-se pela rega gota-a-gota de superfície, contudo pode-se ter a alternativa de rega subterrânea, sendo que esta alternativa tem maiores custos iniciais de instalação do povoamento e deve-se escolher o material com características adequadas ao tipo de instalação.

No ensaio da REGASUBER 2014 este sistema de rega em profundidade, eliminou o desperdício de água por evaporação, limitou o crescimento de plantas infestantes, facilitando a realização da limpeza das parcelas. A manutenção do sistema de rega em

profundidade pode ser mais complexo, mas a sua aplicação ao estudo REGASUBER provou que tem requerido pouca manutenção (GoRegaCork, 2019).

4.7.3.1. Gotejadores

No projeto, optou-se pela escolha de gotejadores incorporados na tubagem, embora não existam atualmente no mercado com as medidas de compasso de plantação a utilizar (3 x 3), é uma alternativa rápida e permite criar na linha zonas de melhoramento vegetativo controlado (por exemplo com rosmaninho, sargaço, esteva).

Em alternativa, poderia ter-se optado por gotejadores acopláveis. Estes permitem a instalação dos gotejadores consoante as necessidades das plantas, mas exigiria mais tempo de instalação e preços menos acessíveis.

4.7.4 Inoculação das plantas

A inoculação a aplicar neste projeto, por ser a mais económica e ao alcance de muitos produtores, foi uma inoculação direta na sementeira (Figura 32), com esporos de fungos pioneiros, para dar início à micorrização das plantas em viveiro. A inoculação de plantas em viveiro permite ter melhor controlo sobre o desenvolvimento das plantas, assim como permite a monitorização do desenvolvimento da existência da micorrização, pois é possível observar as raízes sem destruir as plantas.



Figura 32 - Inoculação de sobreiros em tabuleiros alveolares, em viveiro, com esporos de *Pisolithus* sp.

Em alternativa, pode-se fazer a inoculação pós-plantação, no local, mas será mais trabalhosa pois exige cavar na zona radicular das árvores a inocular; por outro lado, não facilita a monitorização, pois não há forma de isolar os organismos inoculados de outros existentes no local e a observação das raízes é difícil sem a destruição da capacidade de sobrevivência das árvores na fase de instalação.

4.7.5 Cenários alternativos

Tendo em conta a instalação, existem 3 cenários de rega que podem ser adoptados conforme a avaliação e decisão do produtor.

Podemos optar por um tratamento em que o sistema de rega irá ser removido (desmame) após a retirada da cortiça amadia, outro após a secundeira e por último, após a tiragem da primeira cortiça virgem (desboia). Este tópico será desenvolvido no subcapítulo 5.5.

5. Implementação e controlo do projeto

A gestão do montado na propriedade deve ser desenvolvida para garantir a sua sustentabilidade e a maximização dos benefícios económicos, ambientais e sociais. Serão apresentadas estratégias de gestão que podem ser adotadas na propriedade para promover a gestão sustentável do montado.

5.1. Monitorização do povoamento

Considerando os principais indicadores dendrométricos dos sobreiros, das variáveis apresentadas no capítulo 2.4, decidiu-se que para este projeto serão observados o diâmetro do colo e da altura das plantas para monitorização das árvores em viveiro. Após a instalação do ensaio, serão monitorizadas 40 árvores (10 por cada modalidade em estudo), registando-se o DAP e a altura na fase juvenil do povoamento; mais tarde incluir-se-á o registo da espessura de casca, assim como o raio de copa. A partir destas variáveis dendrométricas, podem-se calcular outras de interesse para a

gestão dos povoamentos, tais como o volume do tronco e a área de projeção da copa. No anexo 8 pode-se consultar a folha de registos que foi preparada para o registo e posteriores cálculos das variáveis dendrométricas.

5.1.1. Observações micológicas

A metodologia a aplicar na monitorização micológica em montado de regadio não tem precedentes. As frutificações de macrofungos são dependentes das condições locais, mas também das oscilações anuais e interanuais de temperatura e precipitação, daí ser difícil construir bases de dados. Neste contexto, optou-se por implementar um sistema duplo de observações:

1 – Na área sob a projeção de copa das 40 árvores a monitorizar, far-se-á a observação das frutificações de macrofungos com valor comercial, listando-se as espécies e a abundância relativa (numa escala de 1 a 5, sendo 5 correspondente a máxima abundância observada e 1 a exemplares individuais).

2 – Far-se-ão percursos de observação na área do povoamento a instalar, com passagem em todas os talhões (regadio x inoculação) do ensaio, registando-se a ocorrência de macrofungos com valor comercial em cada parcela de observação.

3 - Para identificar os fungos corretamente deve-se seguir a metodologia descrita no subcapítulo 2.1.1, e efetuar o seu registo numa folha como no anexo 8.

Estas observações serão efetuadas quando as condições meteorológicas sejam favoráveis à frutificação dos cogumelos, a sua frutificação pode ser variável de ano para ano, sendo as variáveis meteorológicas importantes para o sucesso da frutificação.

No ano de 2022, foram observadas frutificações espontâneas em praticamente todo o território nacional sendo muito superior que o ano de 2023. Esta variação de frutificação foi observada por muitos coletores de cogumelo, afirmando que a frutificação não se verificou em locais que em 2022 tinham boa frutificação (Jelyazkov, 2023).

5.1.1.1. Percurso de observação micológica

Foi criado um mapa (Figura 33) Figura I I que divide a parcela em partes iguais de aproximadamente 1 ha, por cada talhão será feito um registo individual, contabilizando as espécies existentes.

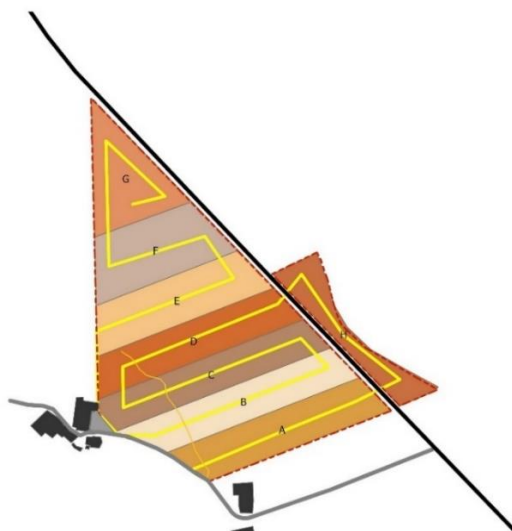


Figura 33 - Mapa de percursos de observação micológica

5.1.2 Monitorização e avaliação do montado

A monitorização e avaliação do montado, incluindo povoamentos de *Quercus suber*, desempenham um papel fundamental na gestão sustentável desses ecossistemas. O sobreiro, é uma espécie de grande importância ecológica e económica em Portugal, principalmente na região da Bacia do Mediterrâneo (Costa et al., 2018).

A implementação de um plano de monitorização adequado permite acompanhar o estado de saúde das árvores, identificar potenciais ameaças, como o declínio associado ao stresse biótico e abiótico, e tomar medidas preventivas e corretivas. Nesse sentido, a avaliação regular dos sobreiros, por meio de técnicas como análises foliares e de solo, pode proporcionar informações valiosas sobre o seu crescimento e desenvolvimento (Costa et al., 2018).

Além disso, a colaboração entre a investigação científica e a prática de gestão florestal é crucial. A aplicação de inoculantes microbianos, como os fungos

ectomicorrízicos, em viveiros florestais pode ser uma estratégia promissora para melhorar a saúde e a resistência das árvores, incluindo o sobreiro, em diferentes condições ambientais (Ramos et. al., 2018).

Ecossistema, indicadores a monitorizar:

- Taxa de sucesso das plantações e regeneração (para retanchas etc.); Taxa de sobrevivência e ocorrência das plantas, fauna, biodiversidade, serviços de ecossistema;
- Solo (análises de solo periódicas (1 ano);
- Escolher estações de monitorização de crescimento de indivíduos (sobreiros, etc.), assim como rede de sobreiros a acompanhar;
- Estabelecer conjunto de indicadores de base (ex.: biomassa, biodiversidade, regeneração natural, produção de cortiça, sombra);
- Monitorizar com satélite ou drone.

Clima:

- Variáveis climáticas na herdade;
- Reajustar/atualizar a modelação das alterações climáticas e evolução dos tratamentos.

Socioeconómico:

- Acompanhamento de tendências de mercado. Atualização da viabilidade de mercado de produtos ou serviços em exploração. Estar atento a oportunidades de inovação.

5.2. Procedimento técnico no registo de informação

O registo de informações observadas em campo permite ao técnico/ produtor documentar e armazenar dados relevantes durante a atividade ou trabalho realizado em ambiente externo, isto pode ocorrer em diversas áreas, neste processo, pretende-se registar as espécies vegetais e micológicas na área escolhida, neste caso a que envolve todo o local onde se vai realizar a plantação de *Quercus suber* inoculado.

É fundamental desenvolver folhas de registo de dados, assim como ferramentas de cálculos e de apoio à decisão na gestão de alternativas de produção. As ferramentas de gestão de dados cartográficos também são uma mais-valia para registo de dados e apoio à decisão do produtor.

5.3. Recursos

5.3.1 Materiais e equipamentos

A implementação bem-sucedida do projeto de instalação de povoamento de sobreiro inoculado com o fungo *Pisolithus arhizus* em sistema de regadio requer uma gama de materiais e equipamentos cuidadosamente selecionados. Estes elementos são essenciais para garantir a adequada germinação, crescimento e monitorização das árvores a instalar, a inoculação, bem como para facilitar a plantação e manutenção das árvores adultas no campo (Quadro 10).

Quadro 10 – Equipamentos e materiais a serem utilizados

Germinação		Plantação/Instalação	
Material e Equipamento	(n.º)	Material e Equipamento	(n.º)
Bolotas (lande)	1000	Trator de 80 CV	1
Substrato	200 kg	Ripper de trator	1
Alvéolos (Tubetes)	25	GPS	1
Estufa / viveiro	1	Tubos PVC de 32 mm PN6	100 m
Inoculação		Tubo gota-a-gota	800 m
Forno	1	Vedação	200 m
Seringa de culinária	2	Postes	200
Garrafa de vidro de 500ml	1	Mini retroescavadora	1
<i>Pisolithus sp.</i>	2	Depósito de 5m ³	1
Placas de Petri	100	Filtros	1
Dextrose	1	Bomba 0.75 kw	1
Maltose	1	Regulador de pressão	1
Água destilada	1	Electroválvulas	2
Agar	1	Válvula de ar	2
Bisturi/lâminas	20	4 torneiras	3
Álcool	1	Sensor de humidade	4
Lixivia 5L	1	Programador	1
		Berbequim	1
		Broca helicoidal	1

5.4. Indicadores económicos/financeiros

Ao avaliar os custos médios de instalação e manutenção, vários indicadores económicos e financeiros podem ser úteis para fornecer uma visão abrangente e fundamentar as decisões (Quadro 10).

Quadro 10 - Premissas de análise (Pinheiro, 2023)

Premissas de análise	
Período de análise: 75 anos	Taxa de desconto, atualizada: 3%
Duração da rega: • Até à tiragem da cortiça virgem • Até à tiragem da cortiça secundária • Até à tiragem da cortiça amadia	Despesa anual (ha): • Sem rega 40€ • Com rega 285€ • Com rega 785€ (valor atualmente hipotético, mas poderá tornar-se real devido ao aumento do custo de produção, por ex.: energia)
Tiragem da cortiça: • Primeiro descortiçamento aos 12 anos • Enquanto durar a rega de 7 em 7 anos • Após desmame de 9 em 9 anos	Sistema de produção: a rega tem objetivo de garantir a sobrevivência das árvores e a antecipação da primeira tiragem de cortiça
Preços da cortiça (rendimento líquido para o produtor): • 30€/@ • 40€/@	Quantidades de cortiça produzida: Cálculos com base na produção média por árvore
Investimento inicial: • 3200 €/ha • 6700€/ha	

5.4.1. Rentabilidade do montado

A rentabilidade do montado refere-se à capacidade de gerar lucro ou retorno financeiro a partir da gestão sustentável de um montado.

A rentabilidade do montado pode depender de vários fatores para este projeto, incluindo:

- Produção de cortiça: se o montado inclui sobreiros, a produção de cortiça é um dos principais componentes de rentabilidade. A cortiça é extraída a cada 9 anos

(na legislação em vigor atualmente), e o processo sustentável de colheita pode gerar receitas significativas.

- Pastoreio: o pastoreio de gado nas áreas entre as árvores pode ser uma fonte adicional de renda. O montado oferece condições para pastagem durante várias épocas do ano, contribuindo para a produção pecuária (ovinos e caprinos).
- Produção de bolotas: em montados com azinheiras, a produção de bolotas pode ser uma fonte de renda, especialmente para a produção de carne de porco de bolota, um produto tradicional em algumas regiões. A bolota de azinheira tem vindo também a ser utilizada na produção de farinhas para alimentação humana, com potencial para se tornar num produto com elevado valor acrescentado.
- Produção de cogumelos silvestres: a produção de cogumelos silvestres pode ser uma atividade adicional em montados, proporcionando uma fonte de renda adicional e diversificando as atividades agrícolas. Os cogumelos silvestres são apreciados na culinária devido ao seu sabor único e propriedades nutricionais.
- Turismo rural: algumas propriedades de montado podem explorar o potencial do turismo rural. A beleza natural do montado, combinada com atividades como caminhadas, observação de aves e atividades agrícolas, podendo atrair turistas e gerar receitas adicionais.
- Programas de subsídios e incentivos: em muitos países, existem programas de subsídios e incentivos para práticas agrícolas sustentáveis e gestão florestal sustentável. A participação nestes programas pode melhorar a rentabilidade. A certificação da gestão sustentável da floresta e dos produtos obtidos a partir de florestas sustentáveis (PEFC e FSC) também pode contribuir para maior rentabilização do montado.
- Diversificação de culturas: além das atividades tradicionais, a diversificação de culturas pode contribuir para a rentabilidade. Isso pode incluir a plantação de

outras culturas compatíveis com o ambiente do montado, bem como ervas aromáticas e outros produtos, como os frutos silvestres e os espargos.

Considerando que não existem modelos de estimativa de rendimento para Portugal (ver capítulo 2.6.2), decidiu-se efetuar uma sondagem no fórum “Cogumelos silvestres do Sudoeste” para procurar o preço médio de venda de cogumelos. Obtiveram-se 35 respostas, sendo que aproximadamente 70% dos peritos, indicou preços de venda de cogumelos frescos entre os 20€/Kg e os 30€/Kg, podendo em alguns casos subir para 35€/kg. Numa entrevista realizada com um perito/coletor de cogumelos foi referido que a produção de cogumelos seria de 10 kg/ha/ano (num ano mau) a 60 kg/ha/ano (num ano bom).

Os resultados mais detalhados podem ser consultados no anexo 15 e 16.

Para este projeto considerou-se que os principais produtos a obter serão a cortiça e os cogumelos, pelo que os cálculos de indicadores económicos serão centrados em apenas estas 2 componentes. No quadro seguinte (Quadro 11) apresentam-se os resultados dos cálculos efetuados para o cenário de sequeiro e regadio, para o peso da cortiça, considerando o estudo de Paulo & Tomé (2014).

As estimativas de produção e rendimento de cortiça (Quadros 12 a 14) foram efetuados tendo como base nas premissas de Pinheiro (2023) para os cenários de sequeiro (generalização de um cenário pessimista, de más condições de crescimento) e regadio (generalização de um cenário otimista, com boas condições de crescimento), com o preço da cortiça a 30 euros (Lage, 2005).

Quadro 11 - Produção de cortiça (@) virgem, secundeira e amadia, para um povoamento (1ha) com 100 árvores, com cenários de baixa produção (sequeiro) e de boas produções (regadio). (adaptado de Paulo & Tomé, 2014).

Cenário	Virgem		Secundeira		Amadia	
	1 árvore	1ha	1 árvore	1ha	1 árvore	1ha
Sequeiro	0.1	10	0.5	50	2	200
Regadio	1	100	1.3	130	5	500

Quadro 12 - Estimativa do rendimento de montado (100 árvores/ha), no período de 9 anos, para cortiça virgem e cogumelos, considerando os cenários de sequeiro (baixas produções) e regadio (boas produções).

Cenário	Cortiça (@) Virgem	Cogumelos (kg)	Rendimento (€)		
			Cortiça	Cogumelos	Total
Sequeiro	10	45	125	1125	1250
Regadio	100	270	1250	6750	8000

*Produção média de cortiça por árvore: 0,1 a 1 @; valor médio de mercado de 12,5 €; Preço de mercado de cogumelos frescos: 25 €

Quadro 13 - Estimativa do rendimento de montado (100 árvores/ha), no período de 9 anos, para cortiça secundária e cogumelos, considerando os cenários de sequeiro (baixas produções) e regadio (boas produções)

Cenário	Cortiça (@) Secundária	Cogumelos (kg)	Rendimento (€)		
			Cortiça	Cogumelos	Total
Sequeiro	50	90	1350	2250	3600
Regadio	100	540	2700	13500	16200

* Produção média de cortiça por árvore: 0,1 a 1 @; valor médio de mercado de 27 €; Preço de mercado de cogumelos frescos: 25 €

Quadro 14 - Estimativa do rendimento de montado (100 árvores/ha), no período de 9 anos, para cortiça amadia e cogumelos, considerando o cenário de sequeiro (baixas produções) e regadio (boas produções).

Cenário	Cortiça (@) Amadia	Cogumelos (kg)	Rendimento (€)		
			Cortiça	Cogumelos	Total
Sequeiro	200	90	6000	2250	8250
Regadio	500	540	15000	13500	28500

* Produção média de cortiça por árvore: 2 a 5 @; valor de mercado de 30 €; Preço de mercado de cogumelos frescos: 25 €

5.4.2. Apoios

Existem diversos tipos de apoios disponíveis para projetos, e a natureza do suporte pode depender do tipo de projeto, a sua finalidade e a região geográfica de implementação. Em seguinte apresentam-se alguns exemplos de apoios disponíveis para projetos:

Financiamento Público e Privado:

- Subsídios governamentais: muitos governos oferecem subsídios para projetos que contribuam para o desenvolvimento econômico, social, cultural ou científico. Neste tipo de apoio existem alguns mais específicos para este tipo de operação, segundo a nova PEPAC_PORTUGAL:

Inserido no 1º pilar, do PEPAC, no Eixo A – Rendimento e sustentabilidade, domínio A.3 – SUSTENTABILIDADE:

A.2.1 - Pagamento aos pequenos agricultores

A.2.2 - Apoio redistributivo complementar

Inserido no 2º pilar, do PEPAC, no Eixo C – Desenvolvimento rural, domínio C.1 -Gestão ambiental e climática e no Eixo D -Abordagem territorial integrada

C.1.1.1.1.1 - Conservação do solo – Sementeira direta

C.1.1.1.1.3 – Conservação do solo - Pastagens Biodiversas

C.1.1.1.2 - Uso eficiente da água

C.1.1.2.1 - Montados e Lameiros

C.1.1.3 - Mosaico Agroflorestal

D.2.2 – Gestão do Montado por Resultados

Para identificar quais os apoios possíveis de acumular, pode-se consultar o Anexo II.

Podem existir bolsas de investigação tratando-se de um projeto com prática de estudo e recolha de dados.

- Investidores privados: empresas e investidores privados podem fornecer financiamento para projetos inovadores ou com potencial comercial, projetos de apoio à inovação.

Os investidores privados são um suporte importante para determinadas tarefas, neste caso para o desenvolvimento inicial do projeto, a Corticeira Amorim demonstrou

total interesse e contribuiu com apoio ao fornecer 200 sobreiros de forma a corrigir falhas no número de plantas germinadas. Existem outros contributos a nível de equipamentos.

Os apoios podem ser de uma forma técnica, como ajuda na identificação de macrofungos, identificação de plantas e outras componentes da gestão florestal.

5.5. Cronograma

A Figura 34 representa cronologicamente o processo de desenvolvimento do projeto. A numeração indica os objetivos correspondentes ao cronograma:

2. Objetivos principais:
 - 2.1. De 2022 a 2026, a sementeira será utilizada para iniciar o projeto e manter plantas novas inoculadas para a retancho. A sementeira prolonga-se para além do plano, pois o viveiro local servirá para a multiplicação de plantas autóctones.
 - 2.2. A produção de inóculos acompanha a sementeira para que possamos manter exemplares no viveiro. O levantamento total de fungos será realizado antes e depois da instalação, para criar um modelo de gestão micológica. A monitorização será realizada após a instalação e, ao longo de mais de dez anos, acompanhará o levantamento micológico.
3. A gestão da plantação será efetuada entre o período de 2023 a 2024.
4. Os Objetivos específicos foram efetuados pré-projecto, o 4.1 que terá um período compreendido entre 2022 e 2027, o 4.3 foi elaborada no ano de 2022 e o 4.4. inicia no período em que se irá realizar a gestão da plantação.

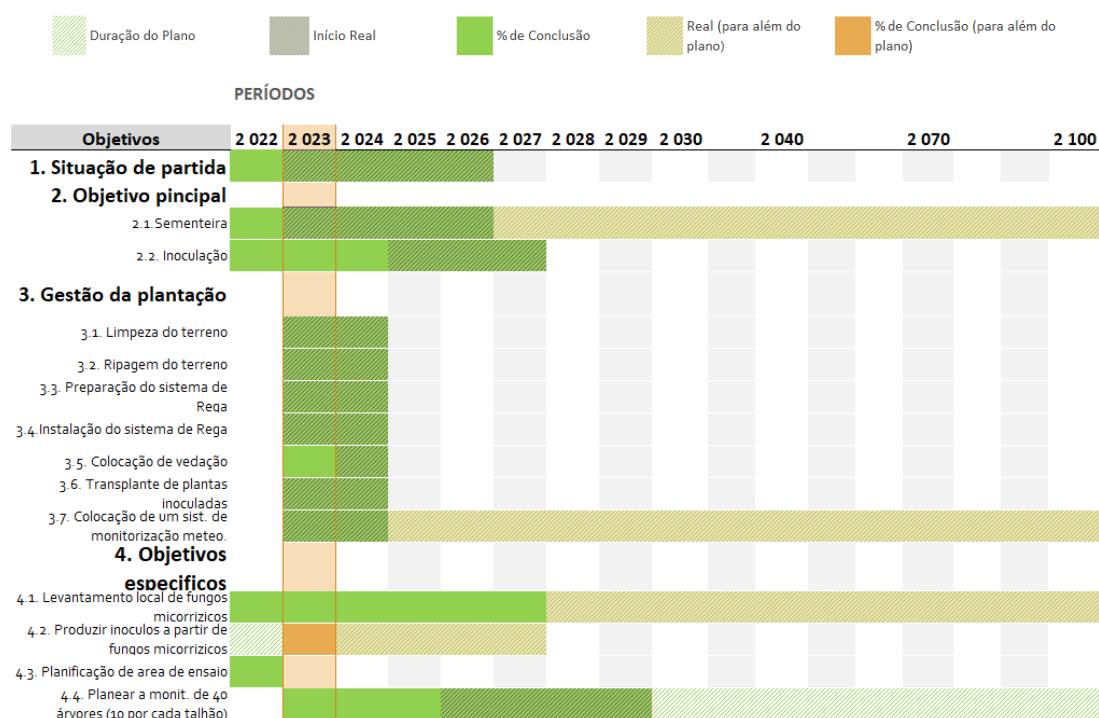


Figura 34 - Cronograma de desenvolvimento do projeto

6. Considerações finais

Muitos serão os desafios e (im)possibilidades na elaboração deste projeto, observa-se uma elevada subida dos preços dos produtos e serviços na instalação de novos povoamentos. Neste contexto, pretende-se criar modelos que possibilitem uma abordagem integrada e realizar operações que não afetem negativamente a produtividade, obter maior sustentabilidade e multifuncionalidade florestal. Mesmo com este desafio, podemos, empiricamente, perceber que a rega melhora o desenvolvimento de povoamentos e que a existência de simbiose entre as plantas e fungos micorrízicos aumenta a absorção de nutrientes, diminui o stress hídrico provocado por períodos prolongados de seca e serve como proteção de doenças.

Neste projeto criaram-se metodologias e critérios importantes para a instalação de montados em sistema de rega com inoculação das árvores, procurou-se adaptar as dificuldades na micorrização no contexto produtivo, adotando metodologias de fácil aplicação. Sabe-se que a instalação requer compreender o conceito da gestão do solo e minimizar perturbações, que podem provocar a diminuição da microbiologia do solo. Desta forma, é apresentado um espaço experimental para perceber os benefícios da

rega em combinação com a micorrização, pois o uso de duplo aproveitamento, permite aumentar os níveis de rentabilização do espaço e assim fortalecer a nível ecológico, nível económico e social.

No viveiro (estufa) da ESAE foram colocadas 50 plantas com os diferentes tratamentos de inoculação das árvores, estando no momento da elaboração deste trabalho escrito em fase de avaliação. Houve dificuldade em efetivar a inoculação em laboratório, pois é um procedimento extremamente rigoroso e o trabalho requer uma atmosfera controlada e livre de outros agentes que possam criar contaminações. A inoculação laboratorial é um processo caro e muito exigente em recursos para um produtor, logo pretendeu-se a adaptação de métodos que permitam facilitar a inoculação sem necessidade de ambiente laboratorial.

O aumento da quantidade de sementes colhidas, cria limitações no controlo de qualidade e conservação; neste contexto, conclui-se que será necessário obter equipamento para a conservação de sementes de sobreiro. É desejável melhores condições para a germinação, investindo futuramente num sistema de rega de forma a evitar problemas de stress hídrico no viveiro da propriedade. É preciso criar condições que evitem choques térmicos e amenizem o impacto de doenças e pragas, para diminuir os riscos de morte e os custos relacionados com fitofármacos.

A criação de uma área destinada a viveiro temporário de sobreiros, a produzir a partir das bolotas das melhores árvores locais, permitirá obter melhor capacidade de resolver problemas de retanha, facilitando também o método de inoculação direta, misturando os esporos no substrato.

A área de estudo e os resultados previsíveis a obter são importantes para a ciência e o conhecimento do montado, pois permitirá criar um laboratório ao ar livre e, ao mesmo tempo, o produtor usará os dados para a instalação de futuros povoamentos e aproveitará os recursos produzidos para seu benefício.

Os resultados financeiros estimados são promissores, indicando que o projeto terá boa rentabilidade e potencial para ser desenvolvido.

Desta forma, pode concluir-se que existe a necessidade de manter o desenvolvimento do projeto por mais tempo, permitindo aumentar o âmbito e número de observações. Os estudos centrados em espécies florestais e micorrização requerem

um acompanhamento ativo ao longo do seu desenvolvimento, que é biologicamente longo. Só assim será possível obter informações importantes para o futuro do montado e possibilitar a criação de núcleos experimentais, em distintas características orográficas e edafoclimáticas.

7. Bibliografia

- Alexander, I. J., & Fairley, R. I. (1983). Effects of N fertilisation on populations of fine roots and mycorrhizas in spruce humus. Em D. Atkinson, K. K. S. Bhat, M. P. Coutts, P. A. Mason, & D. J. Read (Eds.), *Tree Root Systems and Their Mycorrhizas* (pp. 49–53). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-009-6833-2_5
- Alves, C. C., Barroso, M.J., Vaz, M. & Pinheiro, N.A. (2022). *Materiais*. <https://www.goregacork.uevora.pt/materiais/> (consultado em 20-07-2023)
- Associação Nacional de Conservação da Natureza (Quercus) (2020). *A Importância dos Montados de Sobro em Portugal – Quercus*. Consultado em: <https://quercus.pt/2021/03/08/a-importancia-dos-montados-de-sobro-em-portugal/> (consultado em 20-07-2023)
- Associação Portuguesa da Cortiça (APCOR) (2019). *Cortiça-matéria-prima*. Consultado em: https://www.apcor.pt/wp-content/uploads/2019/02/CORTI%c3%87A-mat%c3%a9ria-prima_PT.pdf (consultado em 20-11-2023)
- Associação Portuguesa da Cortiça (APCOR) (2018). O Território. *Montado de Sobro e Cortiça*. <https://montadodesobroecortica.pt/o-montado/o-territorio/> (consultado em 01-07-2023)
- Baptista-Ferreira, J. (2013). *Guia do Coletor de Cogumelos*. Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural. <https://www.icnf.pt/api/file/doc/7a3495dcc4432a1a>. (consultado em 21-10-2023)
- Bonfante, P., & Genre, A. (2010). Mechanisms underlying beneficial plant–fungus interactions in mycorrhizal symbiosis. *Nature Communications*, 1(1), Artigo 1. <https://doi.org/10.1038/ncomms1046> (consultado em 01-07-2023)
- Bougher, N. L., Grove, T. S., & Malajczuk, N. (1990). Growth and phosphorus acquisition of karri (*Eucalyptus diversicolor* F. Muell.) seedlings inoculated with ectomycorrhizal fungi in relation to phosphorus supply. *The New Phytologist*, 114(1), 77–85. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1990.tb00376.x> (consultado em 01-07-2023)
- Bougher, N. L., & Malajczuk, N. (1990). Effects of High Soil Moisture on Formation of Ectomycorrhizas and Growth of Karri (*Eucalyptus diversicolor*) Seedlings Inoculated with *Descolea maculata*, *Pisolithus tinctorius* and *Laccaria laccata*. *The New Phytologist*, 114(1), 87–91.

- Broadley, M., Brown, P., Buerkert, A., Cakmak, I., Cooper, J., Eichert, T., Engels, C., Fernández, V., Kirkby, E., George, E., Hawkesford, M., Horst, W., Huber, D., Kichey, T., Ludwig, B., Ma, J. F., Marschner, P., Neumann, E., Neumann, G., Scherer, H., Schlecht, E., Rengel, Z., Römheld, V., Schjoerring, J., Møller, I. S., Weinmann, M., White, P., Wiesler, F. & Zhao, F. (2012). Contributing Authors. Em P. Marschner (Ed.), *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants (Third Edition)* (p. xi). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384905-2.00025-X>
- Brundrett, M. (1991). Mycorrhizas in Natural Ecosystems. *Advances in Ecological Research*, 21, 171–313. [https://doi.org/10.1016/S0065-2504\(08\)60099-9](https://doi.org/10.1016/S0065-2504(08)60099-9)
- Brundrett, M., Bougher, N., Dell, B., Grove, T., & Malajczuk, N. (1996). *Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture*. <https://doi.org/10.13140/2.1.4880.5444>
- Camilo-Alves, C., Nunes, J., Poeiras, A. P., Ribeiro, J., Dinis, C., Barroso, J., Vaz, M., & Ribeiro, N. A. (2022a). Influence of water and nutrients on cork oak radial growth – looking for an efficient fertirrigation regime. *Silva Fennica*, 56. <https://doi.org/10.14214/sf.10698>
- Camilo-Alves, C., Dinis, C., Vaz, M., Barroso, J. M., & Ribeiro, N. A. (2020). Irrigation of Young Cork Oaks under Field Conditions—Testing the Best Water Volume. *Forests*, 11(1), Artigo 1. <https://doi.org/10.3390/f11010088>
- Camilo-Alves, Barroso, J. M., Vaz, M., & Ribeiro, N. A. (2022b). *Materiais*. <https://www.goregacork.uevora.pt/materiais/> (consultado em 02-12-2023)
- CAOP (2023). Carta Administrativa Oficial de Portugal - CAOP 2023. <https://www.dgterritorio.gov.pt/Carta-Administrativa-Oficial-de-Portugal-CAOP-2023> (consultado em 02-05-2023)
- Castellano, M. A. (1994). Current status of outplanting studies using ectomycorrhiza-inoculated forest trees. *Mycorrhizae and plant health*. <https://cir.nii.ac.jp/crid/1573950400142677888> (consultado em 02-12-2023)
- Carvalho, J. P. F.; Pinto, G.; Silva, C. (2020). Colheita e Processamento de Frutos e Sementes de Espécies Florestais Autóctones. UTAD-ICNF. ISBN: 978-989-704-182-2. <https://www.researchgate.net/publication/344954188> (consultado em 05-12-2023)
- Carvalho, M. (2023). Gestão de Montado / Tertula do Montado Sessão apresentada em 4ª edição Sanidade do Montado, Grândola

- Carvalho, P. D. S. (2016). *Studies of mycorrhizal associations in Cistaceae from a maritime pine forest: Ecological and biotechnological approach* [masterThesis]. <https://estudogeral.uc.pt/handle/10316/3217> (consultado em 27-09-2023)
- Centro Nacional de Sementes Florestais (CENASEF)(2014). *Regras básicas para o manuseamento de sementes florestais*. Divisão de Apoio à Produção Florestal e Valorização de Recursos Silvestres - CENASEF <https://www.icnf.pt/api/file/doc/13c1d1b961119aed> (consultado em 03-12-2023)
- Costa, A. (2018). *Descortiçamento dos sobreiros—Algumas noções para uma exploração racional*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21853.05606>
- Costa, D., Tavares, R. M., Baptista, P., & Lino-Neto, T. (2018). Diversity of fungal endophytic community in *Quercus suber* L. under different climate scenarios. *Revista de Ciências Agrárias*, 41(spe), Artigo spe. <https://doi.org/10.19084/rca.17063>
- Costa, J., Aguiar, C., Capelo, J., Lousã, M., & Neto, C. (1998). Biogeografia de Portugal Continental. *Quercetea*. ISSN 0874-5250, p. 5-56
- Danielson, R. M. (1985). Mycorrhizae and Reclamation of Stressed Terrestrial Environments. Em *Soil Reclamation Processes Microbiological Analyses and Applications*. 173-201 CRC Press. <https://eurekamag.com/research/001/413/001413619.php>. ((consultado em 07-07-2023)
- Davis-Case, D. (1992). *Community forestry participatory assessment, monitoring and evaluation*. <https://www.fao.org/3/T7838E/T7838E00.htm>. (consultado em 26-06-2023)
- Darold, F., & Irigaray, C. (2018). A importância da preservação e conservação das áreas Humidas como mecanismo de efetivação do direito constitucional ao meio ambiente ecologicamente equilibrado para as futuras gerações. *Revista direito e justiça: Reflexões sociojuridicas* 18, 167. <https://doi.org/10.31512/rdj.v18i31.2535>
- Direção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural (DGADR) (2021). *Sistema Nacional de Informação do Solo*. Sistema Nacional de Informação do Solo. <https://www.dgadr.gov.pt/cartografia/sistema-nacional-de-informacao-do-solo> (consultado em 22-06-2023)

- Divisão de Apoio à Produção Florestal e Valorização de Recursos Silvestres (CENASEF). (2014). *Regras básicas para o manuseamento de sementes florestais*. <https://www.icnf.pt/api/file/doc/13c1d1b961119aed> (consultado em 22-06-2023)
- Direção Regional de Agricultura e Pescas Centro (DRAPC) (1999). *Cogumelos Silvestres*. https://www.drapc.gov.pt/base/documentos/cogumelos_silvestres.php. (consultado em 22-06-2023)
- Encinas, J. I., Silva, G., & Kishi, I. (2002). *Variáveis Dendrométricas*. Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Florestal, 2002. ISBN 9788587599070
- Fachada, V. (2020). *Fungos de Portugal* [Fungos de Portugal]. Fungos de Portugal. <https://www.facebook.com/photo/?fbid=10157552275331712&set=gm.866762637106189&id=621699714945817> (consultado em 26-11-2023)
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2022). *World Reference Base | FAO Soils Portal |*. FAO. <https://www.fao.org/soils-portal/data-hub/soil-classification/world-reference-base/en/> (consultado em 25-11-2023)
- Floriano, E. (2021). *Dentrometria*. ISBN: 978-65-00-28337-2. Researchgate.net
- Gonzalez, M., Chung, P., Loewe M., V., & Reinoso, R. (2010). Efecto de micorrizas comestibles en el crecimiento en vivero y campo de plantas de castaño (*Castanea sativa*). <https://www.researchgate.net/publication/263091017>. (consultado em 22-10-2023)
- GoRegaCork (2019). *Sobreiros com fertirrega: Manual de apoio aos primeiros anos*. <https://www.goregacork.uevora.pt/wp-content/uploads/2023/01/MANUAL%20-%20GO%20REGACORK.pdf>. (consultado em 21-10-2023)
- Grove, T., Malajczuk, N., Burgess, T., Thompson, B. D., & Hardy, G. (1991). *Growth responses of plantation eucalypts to inoculation with selected ectomycorrhizal fungi*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Growth-responses-of-plantation-eucalypts-to-with-Grove-Malajczuk/c530fa9591381f5603f76687bcb70a9be659da75> (consultado em 23-10-2023)
- Henriques, C. A. S. P. (2020). *Estudo da produtividade do soute (*Castanea sativa* Miller) e avaliação do efeito da inoculação com fungos ectomicorrízicos e bactérias no crescimento das plantas e na resistência ao oomiceta *Phytophthora cinnamomi* Rands* [doctoralThesis]. <http://repositorio.utad.pt/handle/10348/10355> (consultado em 22-06-2023)

- Instituto da conservação da Natureza e das Florestas (ICNF) (2016). *Ficha de identificação de cogumelos silvestres ICNF*. <https://www.icnf.pt/api/file/doc/7a7337e0c871f127>. (consultado em 22-07-2023)
- Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (INIAV) (2022). *Manual de fertilização do sobreiro*. <https://www.inia.pt/divulgacao/publicacoes-bd/manual-de-fertilizacao-do-sobreiro>. (consultado em 06-07-2023)
- Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) (2023). <https://www.ipma.pt>. (consultado em 23-06-2023)
- Jelyazkov, J. (2023). *Cogumelos Silvestres do sudoeste* [Social]. Retirado de: <https://www.facebook.com/groups/cogumelossilvestres>. (consultado em 21-12-2023)
- Jesus, J. & Borges, M. T. (2020). Salinização de solos em Portugal. *Revista de Ciência Elementar*. 8. DOI:10.24927/rce2020.047
- Karlsen-Ayala, E., Smith, M. E., Askey, B. C., & Gazis, R. (2022). Native ectomycorrhizal fungi from the endangered pine rocklands are superior symbionts to commercial inoculum for slash pine seedlings. *Mycorrhiza*, 32(5–6), 465–480. <https://doi.org/10.1007/s00572-022-01092-3>
- Klironomos, J. N., & Kendrick, W. B. (1993). Research on Mycorrhizas: Trends in the Past 40 Years as Expressed in the «MYCOLIT» Database. *The New Phytologist*, 125(3), 595–600.
- Koifman, S. (2022). *Matagal: [Características, Flora, Fauna e Adaptabilidade]*. Ideias Inteligentes. <https://www.ideiasinteligentes.com/meio-ambiente/matagal-caracteristicas-flora-fauna-e-adaptabilidade/> (consultado em 02-11-2023)
- Lage, J. J. (2005). *Castanea uma dádiva dos deuses*. Edição do autor. 264 p. ISBN: 9729060878
- Linnaeus, C. (1753). *Quercus suber* | *International Plant Names Index*. <https://www.ipni.org/n/296785-1?fbclid=IwAR1jDRAjenEpB2nNzpt3fa5f67OhYPsh8ImbcVkPUVVUnyve-AIWddBHg44> (consultado em 21-10-2023)
- Lukyanenko, M. (2019). Gorgulho da bolota: foto, descrição e medidas de controle. (2019). [Pest.bigbadmole.com](https://pest.bigbadmole.com/pt/nasekomye/dolgonosiki/zheludevyy-dolgonosik/). <https://pest.bigbadmole.com/pt/nasekomye/dolgonosiki/zheludevyy-dolgonosik/> (consultado em 02-09-2023)

- Machado, H. & Santos-Silva, C. (2011). Os Recursos Micológicos no Baixo Alentejo - Exemplo de duas espécies com interesse socioeconómico para a região, pp. 31-36 in Manual para a gestão dos recursos micológicos silvestres do Baixo Alentejo, Edição: Associação de Defesa do Património de Mértola, 70 pp. <http://hdl.handle.net/10174/4193>. (consultado em 11-10-2023)
- Machado, H., Sapata, M.M. & Ferreira, M (2022). *Os cogumelos produzidos por espécies de Pisolithus.pdf*. https://www.inia.pt/images/publicacoes/2022/Pisolithus_arhizus.pdf. (consultado em 15-08-2023)
- Marcar, N., & Crawford, D. (1996). Tree-growing strategies for the productive use of saline land. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19970608183> (consultado em 12-06-2023)
- Marschner, P. (Ed.). (2012). *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants (Third Edition)* (p. iv). Academic Press. eBook ISBN: 9780123849069 <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384905-2.00021-2>
- Martins, A. (1997). *Micorrização in vitro de plantas micropropagadas de Castanea sativa Mill.* Bragança: Instituto Politécnico de Bragança. (Série Estudos; 27). ISBN 972-745-046-6
- Matias, M. (2008). *A importancia do montado para o desenvolvimento rural. Que futuro no distrito de Beja? Sessão apresentada e, XI Colóquio Ibérico, Madrid*
- Menge, J. A., Grand, L. F & Haines, L. W. (1977). The effect of fertilization on growth and mycorrhizae numbers in 11 year old loblolly pine plantations. *Forest Science*, 23(1), 37–44.
- Morais, T. G., Silva, C., Jebari, A., Álvaro-Fuentes, J., Domingos, T., & Teixeira, R. F. M. (2018). A proposal for using process-based soil models for land use Life cycle impact assessment: Application to Alentejo, Portugal. *Journal of Cleaner Production*, 192, 864–876. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.061>
- Oliveira, A. (2017). *Sistema Automatizado de Avaliação da Colagem em Rolhas Capsuladas*. <https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/29312/1/Andre-Formoso-Oliveira.pdf>. (consultado em 14-08-2023)
- Oliveira, P. (2022). *Montado: Um santuário de biodiversidade moldado pelo Homem*. <https://biodiversidade.com.pt/biogaleria/montado/> (consultado em 11-10-2023)
- Paivinen, R., Lund, G., Poso, S., & Zawila-Niedźwiecki, T. (1994). *IUFRO International Guidelines for Forest Monitoring*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4136.4568>

- Pascoe, I.G. (1990). *History of systematic mycology in Australia*. <http://archive.org/details/biostor-257385>
- Paulo, J. A., & Tomé, M. (2010). Predicting mature cork biomass with t years of growth from one measurement taken at any other age. *Forest Ecology and Management*, 259(10), 1993–2005. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.02.010>
- Paulo, J., Fontes, L., Caralho, P., & Soares, P. (2024). *Recolha de dados para a modelação da produção de cogumelos silvestres no Alentejo*. https://www.isa.ulisboa.pt/cef/forchange/fctools/sites/default/files/pub/docs/20161023_star_tree_-_cogumelos_1.pdf. (consultado em 25-09-2023)
- Paulo, J., & Tomé, M. (2014). Estimativa das Produções de Cortiça Virgem Resultantes das Operações de Desbastes e Desboia em Montados de Sobreiro em Fase Juvenil. *Silva Lusitana*, 22, 29–42. [researchgate.net](https://www.researchgate.net)
- Pinheiro, A. (2023). *Análise económica e comparativa entre sequeiro e fertirega*. Sessão apresentada em: Evento final, Evento-final-regacork-trade. Avis
- Plieninger, T., Muñoz-Rojas, J., Buck, L. E., & Scherr, S. J. (2020). Agroforestry for sustainable landscape management. *Sustainability Science*, 15(5), 1255–1266. <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00836-4>
- Poeiras, A. P., Oliveira, T., Reis, J., Surový, P., Silva, M. E., & Ribeiro, N. A. (2022). Influence of water supply on cork increment and quality in *Quercus suber* L. *Central European Forestry Journal*, 68(1), 3–14. <https://doi.org/10.2478/forj-2021-0024>
- Poeiras, A. P., Silva, M. E., Günther, B., Vogel, C., Surový, P., & Ribeiro, N. A. (2021). Cork influenced by a specific water regime—macro and microstructure characterization: The first approach. *Wood Science and Technology*, 55(6), 1653–1672. <https://doi.org/10.1007/s00226-021-01334-1>
- Portal do clima (2023). Cenário RCP 4.5 e RCP 8.5. <http://portaldoclima.pt/pt/>, (consultado em 02-12-2023)
- Queirós, M. (1996). Ética no uso do solo. Princípios de política e planeamento. *Finisterra: Revista portuguesa de geografia*, ISSN 0430-5027, Vol. 31, N° 62, 1996, pags. 149-157, 31. <https://doi.org/10.18055/Finis1794>
- Quiroz, I., Gonzalez, M., & Chung, P. (2009). *Buscando alternativas para valorizar el bosque nativo*. 347, 40.
- Quoreshi, A., & Khasa, D. P. (2008). Effectiveness of mycorrhizal inoculation in the nursery on root colonization, growth, and nutrient uptake of aspen and balsam

- poplar. *Biomass and Bioenergy*, 32, 381–391.
<https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2007.10.010>
- Ramos, M. A.; Araújo, G. C.; Sousa, N. R.; Vega, A.L.; Castro P.M. L (2018). *A aplicação de inóculos microbianos em Quercus Suber L. em viveiros florestais distintos* | *Agrotec.pt*. (2018). <http://www.agrotec.pt/noticias/a-aplicacao-de-inoculos-microbianos-em-quercus-suber-l-em-viveiros-florestais-distintos/>. (consultado em 20-7-2023)
- Reis, D. G. & Calafate, L. C. (2013). Os montados - Conciliação entre Homem e Natureza. CAPTAR Ciência e ambiente para todos, Volume 4, nº 1, p. 13 - 26.
<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/117816/2/304145.pdf>.
 (consultado em 20-10-2023)
- Ribeiro, N. A., Surový, P., & Pinheiro, A. C. (2011). Adaptive Management on Sustainability of Cork Oak Woodlands. Pp. 624–36 em *Green Technologies: Concepts, Methodologies, Tools and Applications*. IGI Global. <https://www.igi-global.com/chapter/adaptive-management-sustainability-cork-oak/www.igi-global.com/chapter/adaptive-management-sustainability-cork-oak/51721>.
 (consultado em 2-09-2023)
- Ribeiro, J. C. R. & Cadima, J. (2020). Economia Portuguesa e Europeia: Indústria da cortiça em Portugal. *Economia Portuguesa e Europeia*.
<https://ecportuguesaeeuropeia.blogspot.com/2020/11/industria-da-cortica-em-portugal.html>. (consultado em 27-09-2023)
- Rigueiro-Rodríguez, A., Fernández-Núñez, E., González-Hernández, P., McAdam, J. H., & Mosquera-Losada, M. R. (2009). Agroforestry Systems in Europe: Productive, Ecological and Social Perspectives. Em A. Rigueiro-Rodríguez, J. McAdam, & M. R. Mosquera-Losada (Eds.), *Agroforestry in Europe: Current Status and Future Prospects* (pp. 43–65). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8272-6_3
- Sánchez-González, M., de-Miguel, S., Martín-Pinto, P., Martínez-Peña, F., Pasalodos-Tato, M., Oria-de-Rueda, J. A., Martínez de Aragón, J., Cañellas, I., & Bonet, J. A. (2019). Yield models for predicting aboveground ectomycorrhizal fungal productivity in *Pinus sylvestris* and *Pinus pinaster* stands of northern Spain. *Forest Ecosystems*, 6(1), 52. <https://doi.org/10.1186/s40663-019-0211-1>
- Santos, R., Clemente, P., Brouwer, R., Antunes, P., & Pinto, R. (2015). Landowner preferences for agri-environmental agreements to conserve the montado

- ecosystem in Portugal. *Ecological Economics*, 118, 159–167.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.07.028>
- Santos-Silva, C.; David, T.S (2020). Espécies Florestais. Sobreiro: A mãe da cortiça - Florestas.pt. (2020). <https://florestas.pt/conhecer/sobreiro-a-mae-da-cortica/> (consultado em 07-5-2023)
- Santos-Silva, C. (2023). 4ª Edição da Formação sobre Sanidade no Montado. <https://drive.google.com/file/d/1QISB8oDWfx92gg9CMNg4nGiZKI0oNEMI/view> (consultado em 21-09-2023)
- Saout, S., Hoffmann, M., Shi, Y., Hughes, A., Bernard, C., Brooks, T., Bertzky, B., Butchart, S., Stuart, S., Badman, T., & Rodrigues, A. (2013). Protected Areas and Effective Biodiversity Conservation. *Science (New York, N.Y.)*, 342, 803–805.
<https://doi.org/10.1126/science.1239268>
- Sebastiana, M., Corrêa, A., Castro, P., & Ramos, M. (2020). Chapter 36—Pisolithus. Em N. Amaresan, M. Senthil Kumar, K. Annapurna, K. Kumar, & A. Sankaranarayanan (Eds.), *Beneficial Microbes in Agro-Ecology* (pp. 707–726). Academic Press.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823414-3.00036-8>
- Sebastiana, M., Pereira, V. T., Alcântara, A., Pais, M. S., & Silva, A. B. (2013). Ectomycorrhizal inoculation with *Pisolithus tinctorius* increases the performance of *Quercus suber* L. (cork oak) nursery and field seedlings. *New Forests*, 44(6), 937–949. <https://doi.org/10.1007/s11056-013-9386-4>
- Silva, R. F. D., Antonioli, Z. I., & Andreazza, R. (2003). Efeito da inoculação com fungos ectomicorrízicos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden em solo arenoso. *Ciência Florestal* 13(1):33–42. doi: 10.5902/198050981721.
- Smith, S. E., & Gianinazzi-Pearson, V. (1988). Physiological Interactions Between Symbionts in Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Plants. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 39(1), 221–244.
<https://doi.org/10.1146/annurev.pp.39.060188.001253>
- Soares, M. E. S., Ramos, R., & Mendes, J. (2004). "Contribuições para o desenvolvimento sustentável em cidades Portuguesas e Brasileiras". Coimbra: Livraria Almedina, 2004. ISBN 972-40-2346-X. p. 190-210.
- SoilControl (2023). SoilControl-Instrumentos Medição & Pesquisa. <https://www.soilcontrol.com.br/> (consultado em 24-11-2023)
- Summerbell, R. C. (2005). From Lamarckian fertilizers to fungal castles: Recapturing the pre-1985 literature on endophytic and saprotrophic fungi associated with

- ectomycorrhizal root systems. *Studies in Mycology*, 53, 191–256.
<https://doi.org/10.3114/sim.53.1.191>
- Tahvanainen, V., Miina, J., Kurttila, M., & Salo, K. (2014). Modelling the yields of marketed mushrooms in *Picea abies* stands in eastern Finland, *Forest Ecology and Management*, Volume 362, 2016, Pages 79-88, ISSN 0378-1127, <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.11.040>.
- União da floresta mediterrânica (UNAC) (2023). *Mercado da Cortiça – Inquéritos UNAC Síntese da Campanha 2022*. <https://unac.pt/index.php> (consultado em 24-5-2023)
- Vilariño, A., & Arines, J. (1991). Numbers and viability of vesicular-arbuscular fungal propagules in field soil samples after wildfire. *Soil Biology and Biochemistry*, 23(11), 1083–1087. [https://doi.org/10.1016/0038-0717\(91\)90048-O](https://doi.org/10.1016/0038-0717(91)90048-O)
- Vila-Viçosa C. M., Capelo J. H., Alves P., Almeida R. S. & Vázquez F. M. (2023). A New annotated checklist of the Portuguese oaks (*Quercus* L., Fagaceae) *Mediterranean Botany*, 44, e79286. <https://doi.org/10.5209/mbot.79286>
- Vila-Viçosa, C. (2023). Carlos Martins Vila-Viçosa. ResearchGate. <https://www.researchgate.net/profile/Carlos-Vila-Vicosa>. (consultado em 21-09-2023)
- Wanroon, R., Leksungnoen, N., & Kaewgrajang, T. (2023). *Selection of Ectomycorrhizal Fungi Found in Saline Areas to Improve the Growth of Eucalyptus Seedlings Under High Salinity Levels* (SSRN Scholarly Paper 4399370). <https://doi.org/10.2139/ssrn.4399370>

8. Anexos

Anexo I - Identificação de fungos







Boletus aereus



Macrolepiota procera



Corpo micelial de frutificação



Amanita vaginatea identificação apoiada com Jivko Jelyazkov do fórum cogumelos silvestres do Sudoeste



Otidea sp. identificação apoiada com Jivko Jelyazkov do fórum cogumelos silvestres do Sudoeste



Calvita sp. apoio na identificação de Hélder Rodrigues do fórum Fungos de Portugal



Calvita sp.



Calvita sp.



Gymnopilus suberis



Micélios junto da folhagem



Agaricus arvensis



Agaricus arvensis



Ganoderma resinaceum identificação apoiada com Jivko Jelyazkov do fórum cogumelos silvestres do Sudoeste

Anexo 2 - Sementeira no viveiro local temporário



Anexo 3 - Erosão e escorrimientos



Erosão na linha de água



Erosão na linha de água e envolvente







Anexo 4 – Aspeto geral





Aspeto geral em março



Aspeto geral / barreira natural



Aspeto geral em março

Anexo 5 - Local previsto para a instalação do ensaio



Local de plantação – Outono - Inverno



Local de plantação – pleno verão



Local de Plantação



Local de Plantação



Local de plantação e charca temporária

Anexo 6 - Afloramientos rochosos





Anexo 7 - Análises de solo. Análise de solo I (20 cm)

Amostra n.º: T23_572

Nº Parcelário:

Identificação da amostra: 1 - 20 cm

Proprietário da amostra: Marcelo Catalão - Tese Mestrado

Morada: Borba

Data da Análise: 21/04/23

Análise	Resultados	Unidades	Interpretação
Textura de Campo	Média		
pH (H ₂ O)	6,5		Pouco ácido
pH (KCl)	5,1		
Condutividade	0,05	mS.cm ⁻¹	Não salino
Matéria Orgânica	2,1	%	Médio
Fósforo extraível	> 200	P ₂ O ₅ mg.kg ⁻¹	Muito alto
Potássio extraível	84	K ₂ O mg.kg ⁻¹	Médio
Cálcio extraível	1569	mg.kg ⁻¹	
Magnésio extraível	289	mg.kg ⁻¹	Muito alto
Azoto total	-	%	
Azoto mineral		mg.kg ⁻¹	
Sódio extraível		mg.kg ⁻¹	
Boro	-	mg.kg ⁻¹	-
Carbonatos	-	%	
Cloretos		mg.kg ⁻¹	
Cobre	-	mg.kg ⁻¹	-
Ferro	-	mg.kg ⁻¹	-
Manganês	-	mg.kg ⁻¹	-
Chumbo	-	mg.kg ⁻¹	
Níquel	-	mg.kg ⁻¹	
Zinco	-	mg.kg ⁻¹	-
Terra Fina	-	%	
Cálcio de troca	-	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	-
Magnésio de troca	-	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	-
Sódio de troca	-	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	-
Potássio de troca	-	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	-
SBT	-	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	
CTC	-	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	-
Acidez de troca	-	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	
GSB	-	%	-

As Analistas

A Responsável pelo Laboratório

Métodos analíticos de rotina:

pH – Ext. 1:2,5 (mV); **C.E.** – Ext. 1:2 (mV); **P e K** - Egner-Riehm; **Matéria orgânica** – Wakley-Black; **Ca e Mg** - Acetato Amónio (pH7);

N total - Kjeldahl; **B** - Azometina H; **Fe, Cu, Zn e Mn** - Lakanen; **Carbonatos** - C. Bernard; **Cl⁻** - Mohr; **BT** - Acetato de amónio

Análises de solo. Análise de solo I (40 cm)

Amostra n.º: T23_573

Nº Parcelário:

Identificação da amostra: 1 - 40 cm

Proprietário da amostra: Marcelo Catalão - Tese Mestrado

Morada: Borba

Data da Análise: 21/04/23

Análise	Resultados	Unidades	Interpretação
Textura de Campo	Média		
pH (H ₂ O)	7,0		Neutro
pH (KCl)	5,1		
Condutividade	0,06	mS.cm ⁻¹	Não salino
Matéria Orgânica	3,3	%	Médio
Fósforo extraível	116	P ₂ O ₅ mg.kg ⁻¹	Alto
Potássio extraível	63	K ₂ O mg.kg ⁻¹	Médio
Cálcio extraível	3106	mg.kg ⁻¹	
Magnésio extraível	748	mg.kg ⁻¹	Muito alto
Azoto total	-	%	
Azoto mineral		mg.kg ⁻¹	
Sódio extraível		mg.kg ⁻¹	
Boro	-	mg.kg ⁻¹	-
Carbonatos	-	%	
Cloretos		mg.kg ⁻¹	
Cobre	-	mg.kg ⁻¹	-
Ferro	-	mg.kg ⁻¹	-
Manganês	-	mg.kg ⁻¹	-
Chumbo	-	mg.kg ⁻¹	
Níquel	-	mg.kg ⁻¹	
Zinco	-	mg.kg ⁻¹	-
Terra Fina	-	%	
Cálcio de troca	-	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	-
Magnésio de troca	-	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	-
Sódio de troca	-	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	-
Potássio de troca	-	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	-
SBT	-	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	
CTC	-	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	-
Acidez de troca	-	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	
GSB	-	%	-

As Analistas

A Responsável pelo Laboratório

Métodos analíticos de rotina:

pH – Ext. 1:2,5 (m/v); C.E.– Ext. 1:2 (m/v); P e K - Egner-Riehm; Matéria orgânica – Walkley-Black; Ca e Mg – Acetato Amónio (pH7);

N total - Kjeldahl; B - Azometina H; Fe, Cu, Zn e Mn - Lakanen; Carbonatos - C. Bernard; Cl⁻ - Mohr; BT- Acetato de amónio

Análises de solo. Análise de solo 2 (20 cm)

Amostra n.º: T23_574

Nº Parcelário:

Identificação da amostra: 2 - 20 cm

Proprietário da amostra: Marcelo Catalão - Tese Mestrado

Morada: Borba

Data da Análise: 21/04/23

Análise	Resultados	Unidades	Interpretação
Textura de Campo	Média		
pH (H ₂ O)	6,6		Neutro
pH (KCl)	5,5		
Condutividade	0,07	mS.cm ⁻¹	Não salino
Matéria Orgânica	2,3	%	Médio
Fósforo extraível	> 200	P ₂ O ₅ mg.kg ⁻¹	Muito alto
Potássio extraível	184	K ₂ O mg.kg ⁻¹	Alto
Cálcio extraível	1469	mg.kg ⁻¹	
Magnésio extraível	229	mg.kg ⁻¹	Muito alto
Azoto total	-	%	
Azoto mineral		mg.kg ⁻¹	
Sódio extraível		mg.kg ⁻¹	
Boro	-	mg.kg ⁻¹	-
Carbonatos	-	%	
Cloretos		mg.kg ⁻¹	
Cobre	-	mg.kg ⁻¹	-
Ferro	-	mg.kg ⁻¹	-
Manganês	-	mg.kg ⁻¹	-
Chumbo	-	mg.kg ⁻¹	
Níquel	-	mg.kg ⁻¹	
Zinco	-	mg.kg ⁻¹	-
Terra Fina	-	%	
Cálcio de troca	-	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	-
Magnésio de troca	-	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	-
Sódio de troca	-	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	-
Potássio de troca	-	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	-
SBT	-	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	
CTC	-	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	-
Acidez de troca	-	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	
GSB	-	%	-

As Analistas

A Responsável pelo Laboratório

Métodos analíticos de rotina:

pH – Ext. 1:2,5 (m/v); C.E. – Ext. 1:2 (m/v); P e K – Egner-Riehm; Matéria orgânica – Walkley-Black; Ca e Mg – Acetato Amónio (pH7);

N total – Kjeldahl; B – Azometina H; Fe, Cu, Zn e Mn – Lakanen; Carbonatos – C. Bernard; Cl⁻ – Mohr; BT- Acetato de amónio

Análises de solo. Análise de solo 2 (40 cm)

Amostra n.º: T23_575

Nº Parcelário:

Identificação da amostra: 2 - 40 cm

Proprietário da amostra: Marcelo Catalão - Tese Mestrado

Morada: Borba

Data da Análise: 21/04/23

Análise	Resultados	Unidades	Interpretação
Textura de Campo	Média		
pH (H ₂ O)	6,8		Neutro
pH (KCl)	5,5		
Condutividade	0,05	mS.cm ⁻¹	Não salino
Matéria Orgânica	3,3	%	Médio
Fósforo extraível	> 200	P ₂ O ₅ mg.kg ⁻¹	Muito alto
Potássio extraível	147	K ₂ O mg.kg ⁻¹	Alto
Cálcio extraível	1500	mg.kg ⁻¹	
Magnésio extraível	256	mg.kg ⁻¹	Muito alto
Azoto total	-	%	
Azoto mineral		mg.kg ⁻¹	
Sódio extraível		mg.kg ⁻¹	
Boro	-	mg.kg ⁻¹	-
Carbonatos	-	%	
Cloretos		mg.kg ⁻¹	
Cobre	-	mg.kg ⁻¹	-
Ferro	-	mg.kg ⁻¹	-
Manganês	-	mg.kg ⁻¹	-
Chumbo	-	mg.kg ⁻¹	
Níquel	-	mg.kg ⁻¹	
Zinco	-	mg.kg ⁻¹	-
Terra Fina	-	%	
Cálcio de troca	-	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	-
Magnésio de troca	-	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	-
Sódio de troca	-	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	-
Potássio de troca	-	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	-
SBT	-	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	
CTC	-	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	-
Acidez de troca	-	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	
GSB	-	%	-

As Analistas

A Responsável pelo Laboratório

Métodos analíticos de rotina:

pH – Ext. 1:2,5 (m/v); C.E. – Ext. 1:2 (m/v); P e K – Egner-Riehm; Matéria orgânica – Walkley-Black; Ca e Mg – Acetato Amónio (pH7);

N total – Kjeldahl; B – Azometina H; Fe, Cu, Zn e Mn – Lakanen; Carbonatos – C. Bernard; Cl⁻ – Mohr; BT – Acetato de amónio

Análise de solo 3 (20 cm)



Laboratório de Química Agrícola

Análise de solo

Amostra n.º: T23_576

Nº Parcelário:

Identificação da amostra: 3 - 20 cm

Proprietário da amostra: Marcelo Catalão - Tese Mestrado

Morada: Borba

Data da Análise: 21/04/23

Análise	Resultados	Unidades	Interpretação
Textura de Campo	Média		
pH (H ₂ O)	6,8		Neutro
pH (KCl)	5,6		
Condutividade	0,05	mS.cm ⁻¹	Não salino
Matéria Orgânica	1,9	%	Baixo
Fósforo extraível	> 200	P ₂ O ₅ mg.kg ⁻¹	Muito alto
Potássio extraível	121	K ₂ O mg.kg ⁻¹	Alto
Cálcio extraível	1337	mg.kg ⁻¹	
Magnésio extraível	239	mg.kg ⁻¹	Muito alto
Azoto total	-	%	
Azoto mineral		mg.kg ⁻¹	
Sódio extraível		mg.kg ⁻¹	
Boro	-	mg.kg ⁻¹	-
Carbonatos	-	%	
Cloretos		mg.kg ⁻¹	
Cobre	-	mg.kg ⁻¹	-
Ferro	-	mg.kg ⁻¹	-
Manganês	-	mg.kg ⁻¹	-
Chumbo	-	mg.kg ⁻¹	
Níquel	-	mg.kg ⁻¹	
Zinco	-	mg.kg ⁻¹	-
Terra Fina	-	%	
Cálcio de troca	-	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	-
Magnésio de troca	-	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	-
Sódio de troca	-	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	-
Potássio de troca	-	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	-
SBT	-	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	
CTC	-	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	-
Acidez de troca	-	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	
GSB	-	%	-

As Analistas

A Responsável pelo Laboratório

Métodos analíticos de rotina:

pH – Ext. 1:2,5 (m/v); C.E. – Ext. 1:2 (m/v); P e K – Egner-Riehm; Matéria orgânica – Walkley-Black; Ca e Mg – Acetato Amónio (pH7);

N total – Kjeldahl; B – Azometina H; Fe, Cu, Zn e Mn – Lakanen; Carbonatos – C. Bernard; Cl⁻ – Mohr; BT – Acetato de amónio

Análise de solo 3 (40 cm)

Amostra n.º: T23_577

Nº Parcelário:

Identificação da amostra: 3 - 40 cm

Proprietário da amostra: Marcelo Catalão - Tese Mestrado

Morada: Borba

Data da Análise: 21/04/23

Análise	Resultados	Unidades	Interpretação
Textura de Campo	Média		
pH (H ₂ O)	7,1		Neutro
pH (KCl)	5,7		
Condutividade	0,04	mS.cm ⁻¹	Não salino
Matéria Orgânica	3,0	%	Médio
Fósforo extraível	128	P ₂ O ₅ mg.kg ⁻¹	Alto
Potássio extraível	86	K ₂ O mg.kg ⁻¹	Médio
Cálcio extraível	1330	mg.kg ⁻¹	
Magnésio extraível	273	mg.kg ⁻¹	Muito alto
Azoto total	-	%	
Azoto mineral		mg.kg ⁻¹	
Sódio extraível		mg.kg ⁻¹	
Boro	-	mg.kg ⁻¹	-
Carbonatos	-	%	
Cloretos		mg.kg ⁻¹	
Cobre	-	mg.kg ⁻¹	-
Ferro	-	mg.kg ⁻¹	-
Manganês	-	mg.kg ⁻¹	-
Chumbo	-	mg.kg ⁻¹	
Níquel	-	mg.kg ⁻¹	
Zinco	-	mg.kg ⁻¹	-
Terra Fina	-	%	
Cálcio de troca	-	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	-
Magnésio de troca	-	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	-
Sódio de troca	-	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	-
Potássio de troca	-	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	-
SBT	-	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	
CTC	-	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	-
Acidez de troca	-	cmol ₍₊₎ .kg ⁻¹	
GSB	-	%	-

As Analistas

A Responsável pelo Laboratório

Métodos analíticos de rotina:

pH – Ext. 1:2,5 (m/v); C.E. – Ext. 1:2 (m/v); P e K – Egner-Riehm; Matéria orgânica – Walkley-Black; Ca e Mg – Acetato Amónio (pH7);

N total – Kjeldahl; B – Azometina H; Fe, Cu, Zn e Mn – Lakanen; Carbonatos – C. Bernard; Cl⁻ – Mohr; BT – Acetato de amónio

Anexo 8 - Ficha de registo de dendrometria das 40 árvores a monitorizar no ensaio

Medições dendométricas										
Nome do Observador:					Data da Observação:					
		N	DAP (cm)	H (m)	Vc	Vt	A	Lr	Observação	
Repetição 1	Com Rega	com inoculação	1							
			2							
			3							
			4							
			5							
		sem inoculação	6							
			7							
			8							
			9							
			10							
	Sem Rega	sem inoculação	11							
			12							
			13							
			14							
			15							
		com inoculação	16							
			17							
			18							
			19							
			20							
Repetição 2	Com Rega	sem inoculação	21							
			22							
			23							
			24							
			25							
		com inoculação	26							
			27							
			28							
			29							
			30							
	Sem Rega	com inoculação	31							
			32							
			33							
			34							
			35							
		sem inoculação	36							
			37							
			38							
			39							
			40							

N – Número de Amostras

DAP – Diámetro à altura do Peito

H (m) – Altura da Árvore

Vc – Volume de Copa

Vt – Volume do tronco

A – Idade da árvore

Lr – Comprimento dos ramos

Anexo 9 - Ficha de identificação de cogumelos silvestres (ICNF, 2016)

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE COGUMELOS SILVESTRES

FICHA DE CAMPO - TÉCNICO

Identificação do coletor:

Nome: _____

Época do ano (mês/ano) _____ / _____

Bloco: _____

Ecosistema/habitat

- | | | | |
|--|---|--|--|
| ☐ Espaço florestal | ☐ Incultos | ☐ Espaço agrícola | ☐ Sobre tronco |
| ☐ Castanheiros | ☐ Matos sem arvoredado | ☐ Pastagens ou pousio | ☐ Sobre terra |
| ☐ Carvalhos | ☐ Matos com arvoredado | ☐ Cultura agrícola | ☐ Sobre folhada |
| ☐ Pinheiros ou outras resinosas | ☐ Outros | | |

Características macroscópicas

. Chapéu (referir aspetos como: Viscosidade; escamas ou outras estruturas; separação da cutícula)

Forma: _____ Cutícula: _____

Dimensão: _____ C o r : _____

. Himénio ou Himenófero (Descrição, cor, inserção)

Lâminas: _____ Poros: _____ Alvéolados: _____

Pregas: _____ Agulhões: _____ Hipógeos tuberiformes: _____

Esporada (cor): _____

. Observações

Alteração de cor ao toque ou corte: _____

Látex (substância leitosa exsudada): _____

Carne (cor; textura; sabor): _____

. Pé

Altura (comprimento): _____ Cor: _____

Largura (diâmetro) _____ Revestimento: _____

Forma: _____

- | | | | | | |
|-------|------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|--------|-----------------------------------|
| Anel: | ☐ Presente: | ☐ Simples | ☐ Fixo | Volva: | ☐ Presente |
| | ☐ Ausente | ☐ Duplo | ☐ Móvel | | ☐ Ausente |

. Observações: Indicar se o pé é fibroso ou quebradiço e outras características

. Categoria (Obtenção dos nutrientes):

- | | | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| ☐ Sapróbio | ☐ Micorrízico | ☐ Parasita |
|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|

Ficha de campo - Técnicos - continuação

. Cutícula

Forma:

. Esporos:

Forma do esporo:

. Observações:

Proposta de identificação

Género e espécie:

_____ **Nome(s) vulgar(es):**

Anexo 10 - Comparação das vantagens e desvantagens das diferentes formas de inoculação usadas para propagar fungos ECM (Brundrett, 1991).

Tipo de inoculação	Vantagem	Desvantagem
A. Solo sob hospedeiro	• barato e fácil de obter • os fungos devem estar bem adaptados a condições locais	• solo volumoso e trabalhoso para recolher • alto risco de introdução de patogénicos e ervas daninhas • fungos específicos não podem ser selecionados • os níveis de inóculo podem ser baixos
B. Pasta de esporos	• Meios muito eficientes de inoculação grande número de plântulas • equipamentos e procedimentos especializados, não são obrigatórios, mas pode ser usado para inoculação em berçário em grande escala	• a colheita do corpo do fruto pode ser difícil • pode ser ineficaz devido à germinação lenta ou baixa viabilidade dos esporos • contaminação cruzada mais provável
C. Pellets com esporos	• método eficiente para armazenamento, transporte e aplicação de esporos • mais eficaz com fungos sequestradores como <i>Pisolithus</i> e <i>Scleroderma</i>	• Apenas alguns fungos foram usados • É necessária uma máquina de peletização experimental • outros microrganismos podem estar presentes
D. Pastas de culturas Micélio	• inóculo puro de um fungo selecionado pode ser produzido • Pode ocorrer formação de ECM relativamente rápida, pois o micélio está pronto para crescimento imediato	• instalações e suprimentos caros • o pessoal deve ser altamente treinado • armazenamento de inóculo limitado • apenas fungos que crescem bem em cultura e sobrevivem à fragmentação pode ser usado
E. Formas encapsuladas de micélio cultivado	• como em D acima. • a proteção do micélio permite transporte, armazenamento e eficiência na aplicação	• como em D acima, mas o armazenamento é menos problemático
F. Inoculação de plântulas plântulas em cultura estéril	• como em D acima • Os fungos da ECM ocupam as raízes antes de as plântulas serem plantadas no solo	• como em D acima. mas pode ser ainda mais caro • é necessário treino de pessoal ou qualificado

Anexo II - Combinação de apoios (PEPAC 2023-2027, 2022)

Intervenção	unidade de apoio	Eixo A			Eixo C			Eixo D	
		Práticas promotoras de biodiversidade	Sementeira Direta	Pastagens Bio diversas	Uso eficiente da água	Montados e Lameiros	Mosaicos Agroflorestais	Gestão de Montados por resultados	
Eixo A	Práticas promotoras de biodiversidade	ha		ha	ha	ha	ha	ha	N
	Sementeira Direta	ha	S	S	S	S	S	S	n.a
	Pastagens Bio diversas	ha		n.a		n.a	S	n.a	n.a
	Uso eficiente da água	ha			n.a	S	S	S	n.a
Eixo C	Montados e Lameiros	ha					S	N	
	Mosaicos Agroflorestais	ha						n.a	
	Gestão de Montados por resultados	ha							
Eixo D									

Anexo 12 - Dados de Germinação das sementes de sobreiro

	Cornograma	Data	Germinação	total mensal	Taxa	IVE
	1	14/mar	50	50	41	50
Março	2	15/mar	53	53		27
	3	16/mar	53	53		18
	4	17/mar	53	53		13
	5	18/mar	55	55		11
	6	19/mar	55	55		9
	7	20/mar	57	57		8
	8	21/mar	57	57		7
	9	22/mar	57	57		6
	10	23/mar	57	57		6
	11	24/mar	59	59		5
	12	25/mar	59	59		5
	13	26/mar	59	59		5
	14	27/mar	62	62		4
	15	28/mar	68	68		5
	16	29/mar	71	71		4
	17	30/mar	72	72		4
Abril	18	01/abr	73	53		3
	19	02/abr	73	53		3
	20	03/abr	75	53		3
	21	04/abr	79	53		3
	22	05/abr	84	53		2
	23	06/abr	84	53		2
	24	07/abr	84	53		2
	25	08/abr	85	53		2
	26	09/abr	85	53		2
	27	10/abr	89	53		2
	28	11/abr	90	53		2
	29	12/abr	90	53		2
	30	13/abr	91	53		2
	31	14/abr	95	53		2
	32	15/abr	100	53		2
	33	16/abr	102	53		2
	34	17/abr	102	53		2
	35	18/abr	104	53		2
	36	19/abr	105	53		1
	37	20/abr	105	53		1
	38	21/abr	110	53		1
	39	22/abr	114	53		1
	40	23/abr	114	53		1
	41	24/abr	115	53		1

	42	25/abr	115	53		1
	43	26/abr	115	53		1
	44	27/abr	123	53		1
	45	28/abr	123	53		1
	46	29/abr	123	53	30	1
	47	30/abr	125	52		1
Maio	48	01/mai	128	52		1
	49	02/mai	132	52		1
	50	03/mai	133	52		1
	51	04/mai	136	52		1
	52	05/mai	138	52		1
	53	06/mai	141	52		1
	54	07/mai	143	52		1
	55	08/mai	148	52		1
	56	09/mai	156	52		1
	57	10/mai	157	52		1
	58	11/mai	158	52		1
	59	12/mai	160	52		1
	60	13/mai	161	52		1
	61	14/mai	167	52		1
	62	15/mai	170	52		1
	63	16/mai	174	52		1
	64	17/mai	174	52		1
	65	18/mai	175	52	29	1
	66	19/mai	177	52		1
	Nº dias		Germinação final	315	bolotas colhidas	
Total	66		177	200	na sementeira	

Anexo 13 - Indicadores económico-financeiros para o montado em sequeiro (Pinheiro, 2023)

Modelo de siveicultura	custos de instalação (€/ha)	retancha (€/ha)	Custos de manutenção (€/@)		valor líquido da cortiça (€/@)	Indicadores Económico/financeiros			
			podas	corta-mato		VAL (€)	TIR(%)	RAE (€)	Per.Rep (anos)
Sequeiro	1750	125	180	65	35	4720	5.4	654	40

custos de instalação (€/ha)	retancha (€/ha)	Custos de manutenção (€/@)		valor líquido da cortiça (€/@)	Indicadores Económico/financeiros			
		podas	corta-mato		VAL (€)	TIR(%)	RAE (€)	Per.Rep (anos)
1500	100	160	60	30	4281	5.5	138	40
				40	5956	6.1	194	40
	150	200	70	30	3984	5.3	130	40
				40	5698	5.8	186	40
2000	100	160	60	30	3742	5	122	40
				40	5456	5.5	178	40
	150	200	70	30	3558	4.9	116	40
				40	5272	5.4	172	40

Anexo 14 - Indicadores económico-financeiros para o montado - cenários de desmame (Pinheiro, 2023)

Modelo de siveicultura	custos de instalação (€/ha)	retancla (€/ha)	Custos de manutenção (€/@)		valor líquido da cortiça (€/@)	Indicadores Económico/financeiros			
			podas	corta-mato		VAL (€)	TIR(%)	RAE (€)	Per.Rep (anos)
Rega amadia	4950	540€ /há (anual até à retirada da rega)			35	17597	7	495	19
Rega secundeir						11241	6	381	29
Rega virgem						10453	5	351	30

Desmame após tiragem da cortiça virgem

custos de instalação (€/ha)	custo anual de rega (€/ha)	Preço da cortiça (líquido) (€/@)	Indicadores Económico/financeiros			
			VAL (€)	TIR(%)	RAE (€)	Per.Rep (anos)
3200	285	30	13160.3	8	443.08	21
		40	19822.6	9	667.39	21
	585	30	10174.1	6	342.54	30
		40	16836.4	7	566.85	21
	750	30	8531.64	5	287.24	30
		40	15194	7	511.55	30
6700	285	30	9660.25	6	325.24	30
		40	16322.6	7	549.55	21
	585	30	6674.05	5	224.7	39
		40	13336.4	6	449.01	30
	750	30	5031.64	4	169.41	48
		40	11694	5	393.71	30

Desmame após tiragem da cortiça secundeira

custos de instalação (€/ha)	custo anual de rega (€/ha)	Preço da cortiça (líquido) (€/@)	Indicadores Económico/financeiros			
			VAL (€)	TIR(%)	RAE (€)	Per.Rep (anos)
3200	285	30	12659.7	8	429.42	19
		40	19509.1	10	661.76	19
	585	30	8361.51	6	283.66	28
		40	15211.9	7	516.00	19
	750	30	5999.08	5	203.49	37
		40	12848.5	6	435.83	28
6700	285	30	9159.65	6	310.7	28
		40	16009.1	7	543.04	19
	585	30	4862.51	4	164.94	46
		40	11711.9	6	397.27	28
	750	30	2499.09	4	84.77	55
		40	9348.48	5	317.11	37

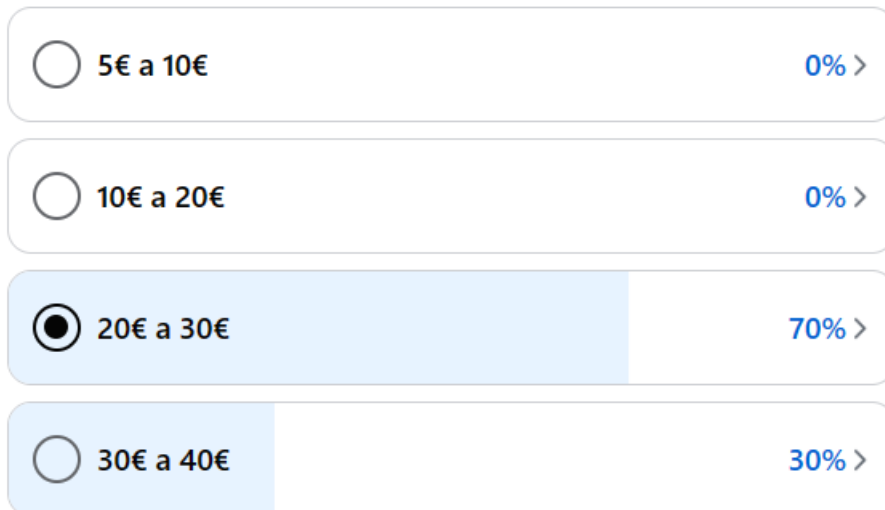
Desmame após tiragem da cortiça amadia

custos de instalação (€/ha)	custo anual de rega (€/ha)	Preço da cortiça (líquido) (€/@)	Indicadores Económico/financeiros			
			VAL (€)	TIR(%)	RAE (€)	Per.Rep (anos)
3200	285	30	14115.4	8	482.64	19
		40	21737.1	10	743.25	19
	585	30	8752.37	6	299.27	35
		40	16374.1	7	559.87	26
	750	30	5802.69	5	198.41	44
		40	13424.4	6	459.02	26
6700	285	30	10615.4	6	362.97	26
		40	18237.1	7	623.58	19
	585	30	5252.37	4	179.59	44
		40	12874.1	6	440.2	26
	750	30	2302.69	3	78.74	62
		40	9924.39	5	339.34	35

Anexo 15 - Sondagem efetuada no fórum " Cogumelos silvestres do Sudoeste" para preço de mercado de cogumelos frescos.

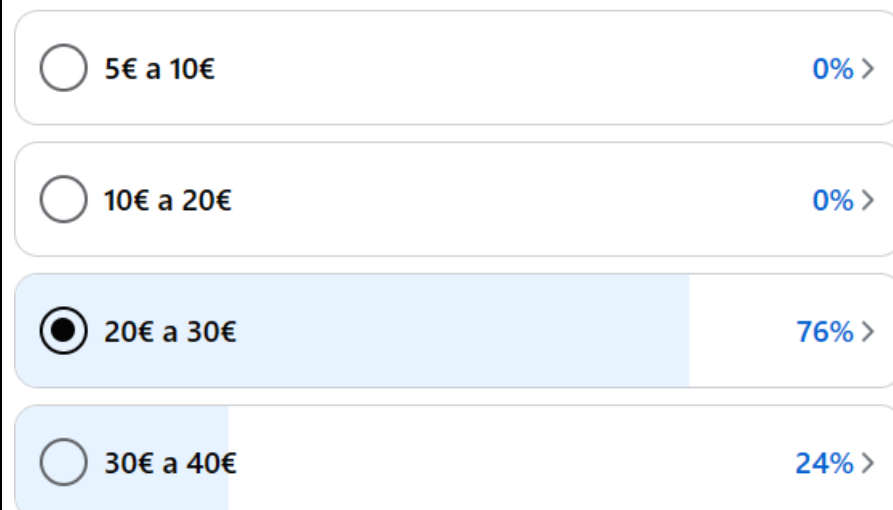
Número de respostas - 10

Preço da *Amanita caesarea* no mercado:



Número de respostas - 26

Preço de *Boletus* sp. no mercado:

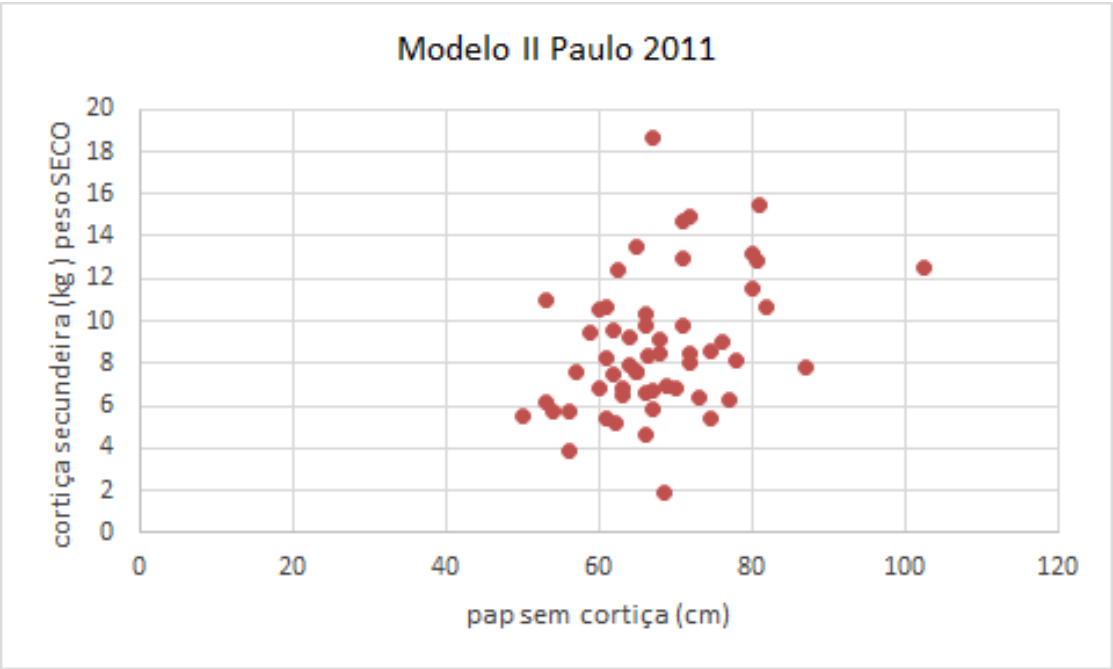


Anexo 16 - Entrevista a Perito/coletor de cogumelos silvestres

Entrevista a Jivko Jelyazkov, local São Teotónio		Data da entrevista: 20/12/2023	
Pergunta		Resposta	
Quantos hectares tem a parcela de sobreiro?		5ha	
Compasso de plantação?		5 x 4 m	
Idade dos sobreiros?		+ de 10 anos	
Tipo de manutenção na parcela		Só gradado, mas foi antes de eu assumir a gestão, há 2 anos	
Pouca herbácea?		Sim, em alguns sítios pontuais tem <i>Cistus</i>	
Muita folhada?		Sim	
Tipo de solo?		Franco arenoso, em algumas zonas com barro (argiloso) e saibro	
Declive		Pouca inclinação, nunca fica alagado	
Peso de cogumelos/ha/ano num ano bom		+- 60 kg/ha/ano	
Peso de cogumelos/ha/ano num ano mau		+- 10 kg/ha/ano	
Tempo de trabalho de coletor do local?		3 anos, com a manutenção, triplicou a a produção	
			



Anexo 17 - Modelo 2 do peso seco de cortiça secundeira “cedido por Dr.ª Joana Amaral Paulo”



Nota técnica dos inquéritos sobre a comercialização de cortiça realizados em 2022:

- 120 inquéritos respondidos que correspondem a uma quantidade de 599.571 @ de cortiça extraída.
- Cerca de 20% da cortiça prevista para 2022 ficou por extrair.
- Preço médio de venda da cortiça amadia foi 37,14€/@ (+19,1% que em 2021).
- O preço médio de venda da cortiça virgem foi de 12,27€/@ e dos bocados 14,20€/@.
- 71% da cortiça vendida entre 30 - 45€/@.
- Preço médio de extração 6,13€/@.
- Campanha de extração fortemente impactada pelas condições de seca que se verificaram.

