

**MEMÓRIAS
DA
ACADEMIA DAS CIÊNCIAS
DE
LISBOA**

CLASSE DE CIÊNCIAS

Uma licenciatura num vaso – conhecimentos da Biologia de plantas para a sustentabilidade

RUI MALHÓ



**ACADEMIA DAS CIÊNCIAS
DE LISBOA**

LISBOA • 2025

Título: Uma licenciatura num vaso – conhecimentos da Biologia de plantas para a sustentabilidade

Edição: Academia das Ciências de Lisboa

Data de edição: nov.– dez. 2025

DOI: <https://doi.org/10.58164/852z-wc81>

Uma licenciatura num vaso – conhecimentos da Biologia de plantas para a sustentabilidade

RUI MALHÓ¹

RESUMO

Nesta comunicação abordaremos como os estudos em Biologia vegetal, numa perspetiva multidisciplinar, são de enorme relevância para a sustentabilidade da prática agrícola, da biodiversidade e do ambiente, logo para a sociedade e para o seu bem-estar. Estes estudos abarcam as mais diversas áreas do conhecimento, tantas quantas as que são ministradas numa licenciatura em Biologia. Tendo como ponto de partida o desenvolvimento de uma planta-modelo (*Arabidopsis thaliana*) e as suas interações com o meio ambiente, analisaremos alguns exemplos de projetos em curso na unidade de investigação BioISI (Instituto de Biosistemas e Ciências Integrativas) que ilustram a investigação multidisciplinar e a sua importância fundamental para a obtenção de dados sólidos que possam a curto prazo traduzir-se em aplicações para a indústria e agricultura. Considerando ainda a relevância de políticas públicas adequadas, abordaremos ainda aspetos de índole ética associados à implementação de tais conhecimentos.

ABSTRACT

In this document we will discuss how studies in plant biology, with a multidisciplinary perspective, are of enormous relevance for the sustainability of agricultural practices, biodiversity and the environment, thus to society and its well-being. These studies cover the most diverse areas of knowledge, all that are taught in a Biology course. Starting with the development of a model plant (*Arabidopsis thaliana*) and its interactions with the environment, we will analyze some examples of ongoing projects at the BioISI research unit (Institute of Biosystems and Integrative Sciences) that illustrate multidisciplinary research and its fundamental importance for obtaining solid data that can be translated into applications for industry and agriculture in the short term. Considering the relevance of appropriate public policies, we will also address ethical aspects associated with the implementation of such knowledge.

¹ Academia das Ciências de Lisboa, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Instituto de Biosistemas e Ciências Integrativas (BioISI)



“Pormenor de plantas de *Arabidopsis thaliana* crescendo em câmara climatizada”

Foto: Fernando Vaz Dias @ BioISI-FCUL

I. INTRODUÇÃO: UMA LICENCIATURA NUM VASO

A elaboração desta apresentação surge na sequência de uma reflexão do autor sobre a importância dos estudos em Biologia Vegetal e de como, numa perspetiva atual, isso abarca todas as áreas do conhecimento que se transmite numa licenciatura em Biologia (tomando como exemplo a da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa onde o autor é docente). Surge com uma perspetiva de continuidade às anteriores palestras proferidas nesta academia, nomeadamente sobre edição de genomas e Biologia de Sistemas tentando demonstrar a enorme relevância da investigação vegetal para a sustentabilidade da prática agrícola, da biodiversidade e do ambiente, logo para a sociedade e para o seu bem-estar.

Como mencionado, estes estudos abrangem as mais diversas áreas do conhecimento, tantas quantas as que são ministradas numa licenciatura em Biologia. Tomamos como ponto de partida — e daí a analogia empregue no título da palestra — o desenvolvimento de uma planta-modelo (*Arabidopsis thaliana*) e as suas interações com o meio ambiente (Figura 1). Esta planta pertence à família das *Brassicaceae* (ou *Cruciferae*) que agrupa numerosos géneros de plantas herbáceas, algumas das quais



Figura 1. *Arabidopsis thaliana* e *Brassica napus*. Duas plantas da mesma família, a espécie-modelo de investigação e uma couve evidenciando a proximidade entre ciência e sociedade.

com elevada importância económica para a alimentação humana (repolho, couve, por exemplo) e produção de óleos e gorduras vegetais. Analisaremos alguns exemplos de projetos em curso na unidade de investigação BioISI (Instituto de Biosistemas e Ciências Integrativas) que ilustram a investigação multidisciplinar e a sua importância fundamental para a obtenção de dados sólidos que possam a curto prazo traduzir-se em aplicações para a indústria e agricultura. Considerando ainda a relevância de políticas públicas adequadas, abordaremos ainda aspetos de índole ética associados à implementação de tais conhecimentos.

A palestra iniciou-se com uma breve análise às principais unidades curriculares que constituem a licenciatura em Biologia da Faculdade de Ciências (FCUL) e que cobrem cinco áreas científicas desta escola – Ciências da Vida (a maior parte), Ciências da Terra, Ciências Químicas, Ciências Físicas, Ciências Matemáticas e Ciências Informáticas (ou da computação) (Figura 2). Esta oferta formativa, cuja estrutura-base é encontrada em outras instituições do ensino superior, pode ser ainda prosseguida em diferentes cursos de 2.º ciclo que a instituição ministra.


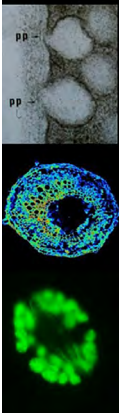
 Ciências ULisboa <small>Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa</small>				
Licenciatura em Biologia				
	U.C. (área)	1º ano	2º ano	3º ano
	Ciências da Vida	Biol Celular Genética Biol Ani e Vegetal	Biol Molecular, Evolução, Ecologia, Fisiologia, Microbiologia, Bioética	Micologia, Eng Genética, Biol Desenvolvimento, Imunologia, Biotecnologia
	Ciências da Terra		Geologia	Ambiente & Conservação
	Ciências Químicas	Bioquímica Química		Introd Recursos Naturais
	Ciências Físicas	Física		Imagiologia
	Ciências Matemáticas	Matemática	Bioestatística	Ecologia numérica
	Ciências Informáticas	Introd Tratamento Dados	Informática	Bioinformática, Processamento dados

Figura 2. Quadro resumo da estrutura curricular do 1.º ciclo em Biologia lecionado na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, evidenciando a sua transversalidade e abrangência de conhecimentos.

II. METODOLOGIAS E SUAS APLICAÇÕES

Apresentaram-se de seguida várias metodologias empregues na unidade de I&D do autor (BioISI), identificando as suas aplicações, potencialidades e áreas disciplinares onde elas são lecionadas (e nalguns casos experimentalmente demonstradas), (Figura 3):

- **Biologiologia** (CSLM, HT, 4D, stereo & wide-field, FRET-FLIM, EM)
- **Bioinformática**
- **(Biologia, Química, Física) Computacional**
- **Técnicas AFM-Related** (topografia, análises estruturais)
- **Ómicas** (4th Gene sequencing)
- **Edição Genómica**
- **Espectrometria de Massa / Cromatografias**
- **Síntese Química**
- **Fenotipagem** (de alto débito)
- **(nano)Biosensores**

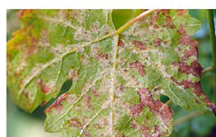


Figura 3. Metodologias utilizadas nas infraestruturas científicas da unidade de investigação BioISI e cujos conceitos são transmitidos aos alunos no decurso da sua licenciatura estabelecendo relação de proximidade entre o que se ensina e o que se investiga.

Subjacente a cada um dos projetos e resultados apresentados na Figura 3, o conjunto de metodologias (e/ou processos experimentais) tem, em comum, não apenas a automatização de processos como também a digitalização e análise dos dados remetendo-nos para palestra anterior do autor sobre Biologia digital. Como aí se referiu, são múltiplos os casos em que há um crescente fosso entre o conhecimento instrumental do experimentador e os dados produzidos/analísados na vertente computacional.

Sobre os exemplos apresentados de trabalhos científicos na unidade BioISI (com particular agradecimento aos seus coautores), destacou-se a sua originalidade científica, a área disciplinar subjacente bem como a problemática da salvaguarda/disseminação dos dados (Figura 4).

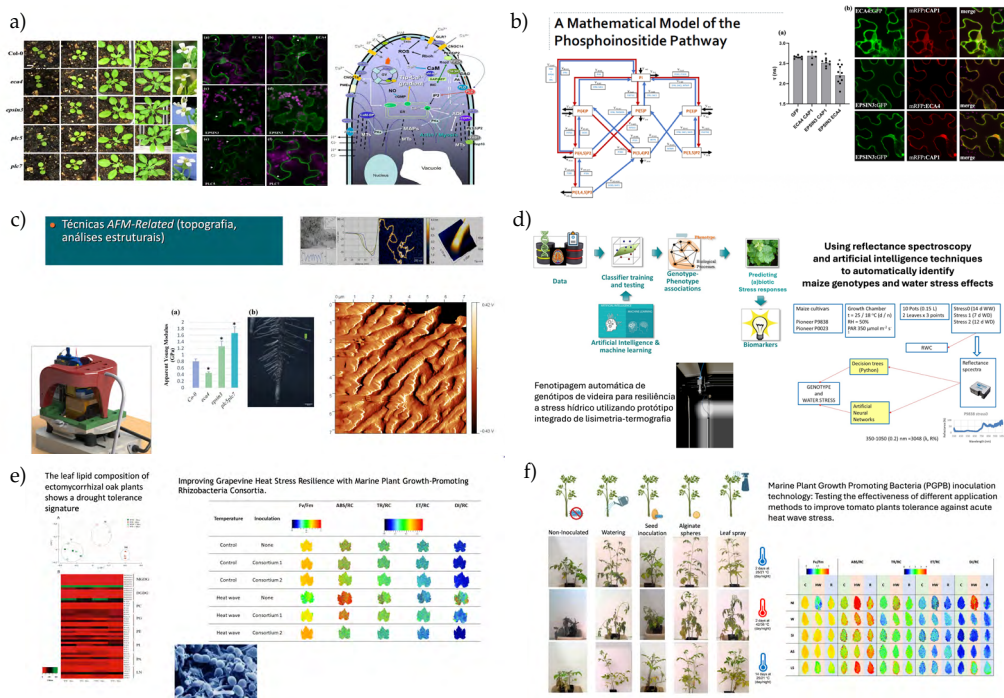


Figura 4. Áreas disciplinares (unidades curriculares) onde as diferentes metodologias mencionadas na Figura 3 são lecionadas e suas aplicações: a) Biologia celular e molecular/Biologia do desenvolvimento (Teixeira *et al.*, 2025); b) Matemática/Bioinformática (Serrazina, 2024; Vaz Dias *et al.*, 2019); c) Física (Instrumentação) (Teixeira *et al.*, 2025; Vaz Dias *et al.*, 2019); d) Fisiologia/Biologia Computacional. (Cortesia de J. M. Silva, FCUL–BioISI); e) Bioquímica/Microbiologia/Micologia (Carreiras *et al.*, 2023; Sebastiana *et al.*, 2019; Sebastiana *et al.*, 2018); f) Biotecnologia (Duarte *et al.*, 2024; Laureano *et al.*, 2018).

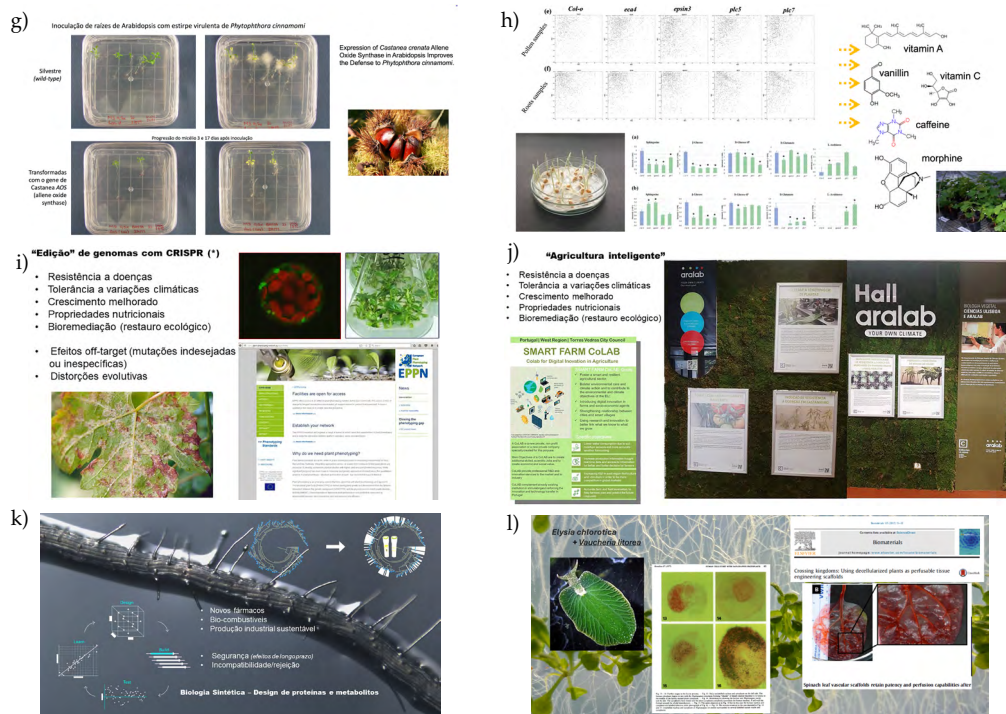


Figura 4 (cont.). Áreas disciplinares (unidades curriculares) onde as diferentes metodologias mencionadas na Figura 3 são lecionadas e suas aplicações: g) Engenharia genética/Ecologia (Serrazina *et al.*, 2021); h) Química/Metabolismo (Teixeira *et al.*, 2025); i) Ambiente e Conservação/Direito (Gouveia *et al.*, 2024a; Gouveia *et al.*, 2024b); j) Empreendedorismo (Figueiredo *et al.*, 2016; Serrazina *et al.*, 2024a; Serrazina *et al.*, 2024b); k) Química Orgânica (Biologia Sintética)/Bioética; l) Evolução (Lima de Faria *et al.*, 1977).

III. ASPETOS TÉCNICOS E IMPACTO SOCIETAL

Se em todos os casos aqui apresentados existe um natural interesse em promover a sua disseminação e escrutínio (informação e formação), outros há em que a própria natureza dos dados obriga não só a um cuidado científico, mas também a cuidados éticos e de propriedade intelectual, cruzando sector académico, iniciativa pública e privada.

Nestes casos, os dados obtidos não são relevantes apenas para os membros de uma comunidade científica especializada, mas são potencialmente úteis para o sector agrícola e empresarial (e.g. otimização de cultivares, monitorização de parâmetros fisiológicos e de crescimento, automatização de processos agrícolas). Pelas implicações que tem a nível de propriedade intelectual e transferência de

tecnologia, mas também de saúde pública e impacto ambiental, a aplicação e disseminação destas metodologias convida a profunda reflexão ética.

[Nota: já em ocasião anterior se apresentou palestra a esta Academia realçando as vantagens e potencialidades da manipulação genética de organismos e da edição de genomas conquanto utilizados no contexto de um quadro legal exigente e bem definido (Malhó, 2016; 2020)]

IV. ASPETOS FUTUROS

Numa fase seguinte da palestra abordámos alguns aspetos relacionados com a evolução destes métodos. Reiterou-se a problemática da edição genómica (pela técnica de CRISP-R ou análogas) e da biologia sintética, as suas enormes potencialidades e desafios que se colocam a nível de regulamentação. E especulou-se ainda sobre o vasto território desconhecido que a inteligência artificial nos começa a desvendar.

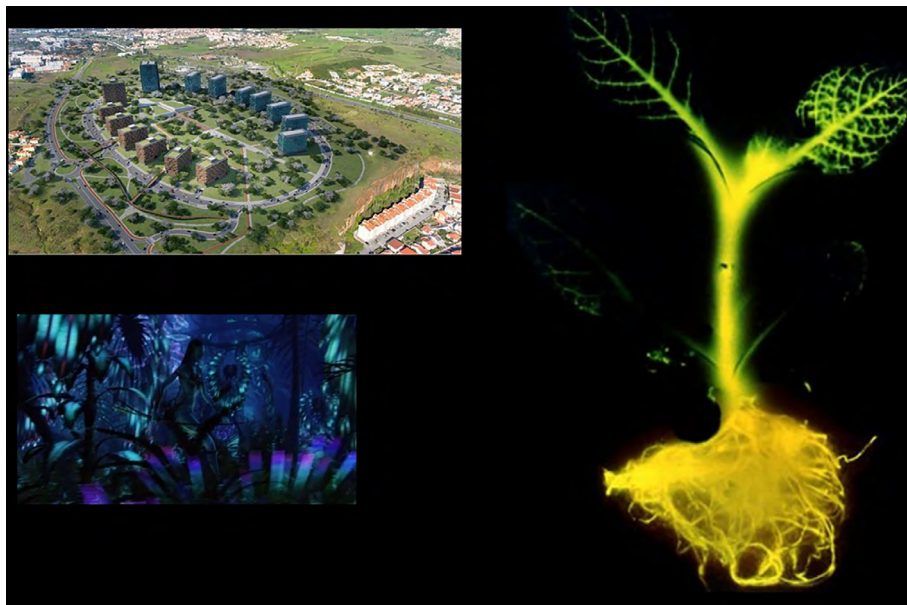


Figura 5. (Bio)Arte – Um lugar ainda por preencher.

Recordámos, de palestra anterior (Malhó, 2000), alguns exemplos do que já são ou previsivelmente virão a ser as aplicações da investigação vegetal:

- o emprego de métodos não químicos para eliminação de ervas daninhas na agricultura,

- a produção de novos cultivares com características inter-espécies de resistência a stress biótico e abiótico (“smart plants”),
- a produção de organismos geneticamente modificados para fins lúdicos,
- o desenho e criação de novos organismos (espécies?) à margem do processo evolutivo,
- as influências criativas nas artes, nas letras, na organização do espaço público, etc. (Figura 5).

V. ASPETOS FILOSÓFICOS

Na última parte desta palestra revisitámos discussão anterior sobre a relação entre Ciência, Ética e Política (Figura 6) e de que forma a sua interação melhor servirá a sociedade. Como implementar então condutas que conciliem criatividade com regulamentação? Benefícios sociais *versus* privacidade do indivíduo? Em teoria, a resposta parece óbvia: apostando na formação; uma sociedade exigente, crítica, aliçada no conhecimento conseguirá conciliar conceitos como liberdade, ética, risco, dinâmica e sustentabilidade. Mas será ingénuo ignorar a persistência de correntes negacionistas ou enviesamentos ideológicos cujas consequências podem ser extremamente perniciosas como a História já nos demonstrou cabalmente.

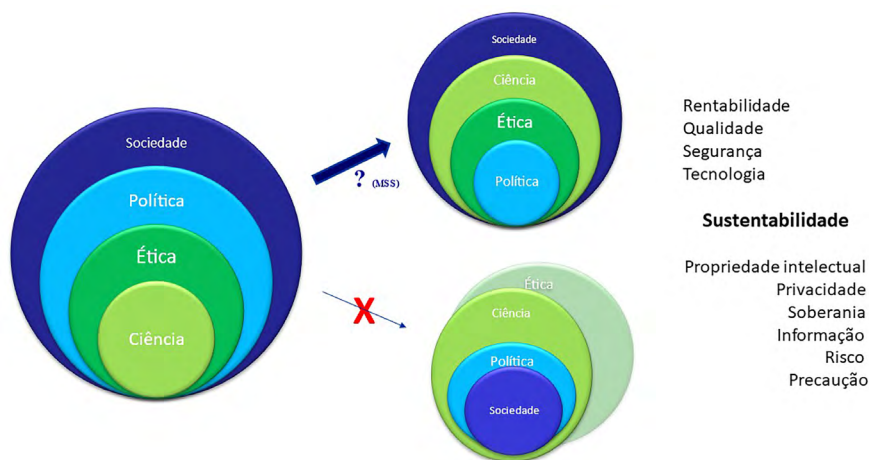


Figura 6. Ciência e políticas globais – Que cenários para o futuro?

E tendo esta palestra sido proferida no Dia Mundial da Poesia e primeiro dia de primavera (de 2024), ela foi encerrada com o poema “as árvores e os livros” de Jorge Sousa Braga:

As árvores e os livros – Jorge Sousa Braga (in Herbário)

As árvores como os livros têm folhas
e margens lisas ou recortadas,
e capas (isto é, copas) e capítulos
de flores e letras de oiro nas lombadas

E são histórias de reis, histórias de fadas,
as mais fantásticas aventuras,
que se podem ler nas suas páginas,
no pecíolo, no limbo, nas nervuras.

As florestas são imensas bibliotecas,
e até há florestas especializadas,
com faias, bétulas e um letreiro
a dizer: «Florestas das zonas temperadas»

É evidente que não podes plantar
no teu quarto, plátanos ou azinheiras.
Para começar a construir uma biblioteca,
basta um vaso de sardinheiras.

COMUNICAÇÃO APRESENTADA À CLASSE DE CIÊNCIAS
NA SESSÃO DE 21 DE MARÇO DE 2024

COMUNICAÇÃO RECEBIDA A 28 DE OUTUBRO DE 2024

REFERÊNCIAS

- Carreiras, J., Cruz-Silva, A., Fonseca, B., Carvalho, R. C., Cunha, J. P., Proença Pereira, J., Paiva-Silva, C., Santos, A., S., Janeiro Sequeira, R., Mateos-Naranjo, E., Rodríguez-Llorente, I. D., Pajuelo, E., Redondo-Gómez, S., Matos, A. R., Mesa-Marín, J., Figueiredo, A., & Duarte, B. (2023). Improving Grapevine Heat Stress Resilience with Marine Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Consortia. *Microorganisms*, 11(4), 856.
<https://doi.org/10.3390/microorganisms11040856>
- Duarte, B., Carreiras, J.A., Cruz-Silva, A., Mateos-Naranjo, E., Rodríguez-Llorente, I.D., Pajuelo, E., Redondo-Gómez, S., Mesa-Marín, J., Figueiredo, A. (2024). Marine Plant Growth Promoting Bacteria (PGPB) inoculation technology: Testing the effectiveness of different application methods to improve tomato plants tolerance against acute heat wave stress. *Plant Stress* 11, 100434. <https://doi.org/10.1016/j.stress.2024.100434>

- Figueiredo, J., Costa, G., Maia, M.R.G, Paulo, O. Malhó, R., Sousa, M., Figueiredo, A. (2016). Revisiting *Vitis vinifera* subtilase gene family: a possible role in grapevine resistance against *Plasmopara viticola*. *Frontiers in Plant Science*, 7, 1783. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01783>
- Gouveia, C., Santos, R.B., Paiva-Silva, C., Buchholz, G., Malhó, R., Figueiredo, A. (2024a). The pathogenicity of *Plasmopara viticola*: a review of evolutionary dynamics, infection strategies and effector molecule. *BMC Plant Biology* 24, 327. <https://doi.org/10.1186/s12870-024-05037-0>
- Gouveia, C., Santos, R.B., Zukic, S., Manthey, T., Malhó, R., Figueiredo, A., Buchholz, G. (2024b). Novel *Plasmopara viticola* isolate surpasses grapevine *Rpv3.1* and *Rpv3.2* resistance but not *Rpv12*. *Journal of Plant Pathology*. <https://doi.org/10.1007/s42161-024-01707-y>
- Laureano, G., Figueiredo, J., Cavaco, A.R., Duarte, B., Caçador, I., Malhó, R., Silva, M.S., Matos, A.R., Figueiredo, A., (2018). The interplay between membrane lipids and phospholipase A family members in grapevine resistance against *Plasmopara viticola*. *Scientific Reports*. 8, 14538. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-32559-z>
- Lima-de-Faria, A., Eriksson, T. and Kjellén, L. (1977). Fusion of human cells with *Haplopappus* protoplasts by means of Sendai virus, *Hereditas*. 87, 57-66. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1601-5223.1977.tb01246.x>
- Malhó, R. (2016). Biologia de Sistemas: Potencialidades e limitações interdisciplinares I. *Memórias da Academia das Ciências de Lisboa, Classe de Ciências*, Tomo XLVI, pp. 191-200. <http://hdl.handle.net/10400.26/45145>
- Malhó, R. (2020). Genómica Funcional das Plantas. Um futuro arriscado para a nossa agricultura? Ou para nós. *Memórias da Academia das Ciências de Lisboa, Classe de Ciências*, Tomo XLVII, Volume 1, pp.73-84. <http://hdl.handle.net/10400.26/44850>
- Sebastiana, M., Duarte, B., Monteiro, F., Malhó, R., Caçador, I., Matos, A.R. (2019). The leaf lipid composition of ectomycorrhizal oak plants shows a drought-tolerance signature. *Plant Physiology & Biochemistry*. 144, 157-165. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2019.09.032>
- Sebastiana M., Silva A.B., Matos A.R., Alcântara A., Silvestre S., Malhó R. (2018). Ectomycorrhizal inoculation with *Pisolithus tinctorius* reduces stress induced by drought in cork oak. *Mycorrhiza*, 28, 247-258. <https://doi.org/10.1007/s00572-018-0823-2>
- Serrazina, S., Machado, H., Costa, R., Duque, P., Malhó, R. (2021). Expression of *Castanea crenata* Allene Oxide Synthase in Arabidopsis Improves the Defense to *Phytophthora cinnamomi*. *Frontiers in Plant Science*, 12, 628697. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.628697>
- Serrazina, S., Martínez, M.T., Fernandes, P., Colavolpe, B., Dias, F., Conde, P., Malhó, R., Corredoira, E. and Lourenço Costa, R. (2024a). *Castanea crenata* Ginkbilobin2-like as a resistance gene to *Phytophthora cinnamomi* infection. *Acta Hort.* 1400, 77-88. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2024.1400.9>
- Serrazina, S., Martínez, M.T., Soudani, S., Candeias, G., Berrocal-Lobo, M., Piñeiro, P., Malhó, R., Costa, R.L., Corredoira, E. (2024b). Overexpression of Ginkbilobin-2 homologous domain gene improves tolerance to *Phytophthora cinnamomi* in somatic embryos of *Quercus suber*. *Scientific Reports*, 14, 19357. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-70272-2>

-
- Serrazina, S., Vaz Dias, F., Malhó R. (2014). Characterization of FAB1 phosphatidylinositol kinases in Arabidopsis pollen tube growth and fertilization. *New Phytologist*, 203, 784-793. <https://doi.org/10.1111/nph.12836>
- Teixeira, R., Marchese, D., Duckney, P., Vaz Dias, F., Carapeto, A., Louro, M., Sousa Silva, M., Cordeiro, C., Rodrigues, M., Malhó, R. (2025). Functional characterization reveals the importance of Arabidopsis ECA4 and EPSIN3 in clathrin mediated endocytosis and wall structure in apical growing cells. *New Phytologist*, 245, 1056-1071. <https://doi.org/10.1111/nph.12836>
- Vaz Dias, F., Serrazina, S., Vitorino, M., Marchese D., Heilmann, I., Godinho, M., Rodrigues, M., Malhó R. (2019). A role for Diacylglycerol Kinase 4 in signaling crosstalk during Arabidopsis pollen tube growth. *New Phytologist*, 222, 1434-1446. <https://doi.org/10.1111/nph.15674>