

# Efeito de diferentes substratos na taxa de crescimento de *Quercus suber* L.

## Effect of different substrates on the growth rate of *Quercus suber* L.

Andressa Griebler Gusmão<sup>1</sup>, Matheus Toloto<sup>1,2</sup>, Ana Beatriz Segatelli<sup>1,3</sup>, Felícia Fonseca<sup>1</sup>, Paulo Cortez<sup>1</sup>, Tomás de Figueiredo<sup>1</sup> & Zulimar Hernández<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> CIMO/LA SusTEC, Instituto Politécnico de Bragança (IPB), Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal

<sup>2</sup> Universidade da Coruña, Centro Interdisciplinar de Química e Biología (CICA), Elviña, 15071 A Coruña, España

<sup>3</sup> Universidade de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal

(\*E-mail: zulimar@ipb.pt)

<https://doi.org/10.19084/rca.38523>

Recebido/received: 2024.08.31

Aceite/accepted: 2024.10.25

### RESUMO

Em 2013, um incêndio em Picões (Trás-os-Montes, Portugal) destruiu mais de 2,57 km<sup>2</sup> de florestas de sobreiro (*Quercus suber* L.). A regeneração dessa espécie tornou-se um desafio devido à topografia (com declives superiores a 25%) e ao estado de degradação do solo, caracterizado pela erosão acelerada e pela perda de matéria orgânica. Para enfrentar esse desafio, o Projeto *ForestWaterUp* visa reflorestar 0,32 km<sup>2</sup> das encostas do reservatório dos Lagos do Sabor, com foco na recuperação de espécies mediterrâneas. Neste contexto, foi realizada uma experiência em estufa com 600 sementes de sobreiro provenientes da região de Picões, avaliando vários substratos com diferentes propriedades químicas e físicas. Os testes foram conduzidos em condições controladas de humidade e temperatura entre 12 e 29 °C. Os tratamentos incluíram um substrato comercial, um composto de bagaço de azeitona e areia, sendo esta última testada em condições com e sem rega. Os resultados preliminares mostraram a maior taxa de germinação no substrato comercial, enquanto que o composto de bagaço de azeitona demonstrou sintomas de estresse hídrico.

**Palavras-chave:** *Quercus suber* L., fogo, reflorestamento, crescimento.

### ABSTRACT

In 2013, a fire in Picões (Trás-os-Montes, Portugal) destroyed over 2,57 km<sup>2</sup> of cork oak forests (*Quercus suber* L.). The regeneration of this species has become a significant challenge due to the topography (with slopes exceeding 25%) and the degraded state of the soil, characterized by accelerated erosion and organic matter loss. To address this challenge, the *ForestWaterUp* Project aims to reforest 0,32 km<sup>2</sup> of the slopes of the Sabor Reservoir, focusing on the recovery of Mediterranean species. In this context, a greenhouse experiment was conducted with 600 cork oak seeds from the Picões region, evaluating various substrates with different chemical and physical properties. The tests were carried out under controlled humidity and temperature conditions ranging from 12 to 29 °C. The treatments included a commercial substrate, an olive pomace compost, and sand, the latter being tested with and without irrigation. Preliminary results showed the highest germination rate in the commercial substrate, while the olive pomace compost showed signs of water stress.

**Keywords:** *Quercus suber* L., fire, reforestation, growth.

## INTRODUÇÃO

Segundo o último Inventário Florestal Nacional (ICNF, 2015), os sobreirais (*Quercus suber* L.) representam 22,3% da área florestal de Portugal, abrangendo 7.199 km<sup>2</sup>. Contudo, o país enfrenta grandes incêndios florestais que ameaçam a biodiversidade e o equilíbrio ecológico das florestas nativas (Kim *et al.*, 2017), como evidenciado pelo devastador incêndio de Picões em 2013, que consumiu 140 km<sup>2</sup> e destruiu mais de 2,57 km<sup>2</sup> de sobreirais em Trás-os-Montes.

Nesse contexto, o projeto *ForestWaterUp* foi concebido não apenas para mitigar os danos causados nos solos degradados pelo fogo, mas também para envolver ativamente a comunidade acadêmica e local na revitalização dessas áreas afetadas. Este projeto foca na regeneração de 0,32 km<sup>2</sup> nas encostas declivosas da Albufeira dos Lagos do Sabor, nos municípios de Alfandega da Fé e Mogadouro, distrito de Bragança, concentrando-se na seleção de árvores adultas, propagação de sementes e reintrodução de plântulas de sobreiro autóctones desta região. Dessa forma, o projeto promove a sementeira e o plantio desta espécie em condições controladas, investigando o efeito de diferentes substratos na taxa de germinação e crescimento das plântulas de sobreiro durante os primeiros 6 meses.

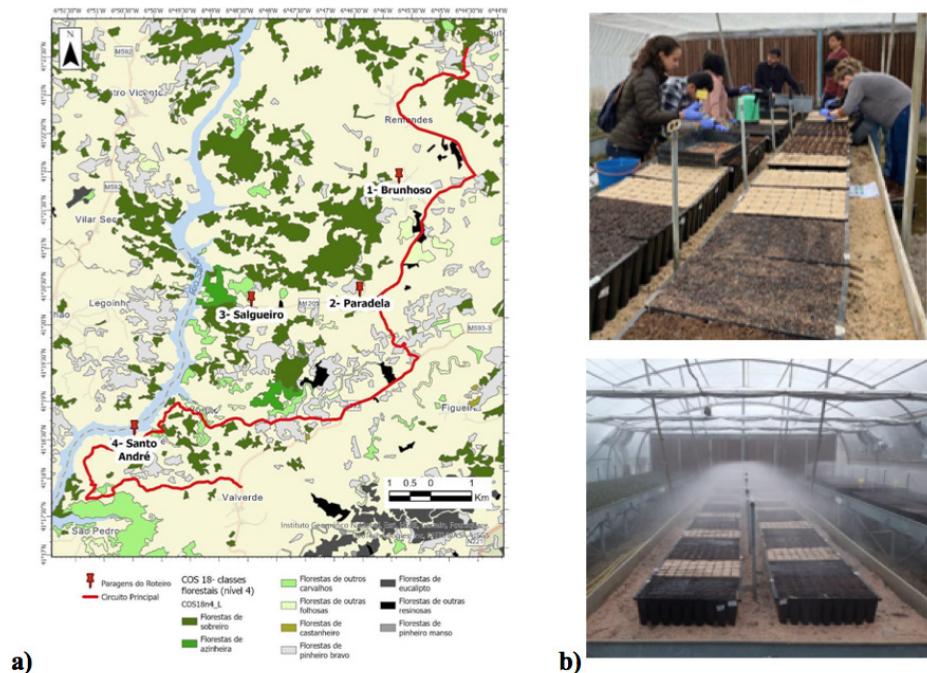
## MATERIAIS E MÉTODOS

### Área de estudo e preparação do material vegetal

Em outubro de 2023, as sementes de sobreiro foram recolhidas aleatoriamente em indivíduos adultos de diferentes zonas das florestas nativas que não foram afetadas pelo incêndio de Picões, nomeadamente nas localidades de Brunhoso, Paradela e Salgueiro, concelho de Mogadouro, distrito de Bragança,

garantindo assim a riqueza genética e representativa da região de Trás-os-Montes (Figura 1a). Posteriormente, as bolotas foram submetidas a uma triagem manual com base em sua integridade física, sendo excluídos os espécimes danificados, uma vez que apresentam uma menor taxa de sobrevivência (Branco *et al.*, 2002). As bolotas foram sujeitas a estratificação física (4°C e obscuridade) por 8 dias e em seguida foram imersas em uma solução esterilizante para erradicar fungos e microrganismos. Após a esterilização, estas foram reservadas em areia e obscuridade para induzir o processo de dormência durante 55 dias.

A fase experimental foi conduzida nas estufas do Instituto Politécnico de Bragança (IPB), situado em Bragança, Portugal (41.797050°, -6.762122°), começando em 18 de janeiro de 2024 (Figura 1b). As condições da estufa foram mantidas com temperaturas positivas, variando de 12°C (janeiro) a 29°C (maio), com exposição à luz natural e irrigação diária por aspersão. Os tabuleiros foram fotografados semanalmente, indivíduos deteriorados foram descartados e a taxa de germinação e o crescimento aéreo foi monitorizada semanalmente durante um período de 6 meses.



**Figura 1 - a)** Mapa da coleta de sementes; **b)** Preparação do experimento nas estufas com condições controladas de temperatura e humidade.

### *Delineamento experimental e análise de biomassa*

Foram preparados quinze tabuleiros (40 plântulas/unidade) (Figura 1b), utilizando três tipos de substrato (5 tabuleiros/unidade): substrato comercial (SS), composto de bagaço de azeitona (SC) e areia (ST). No Quadro 1 podem ser observadas as principais características físicas e químicas dos substratos. O experimento utilizou um total de 600 bolotas, distribuídas uniformemente entre os 15 tabuleiros. Dado que as bolotas tinham pré-germinado (elongação radicular) durante os meses de estratificação física, foi testado um quarto tratamento (SA) utilizando areia sem irrigação e em obscuridade (Figura 2a).

A altura das plântulas (ALT) foi medida semanalmente. A realização do cálculo da biomassa foi feita por tabuleiro (10%), abrangendo plântulas selecionadas aleatoriamente. A amostragem das plântulas foi realizada 34 dias após o início do experimento, período em que estas foram coletadas e pesadas para determinar a massa fresca. Após a

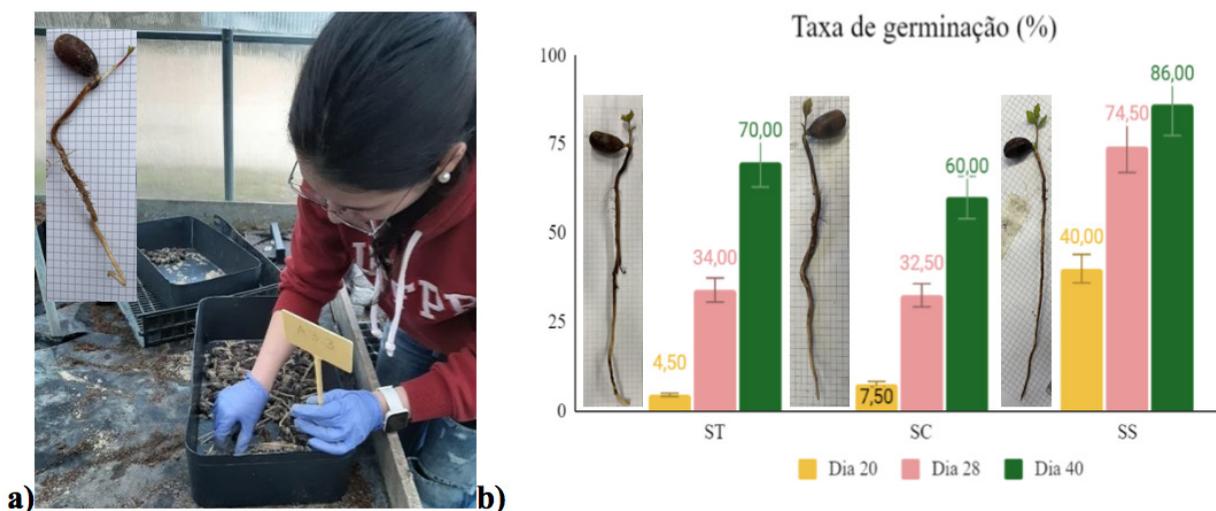
secagem em estufa a 65°C durante 48 horas, foi realizada a pesagem da biomassa seca para o cálculo da porcentagem de biomassa das raízes (BRP) e a taxa de biomassa seca vs. fresca (BTOTAL), que envolveu todas as partes da plântula (folhas, raízes e bolota). Também foi determinado o comprimento das raízes principais (CRA1); raízes secundárias (CRA2) e do talo (CTA), utilizando como recurso de medição o software open-source ImageJ © (National Institutes of Health).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Foi registada uma maior taxa de germinação (folhas verdadeiras) (Figura 2b) em SS (86% em 40 dias) que pode estar associado ao tipo de substrato: maior porosidade, C e P<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (Quadro 1). Em contraste, ST e SC apresentaram taxas de germinação mais baixas, 70% e 60% respectivamente, o que pode estar relacionada com o baixo teor de nutrientes em ST, ou uma alta concentração de sais nutritivos (K<sub>2</sub>O, NO<sub>3</sub>, condutividade elétrica) em SC (Quadro 1).

**Quadro 1 -** Análise físico-química de substratos

		Areia			Composto de bagaço de azeitona			Substrato comercial		
		Média	+/-	DP	Média	+/-	DP	Média	+/-	DP
Humidade	(g/100 g)	10,6	+/-	0,4	16,4	+/-	0,1	61,3	+/-	0,1
Densidade aparente	g/cm <sup>3</sup>	1,0	+/-	0,0	0,5	+/-	0,0	0,1	+/-	0,0
Densidade Real	g/cm <sup>3</sup>	2,5	+/-	0,1	1,4	+/-	0,1	0,4	+/-	0,0
Porosidade	(g/100 g)	57,9	+/-	0,1	63,7	+/-	3,7	74,7	+/-	2,8
Cinzas	(g/100 g)	97,3	+/-	0,1	39,2	+/-	2,0	14,7	+/-	0,4
C total	(g/100 g)	33,2	+/-	0,6	34,8	+/-	1,5	51,0	+/-	0,1
N total	(g/100 g)	1,3	+/-	0,2	2,5	+/-	0,1	1,2	+/-	0,0
C/N taxa	-	26,3	+/-	3,6	16,2	+/-	1,2	42,6	+/-	0,3
O/C	-	1,3	+/-	0,1	1,3	+/-	0,0	0,6	+/-	0,0
H/C	-	1,7	+/-	0,1	1,5	+/-	0,0	1,5	+/-	0,0
pH	-	8,8	+/-	0,2	7,4	+/-	0,1	6,0	+/-	0,2
Condutividade elétrica	uS/cm	34,5	+/-	11,4	1096,0	+/-	206,2	508,0	+/-	35,0
N-NO <sub>2</sub>	mg/Kg	285,0	+/-	-	288,0	+/-	1,0	288,0	+/-	5,7
P-PO <sub>4</sub>	mg/Kg	0,6	+/-	-	1,2	+/-	0,2	45,9	+/-	3,2
K <sub>2</sub> O	mg/Kg	10,1	+/-	-	10373	+/-	769,1	331,0	+/-	287,2
Ca	cmolKg	3,2	+/-	-	42,5	+/-	3,4	55,8	+/-	13,1
Mg	cmolKg	0,4	+/-	-	10,0	+/-	0,7	7,6	+/-	2,2
K	cmolKg	0,0	+/-	-	22,0	+/-	1,6	0,8	+/-	0,7
Na	cmolKg	0,1	+/-	-	1,4	+/-	0,1	9,5	+/-	4,8
SB- Soma das bases	cmolKg	3,7	+/-	-	76,0	+/-	5,8	73,7	+/-	9,8
B	mg/kg	0,1	+/-	-	4,1	+/-	0,1	0,5	+/-	0,1
Fe	mg/kg	7,2	+/-	-	273,2	+/-	9,5	203,3	+/-	71,3
Mn	mg/kg	5,6	+/-	-	101,2	+/-	3,6	36,4	+/-	11,9
Cu	mg/kg	0,8	+/-	-	2,1	+/-	0,1	3,4	+/-	0,6
Zn	mg/kg	2,8	+/-	-	35,5	+/-	1,6	13,7	+/-	1,0



**Figura 2 - a)** Tratamento SA e respectiva plântula no canto superior esquerdo. **b)** Taxa de germinação (folhas verdadeiras) de ST, SC e SS (%).

**Quadro 2 -** Taxa de crescimento e eficiência do uso da água (Valores médios  $\pm$  desvio padrão; Letras diferentes indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ))

Tratamento	CRA1(cm)	CRA2(cm)	CTA (cm)	ALT (cm)	BRP (%)	BTOTAL (%)
ST	16,18 $\pm$ 57,73 <sup>ab</sup>	5,56 $\pm$ 28,38 <sup>a</sup>	2,43 $\pm$ 1,32 <sup>a</sup>	12,54 $\pm$ 2,34	12,10 $\pm$ 28,55 <sup>b</sup>	40,55 $\pm$ 20,07 <sup>a</sup>
SS	20,49 $\pm$ 72,26 <sup>b</sup>	18,78 $\pm$ 315,99 <sup>b</sup>	4,22 $\pm$ 1,92 <sup>b</sup>	18,89 $\pm$ 1,94	10,64 $\pm$ 10,47 <sup>b</sup>	40,39 $\pm$ 24,25 <sup>a</sup>
SC	18,28 $\pm$ 104,44 <sup>b</sup>	4,48 $\pm$ 52,40 <sup>a</sup>	3,90 $\pm$ 2,60 <sup>b</sup>	12,57 $\pm$ 1,27	7,92 $\pm$ 14,63 <sup>a</sup>	44,36 $\pm$ 30,52 <sup>b</sup>
SA	12,41 $\pm$ 15,59 <sup>a</sup>	2,23 $\pm$ 7,47 <sup>a</sup>	1,41 $\pm$ 1,10 <sup>a</sup>	-	6,62 $\pm$ 5,53 <sup>a</sup>	42,86 $\pm$ 27,67 <sup>ab</sup>

Os resultados apresentados no Quadro 2 indicam que o SS e o SC demonstraram diferenças significativas em CTA e CRA1, sugerindo um maior alongamento celular em talo e raiz, em comparação com os tratamentos controlos (ST e SA). Além disso, SS mostrou uma maior CRA2, o que indica uma capacidade superior de absorção de nutrientes (Holz *et al.*, 2024).

Desataca-se que o substrato SC apresentou diferença significativa de BTOTAL em relação ao SS. Entretanto, a alta concentração de potássio ( $K_2O$ ) em SC, superior em 10 mil em relação aos outros tratamentos (Quadro 1) pode ter dificultado a absorção de água pelas raízes (Johnson *et al.*, 2022), limitando o crescimento radicular (BRP e CRA2). Dessa forma, embora o CTA de SC tenha sido equivalente ao SS em 34 dias, após 180 dias, o substrato SS apresentou uma média de crescimento superior (ALT) ao SC, possivelmente devido ao estresse hídrico induzido pela elevada concentração de sais em SC. Esses resultados são consistentes com

as observações de Valladares & Sánchez-Gómez (2006), que relataram que plantas mediterrâneas sob estresse hídrico apresentaram crescimento reduzido.

## CONCLUSÕES

Os resultados indicam que o substrato SS obteve a melhor taxa de germinação de *Quercus suber* L., possivelmente devido às suas propriedades físico-químicas, que também promoveram um aumento na altura, comprimento e biomassa radicular. Por outro lado, o crescimento das plantas foi menor em SC, isso pode ser explicado pela alta quantidade de sais minerais presente no substrato que limita a absorção de água radicular. Em ST foi registada a maior biomassa radicular. Para estudos futuros, será testado diferentes dosagens de composto de bagaço de azeitona em SC antes das plântulas serem transplantadas para condições de campo.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem pelo apoio financeiro pelos projetos “CALL#5—SOILING” e “ForestWaterUp”, financiado pelo EEA GRANT e COMPETE 2020,

respectivamente. E também ao FCT/MCTES (PID-DAC): CIMO, UIDB/00690/2020 e UIDP/00690/2020, e SusTEC, LA/P/0007/2020, e pelo programa institucional de emprego científico.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Branco, M.; Branco, C.; Merouani, H. & Almeida, M.H. (2002) - Germination success, survival and seedling vigour of *Quercus suber* acorns in relation to insect damage. *Forest Ecology and Management*, vol. 166, n. 1–3, p. 159–164. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(01\)00669-7](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00669-7)
- Holz, M.; Zarebanadkouki, M.; Benard, P.; Hoffmann, M. & Dubbert, M. (2024) - Root and rhizosphere traits for enhanced water and nutrients uptake efficiency in dynamic environments. *Frontiers in Plant Science*, vol. 15, art. 1383373. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1383373>
- ICNF (2015) – 6<sup>a</sup> *Inventário Florestal Nacional (IFN6) – Relatório Final*. Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas. <https://www.icnf.pt/api/file/doc/0f0165f9df0d0bbe> [cit. 2024.07.26].
- Johnson, R.; Vishwakarma, K.; Hossen, M.S.; Kumar, V.; Shackira, A.M.; Puthur, J.T.; Abdi, G.; Sarraf, M. & Hasanuzzaman, M. (2022) - Potassium in plants: Growth regulation, signaling, and environmental stress tolerance. *Plant Physiology and Biochemistry*, vol. 172, p. 56–69. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2022.01.001>
- Kim, H.N.; Jin, H.Y.; Kwak, M.J.; Khaine, I.; You, H.N.; Lee, T.Y.; Ahn, T.H. & Woo, S.Y. (2017) - Why does *Quercus suber* species decline in Mediterranean areas? *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, vol. 10, n. 3, p. 337–341. <https://doi.org/10.1016/j.japb.2017.05.004>
- Valladares, F. & Sánchez-Gómez, D. (2006) - Ecophysiological traits associated with drought in Mediterranean tree seedlings: Individual responses versus interspecific trends in eleven species. *Plant Biology*, vol. 8, n. 5, p. 688–697. <https://doi.org/10.1055/s-2006-924107>