

P2  R E S I L I S

Resiliência e sustentabilidade na produção de cereja e pêsego



P2-Resilis

**Resiliência e sustentabilidade
na produção de cereja e pêssego**

Maria Paula Simões
(COORDENAÇÃO)

Ficha Técnica

Título: P2-Resilis – Resiliência e sustentabilidade na produção de cereja e pêssogo

Coordenação: Maria Paula Simões

Editor: COTHN-CC – Centro Operativo e Tecnológico Hortofrutícola Nacional
– Centro de Competências

Autores e copyright:

Abel Veloso

António Canatário Duarte

Carmo Horta

Cristina Canavarro

Diogo Coelho

Fernanda Delgado

Filipe Costa

Francisco Chasqueira

Filipe Gomes

Francisco Vieira

Helena Mateus

Isabel Castanheira

José Assunção

José Carlos Gonçalves

Luís Pinto de Andrade

Maria Paula Simões

Maria Teresa Rebelo

Mónica Bouça

Paulo Silvino

Vera Silva

Violette Geissen

Revisão: Maria Carmo Horta

Design Editorial: SUPER Brand Consultants

Tiragem: 200 exemplares

Impressão e Acabamento: Empresa Diário do Porto, Lda

Data de Impressão: novembro 2025

ISBN: 978-972-8785-40-6

Capítulo 8

A influência da aplicação de diferentes doses de esporos de fungos micorrízicos arbusculares na colonização das raízes por esses fungos na cultura da cerejeira

Abel Veloso^{1,2,3}, Diogo Coelho¹ e Maria Paula Simões^{1,3}

¹Instituto Politécnico de Castelo Branco | Escola Superior Agrária

²Soil Physics and Land Management Group | Wageningen University and Research

³Centro de Estudos de Recursos Naturais, Ambiente e Sociedade (CERNAS)

8.1 Introdução

A mobilização não é uma técnica de gestão do solo habitualmente usada nos pomares. A exceção a esta regra é o período de instalação do pomar, em que a mobilização do solo é essencial. Contudo pode também trazer inconvenientes, entre os quais a disrupção do microbioma do solo e, em particular, dos fungos micorrízicos arbusculares e da sua relação simbiótica com a cultura. Nesse sentido, a aplicação de esporos de fungos micorrízicos arbusculares durante as primeiras fases de crescimento das árvores pode ajudar a minimizar este problema.

Os fungos micorrízicos arbusculares são, provavelmente, o grupo mais antigo de fungos micorrízicos e a sua simbiose com plantas data possivelmente de há 475 milhões de anos (Rosling et al., 2024). Como é comum nos fungos micorrízicos, a simbiose entre a planta o fungo micorrízico arbuscular resulta

no fornecimento de fotoassimilados da primeira para o segundo e de água e nutrientes do fungo para a planta. Contudo, uma das características diferenciadoras dos fungos micorrízicos arbusculares são as estruturas, designadas por arbúsculos, que se formam no córtex vegetal e através das quais ocorrem as trocas de substâncias químicas entre a planta e o fungo (Smith & Read, 2008).

Os fungos micorrízicos arbusculares colonizam aproximadamente 80% das famílias de plantas vasculares, incluindo a maior parte das plantas com interesse agrícola (Smith et al., 2003). Essa colonização é normalmente benéfica para a planta. Em particular, a extensa rede de hifas permite explorar um maior volume de solo, aumentando o acesso da planta a água e a nutrientes. Este último efeito é aumentado pela associação dos fungos micorrízicos a bactérias que contribuem para aumentar a disponibilidade de nutrientes como o azoto (Fall et al., 2022; Jiang et al., 2021). Todos estes efeitos contribuem para aumentar a resistência da planta não só a baixas disponibilidades de água e de nutrientes, mas também a outros fatores de stress como temperaturas elevadas e salinidade do solo (Ahmed et al., 2025; Fall et al., 2022).

O desenvolvimento de micorrizas pode também contribuir para aumentar a resistência da planta a microrganismos patogénicos. Este efeito da associação da planta a fungos micorrízicos pode ocorrer através de uma competição direta destes fungos com esses microrganismos, limitando assim o crescimento destes últimos. No entanto, a colonização das raízes por fungos micorrízicos arbusculares pode também estimular a produção, pela planta, de compostos que dificultem a infeção ou, no caso de pragas, que atraiam predadores dessa praga (Diagne et al., 2020; Fiorilli et al., 2024).

A presença de fungos micorrízicos no solo pode também contribuir para melhorar as suas condições físicas, incluindo a estabilidade dos agregados devido, por exemplo, à libertação de exsudados pelas hifas dos fungos. Esse fator está, por sua vez, relacionado com um aumento na taxa de infiltração de água e com a proteção do solo contra a erosão e é potenciado pelo aumento de matéria orgânica do solo que pode advir da presença desse tipo de fungos (Fall et al., 2022; Wu et al., 2024).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de diferentes doses de esporos de fungos micorrízicos arbusculares na colonização das raízes por estes fungos.

A RETER

O objetivo principal deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de diferentes doses de esporos de fungos micorrízicos arbusculares na colonização das raízes de cerejeiras por estes fungos.

8.2 Material e métodos

O ensaio aqui descrito foi instalado no pomar de cerejeiras correspondente à Ação C do projeto P2-Resilis, localizado no Pólo de Inovação – Quinta de Lamaçais, na freguesia do Teixoso, concelho da Covilhã.

As cerejeiras utilizadas neste ensaio são da cultivar Royal Helen e foram plantadas em 2024-03-18, num compasso 3 m × 5 m, o que corresponde a 667 plantas/ha.

O ensaio compreende 4 modalidades, correspondendo a 4 doses diferentes de aplicação de pastilhas Mycoshell (Asfert Global) contendo esporos de fungos micorrízicos arbusculares da espécie *Rhizophagus irregularis* na concentração de 150 esporos/pastilha, aplicados ao solo aquando da plantação, em 2024-03-18 (Figura 8.1).

Foram instaladas 3 réplicas/modalidade e cada réplica incluiu 3 árvores, sendo a do meio a árvore útil (onde foram realizadas as avaliações) e as duas dos extremos as árvores de bordadura. As 4 modalidades testadas corresponderam a 0, 1, 2, 3 pastilhas/árvore (Figura 8.2).



Figura 8.1 – aplicação de Mycoshell à plantação.

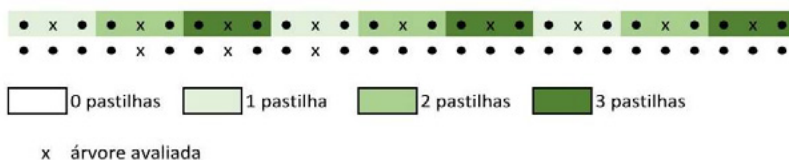


Figura 8.1 – Esquema de campo do ensaio.

A colonização das raízes por fungos micorrízicos foi avaliada em raízes recolhidas na árvore central de cada réplica a 2025-09-03 (Figura 8.3). Após recolha as raízes são colocadas e conservadas em etanol a 70% (v/v).



Figura 8.3 – Recolha de raízes a 20 cm a 25 cm do tronco da planta.

O procedimento seguido para a análise das raízes foi adaptado de Vierheilig et al. (1998) e de McGonigle et al. (1990). Fragmentos de raiz com aproximadamente 1 cm foram lavados e mantidos durante 1 h a 65°C em hidróxido de potássio a 10% (m/m), lavados novamente e mergulhados em ácido acético a 5% (v/v) durante 10 minutos à temperatura ambiente. Após esse tempo, os fragmentos foram imersos na solução corante durante 30 minutos a 65°C, lavados, mantidos em água acidulada durante 30 minutos à temperatura ambiente e montados em lâminas.

A quantificação da presença de hifas, arbúsculos e vesículas nas raízes foi feita utilizando um microscópio com a ampliação de 100×. Observaram-se aproximadamente 100 pontos por amostra, distribuídos aleatoriamente pelos diversos fragmentos de raízes.

A análise estatística foi feita com os programas R (versão 4.5.0) e RStudio (versão 2025.05.0). As eventuais diferenças estatisticamente significativas entre modalidades foram testadas através de uma análise de variância (ANOVA) que, nos casos em que essas diferenças significativas existiram, foi seguida do teste post-hoc de Tukey. A homogeneidade das variâncias e a normalidade dos resíduos foram avaliadas, respetivamente, pelos testes de Levene e de Shapiro-Wilk. Foi considerado um nível de significância de 0,05.

8.3 Resultados

A Figura 8.3 mostra os resultados obtidos relativamente à influência da aplicação de diferentes doses de esporos de fungos micorrízicos arbusculares na colonização das raízes por esses fungos.

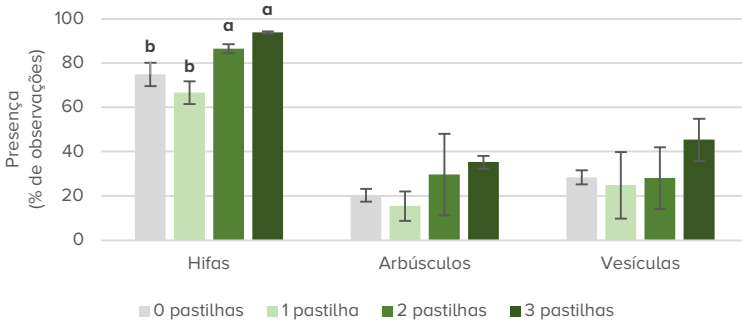


Figura 8.3 – Resultados relativos à influência da aplicação de diferentes doses de esporos de fungos micorrízicos arbusculares na presença de hifas, arbúsculos e vesículas. Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre modalidades (p<0,05).

A aplicação de 2 ou 3 pastilhas/árvore, correspondendo a 300 ou 450 esporos/árvore, esteve associada a uma maior presença de hifas do que a ausência de aplicação ou a aplicação de 1 pastilha/árvore (150 esporos/árvore), o que confirma o intervalo de aplicação aconselhado pelo fabricante que indica a aplicação de 1 a 2 pastilhas/árvore. Não se observaram diferenças significativas entre modalidades na presença de arbúsculos e de vesículas.

A RETER

As modalidades correspondentes à aplicação de 2 e 3 pastilhas resultaram numa presença de hifas significativamente maior do que as modalidades correspondentes à aplicação de 0 e 1 pastilha.

O resultado obtido é indicativo de que, de facto, existe um efeito da aplicação de esporos de fungos micorrízicos na sua colonização das raízes da cultura. Contudo, é de salientar que, como se viu nos resultados obtidos, a ausência de aplicação de esporos de fungos micorrízicos, não significa a ausência desses

fungos no solo, dada a sua ubiquidade e capacidade de colonizarem as raízes de plantas de espécies muito diversas. Além disso, uma maior presença de hifas não implica, necessariamente, um aumento dos benefícios para o crescimento das plantas ou para a produção. Esta incerteza é ainda mais acentuada se considerarmos a ausência de diferenças significativas entre modalidades na presença de arbúsculos, que são as principais estruturas de intercâmbio entre o fungo micorrízico e a planta. Seria, portanto, relevante avaliar futuramente se a aplicação de esporos de fungos micorrízicos tem um impacto positivo no crescimento e a produção das árvores.

8.4 Considerações finais

A aplicação de 2 ou 3 pastilhas de esporos de fungos micorrízicos arbusculares resultou numa presença de hifas significativamente maior do que a ausência de aplicação ou a aplicação de 1 pastilha. Adicionalmente, não foram encontradas diferenças significativas entre modalidades na presença de arbúsculos ou de vesículas. A maior presença de hifas nas modalidades com a aplicação de 2 ou 3 pastilhas é um resultado promissor. Contudo, os seus possíveis benefícios para o crescimento das plantas e para a produção deveriam ser objeto de trabalhos futuros.

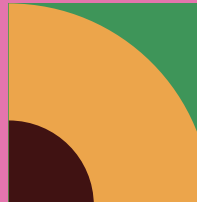
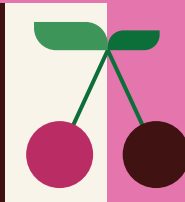
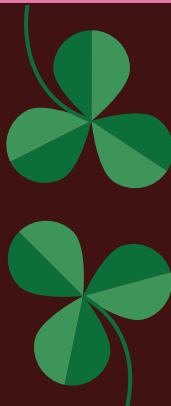
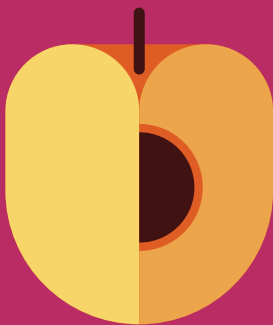
Agradecimentos

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do projeto P2-Resilis, N.º 10/C05-i03/2021 – PRR-C05-i03-I-000104), financiado pelo PRR- RE-C05-i03 – Agenda de investigação e inovação para a sustentabilidade da agricultura, alimentação e agroindústria. Este trabalho recebeu também o financiamento do CERNAS UID/681/2025 e da Fundação para a Ciência e a Tecnologia através da bolsa de doutoramento 2020.06010.BD. Os autores agradecem à Asfert Global a parceria para a realização deste ensaio.

Referências bibliográficas

Ahmed, N., Li, J., Li, Y., Deng, L., Deng, L., Chachar, M., Chachar, Z., Chachar, S., Hayat, F., Raza, A., Umrani, J. H., Gong, L., & Tu, P. (2025). Symbiotic synergy: How Arbuscular Mycorrhizal Fungi enhance nutrient uptake, stress tolerance, and soil health through molecular mechanisms and hormonal regulation. *IMA Fungus*, 16. <https://doi.org/10.3897/imafungus.16.144989>

- Diagne, N., Ngom, M., Djighaly, P. I., Fall, D., Hocher, V., & Svistoonoff, S. (2020). Roles of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Plant Growth and Performance: Importance in Biotic and Abiotic Stressed Regulation. *Diversity*, 12(10), 370. <https://doi.org/10.3390/d12100370>
- Fall, A. F., Nakabonge, G., Ssekandi, J., Founoune-Mboup, H., Apori, S. O., Ndiaye, A., Badji, A., & Ngom, K. (2022). Roles of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Soil Fertility: Contribution in the Improvement of Physical, Chemical, and Biological Properties of the Soil. *Frontiers in Fungal Biology*, 3, 723892. <https://doi.org/10.3389/ffunb.2022.723892>
- Fiorilli, V., Martínez-Medina, A., Pozo, M. J., & Lanfranco, L. (2024). Plant Immunity Modulation in Arbuscular Mycorrhizal Symbiosis and Its Impact on Pathogens and Pests. *Annual Review of Phytopathology*, 62(1), 127–156. <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-121423-042014>
- Jiang, F., Zhang, L., Zhou, J., George, T. S., & Feng, G. (2021). Arbuscular mycorrhizal fungi enhance mineralisation of organic phosphorus by carrying bacteria along their extraradical hyphae. *New Phytologist*, 230(1), 304–315. <https://doi.org/10.1111/nph.17081>
- McGonigle, T. P., Miller, M. H., Evans, D. G., Fairchild, G. L., & Swan, J. A. (1990). A new method which gives an objective measure of colonization of roots by vesicular–Arbuscular mycorrhizal fungi. *New Phytologist*, 115(3), 495–501. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1990.tb00476.x>
- Rosling, A., Eshghi Sahraei, S., Kalsoom Khan, F., Desirò, A., Bryson, A. E., Mondo, S. J., Grigoriev, I. V., Bonito, G., & Sánchez-García, M. (2024). Evolutionary history of arbuscular mycorrhizal fungi and genomic signatures of obligate symbiosis. *BMC Genomics*, 25(1), 529. <https://doi.org/10.1186/s12864-024-10391-2>
- Smith, S. E., & Read, D. (2008). *Mycorrhizal symbiosis* (3rd ed.). Academic Press.
- Smith, S. E., Smith, F. A., & Jakobsen, I. (2003). Mycorrhizal Fungi Can Dominate Phosphate Supply to Plants Irrespective of Growth Responses. *Plant Physiology*, 133(1), 16–20. <https://doi.org/10.1104/pp.103.024380>
- Veloso, A., Ferreira, D., Castanheira, I., Simões, M. P., Barateiro, A., Ramos, C., Fragoso, P., Lopes, S., Vieira, F., Silvino, P., & Varennes, A. de. (2017). Capítulo 3. Manutenção do solo—Avaliação do efeito da manta Ecoblanket utilizada na cobertura do solo em pomares de pessegueiro. Em M. P. Simões (Ed.), *Mais Pêssego—Inovação nas técnicas de produção*. Centro Operativo e Tecnológico Hortofrutícola Nacional – Centro de Competências.
- Vierheilig, H., Coughlan, A. P., Wyss, U., & Piché, Y. (1998). Ink and Vinegar, a Simple Staining Technique for Arbuscular-Mycorrhizal Fungi. *Applied and Environmental Microbiology*, 64(12), 5004–5007. <https://doi.org/10.1128/AEM.64.12.5004-5007.1998>
- Wu, S., Fu, W., Rillig, M. C., Chen, B., Zhu, Y., & Huang, L. (2024). Soil organic matter dynamics mediated by arbuscular mycorrhizal fungi – an updated conceptual framework. *New Phytologist*, 242(4), 1417–1425. <https://doi.org/10.1111/nph.19178>



Financiamento:



ISBN 978-972-8785-40-6



Parceiros:

