

## **Produção de inóculo micorrízico em vermiculita usando garrafas PET** **Production of mycorrhizal inoculum in vermiculite using PET bottles**

**Clarissa Baldim Rabelo<sup>1</sup>, Dorcas Muanza<sup>2</sup>, Igor Marcelino<sup>3</sup>, Lara Pires Rosa<sup>4</sup>,  
Renan Ferreira<sup>5</sup>, Álvaro Martins<sup>6</sup>, Ana Laura Sodré<sup>7</sup>, Tiago Felix Tobias<sup>8</sup>,  
Vinícius Vitor Batista<sup>9</sup>**

<sup>1</sup>UNIS-MG, Varginha, MG, [clarissambr@gmail.com](mailto:clarissambr@gmail.com)

<sup>2</sup>UNIS-MG, Varginha, MG, [dorcasbernadeth12@gmail.com](mailto:dorcasbernadeth12@gmail.com)

<sup>3</sup>UNIS-MG, Varginha, MG, [igorfutgol5@gmail.com](mailto:igorfutgol5@gmail.com)

<sup>4</sup>UNIS-MG, Varginha, MG, [laravga0@gmail.com](mailto:laravga0@gmail.com)

<sup>5</sup>UNIS-MG, Varginha, MG, [renanzaninferreira@gmail.com](mailto:renanzaninferreira@gmail.com)

<sup>6</sup>UNIS-MG, Varginha, MG, [alvaro.ribeiro@alunos.unis.edu.br](mailto:alvaro.ribeiro@alunos.unis.edu.br)

<sup>7</sup>UNIS-MG, Varginha, MG, [ana.martins4@alunos.unis.edu.br](mailto:ana.martins4@alunos.unis.edu.br)

<sup>8</sup>UNIS-MG, Varginha, MG, [tiagoftobiasagro@gmail.com](mailto:tiagoftobiasagro@gmail.com)

<sup>9</sup>UNIS-MG, Varginha, MG, [vinicbatistaa@gmail.com](mailto:vinicbatistaa@gmail.com)

### **Resumo**

O presente estudo avaliou o efeito de sete composições distintas de substrato no crescimento foliar e radicular de plântulas, utilizando misturas de vermiculita, solo de horta, húmus e inóculo micorrízico. Os resultados mostraram que todos os tratamentos, com a exceção notável do Tratamento 4 (húmus puro), apresentaram desempenho satisfatório. A colonização efetiva por endomicorrizas foi observada em todas as amostras analisadas, validando a eficácia do inóculo. A falha no crescimento no Tratamento 4 é atribuída à inadequação da estrutura física do húmus puro, que compromete a aeração e o estabelecimento inicial da raiz, apesar de seu alto valor nutricional. Conclui-se que o desenvolvimento vegetal ideal depende da sinergia entre o suporte estrutural da vermiculita e o benefício biológico das micorrizas, maximizando a absorção de nutrientes.

**Palavras-chave:** Húmus, endomicorriza, vermiculita, micorrizas arbusculares.

## Abstract

The present study evaluated the effect of seven distinct substrate compositions on the foliar and root growth of seedlings, using mixtures of vermiculite, garden soil, humus, and mycorrhizal inoculum. The results showed that all treatments, with the notable exception of Treatment 4 (pure humus), exhibited satisfactory performance. Effective colonization by endomycorrhizae was observed in all analyzed samples, validating the efficacy of the inoculum. The failure to grow in Treatment 4 is attributed to the inadequate physical structure of the pure humus, which compromises aeration and initial root establishment, despite its high nutritional value. It is concluded that ideal plant development depends on the synergy between the structural support of vermiculite and the biological benefit of the mycorrhizae, maximizing nutrient absorption.

**Keywords:** Humus, Endomycorrhiza, vermiculite, Arbuscular Mycorrhizae.

## 1 Introdução

A produção de alimentos de forma sustentável e com menor dependência de insumos químicos sintéticos é um dos grandes desafios da agricultura moderna. Neste contexto, os biofertilizantes e, especificamente, os microrganismos benéficos do solo, como os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs), emergem como componentes chave. As micorrizas estabelecem uma simbiose mutualística com as raízes da maioria das plantas, promovendo o aumento da área de absorção de nutrientes (principalmente fósforo e nitrogênio), a tolerância a estresses hídricos e a melhoria da estrutura do solo (Moreira; Siqueira, 2006).

O uso eficiente dos FMAs em sistemas agrícolas depende da disponibilidade de inóculo de alta qualidade. Tradicionalmente, a multiplicação e o preparo desses inóculos são realizados em condições de casa de vegetação, utilizando substratos inertes e plantas hospedeiras específicas (Bressan et al., 2011).

A observação do crescimento e da colonização micorrízica em um substrato inerte (vermiculita) inoculado com solo e cultivado com plantas-isca (milho, feijão, sorgo ou cebola) é crucial para otimizar o processo de produção e garantir a viabilidade do inóculo a ser colhido (Melo et al., 2005). Este modelo, além de ser acessível e de baixo custo, permite a produção descentralizada de inóculo.

O presente trabalho visa avaliar um método de multiplicação de inóculo micorrízico em pequena escala, utilizando garrafas PET como reatores de cultivo e vermiculita como substrato.

## **2. Referencial teórico**

### **2.1. A Simbiose Micorrízica Arbuscular e seus benefícios**

A simbiose micorrízica arbuscular (SMA) é a interação mutualística mais comum e ecologicamente importante no reino vegetal. Os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) colonizam as células corticais das raízes, formando estruturas especializadas como arbúsculos (locais de troca de nutrientes) e vesículas (órgãos de reserva e propagação) (Smith, 2008). O principal benefício para a planta reside no aumento da captação de nutrientes, particularmente do fósforo com baixa mobilidade no solo, através de hifas extrarradiculares que exploram um volume de solo inacessível à raiz (Melo et al., 2005).

A colonização micorrízica é um fator determinante para a saúde da planta, promovendo não apenas a nutrição mineral, mas também a agregação do solo, a proteção contra patógenos de raiz e o aumento da resistência a condições de estresse ambiental, como a seca (Moreira; Siqueira, 2006). A eficácia da simbiose depende da compatibilidade entre a planta hospedeira e o isolado fúngico.

A produção de inóculo micorrízico em escala laboratorial ou semi-comercial é realizada pelo método de cultivo em vaso (pot culture), que utiliza plantas hospedeiras para multiplicar o fungo (Bressan et al., 2011). As plantas-isca ou plantas hospedeiras, como milho, sorgo, feijão e cebola, são escolhidas devido à sua alta dependência e facilidade de colonização micorrízica. O sorgo, em particular, é frequentemente citado por sua eficiência na produção de esporos (Melo et al., 2005).

O substrato utilizado para o cultivo em vaso deve ser de baixa fertilidade, estéril (para evitar a competição) e apresentar boa aeração e drenagem. A vermiculita, um silicato de alumínio e magnésio expandido, é um material inerte e poroso frequentemente empregado na produção de inóculo micorrízico, pois proporciona excelente aeração e retenção de umidade, características essenciais para o desenvolvimento fúngico (Bressan et al., 2011).

A utilização de garrafas PET como recipientes de cultivo representa uma adaptação de baixo custo e sustentável do método de cultivo em vaso (Silva et al., 2023). Essa técnica permite a reutilização de resíduos plásticos e torna a produção de inóculo acessível a pequenos produtores, estudantes e em programas de educação ambiental. A eficácia desse sistema de multiplicação artesanal é observada através da colonização das raízes e da produção de esporos no substrato de vermiculita, que será o inóculo final

(Bressan et al., 2011). O material colhido, que consiste em substrato, raízes colonizadas e esporos, é denominado inóculo micorrízico e pode ser aplicado diretamente em outras culturas para estabelecer a simbiose (Melo et al., 2005).

### **3. Material e Métodos**

O presente estudo empregou a metodologia de cultivo em vaso adaptada para a produção de inóculo micorrízico arbuscular (FMA) em pequena escala, utilizando garrafas PET como reatores de cultivo e vermiculita como substrato de multiplicação.

O estudo foi conduzido no Laboratório de Engenharia Agrônoma no UNIS-MG, em Varginha.

O estudo contou com 9 tratamentos. Tratamento 1: vermiculita, solo de horta, cebola. Tratamento 2: vermiculita, solo, cebola, semente de milho, inóculo de micorriza em placas de Petri, cebola e substrato (húmus). Tratamento 3: Vermiculita, solo de horta, cebola substrato (húmus). Tratamento 4: Substrato (húmus). Tratamento 5: Vermiculita, solo de horta, inóculo de micorriza em placas de Petri, 10 sementes de milho. Tratamento 6: Vermiculita, solo de horta orgânica, substrato (húmus), 10 sementes de milho. Tratamento 7: Vermiculita, solo de horta orgânica, 10 sementes de milho.

Garrafas PET de 2 litros, previamente higienizadas, foram utilizadas como reatores de cultivo. A parte superior de cada garrafa foi removida com tesoura para facilitar o manuseio e receber os tratamentos. Foram realizados pequenos furos na base inferior de cada reator para garantir a drenagem do excesso de água.

Os tratamentos foram homogenizados, umidificados com água destilada e posteriormente colocados nas garrafas previamente identificadas.

A mistura de substrato e inóculo foi acondicionada nas garrafas PET até preencher cerca de 2/3 da altura do reator.

As garrafas foram alocadas em ambiente com luminosidade adequada, no Laboratório de Engenharia Agrônoma no UNIS-MG. A irrigação foi realizada com água sem cloro (para não prejudicar os FMAs) sempre que o substrato apresentar-se seco, mantendo-o úmido, mas evitando o encharcamento para garantir as condições aeróbias. A boca da garrafa foi coberta com gaze.

O cultivo foi mantido por um período de aproximadamente três meses, tempo suficiente para que as raízes da planta hospedeira sejam colonizadas pelos FMAs e ocorra a multiplicação dos esporos no substrato (Melo et al., 2005).

Após o período de cultivo, o inóculo final será colhido. Para isso, serão removidas as raízes colonizadas e o substrato das garrafas PET. Este material (substrato, esporos e raízes colonizadas) constitui o inóculo micorrízico, que poderá ser utilizado diretamente para inocular novas plantas ou para enriquecer o solo em experimentos subsequentes (Bressan et al., 2011).

#### 4. Resultados e Discussão

A tabela 1 expõe os resultados obtidos após três meses de experimento.

**Tabela 1** – Número médio de folhas, volume de raiz e presença de micorrizas arbusculares (MAs) Varginha, MG, 2025.

|                     | <b>Número médio de<br/>folhas</b> | <b>Volume de Raiz</b> | <b>Presença de MAs</b> |
|---------------------|-----------------------------------|-----------------------|------------------------|
| <b>Tratamento 1</b> | 9                                 | Alto (cebola)         | Sim                    |
| <b>Tratamento 2</b> | 4                                 | Bom (milho)           | Sim                    |
| <b>Tratamento 3</b> | 19                                | Bom                   | Sim                    |
| <b>Tratamento 4</b> | 0                                 | Pouco                 | Sim                    |
| <b>Tratamento 5</b> | 5                                 | Bom                   | Sim                    |
| <b>Tratamento 6</b> | 5                                 | Bom                   | Sim                    |
| <b>Tratamento 7</b> | 6                                 | Bom                   | Sim                    |

Os resultados do estudo demonstram uma notável eficácia da combinação de substratos e da presença de inóculos biológicos para o desenvolvimento vegetal, com exceção do Tratamento 4. O crescimento foliar em todos os tratamentos, exceto o 4, e o moderado volume de raiz nas amostras que prosperaram sugerem que a mistura de componentes (vermiculita, solo de horta, cebola, milho) forneceu as condições ideais em termos de aeração, retenção de umidade e disponibilidade de nutrientes, conforme evidenciado nos tratamentos 1, 2, 3, 5, 6 e 7. A presença generalizada de endomicorriza em todos os tratamentos é um achado crucial, indicando que, independentemente da inclusão de inóculo (Tratamento 2 e 5) ou da composição mais simples (Tratamento 1, 3, 6 e 7), houve colonização pelas micorrizas arbusculares. Isso sugere que a fonte de inóculo nativa do solo de horta e/ou das sementes pode ter sido suficiente para estabelecer

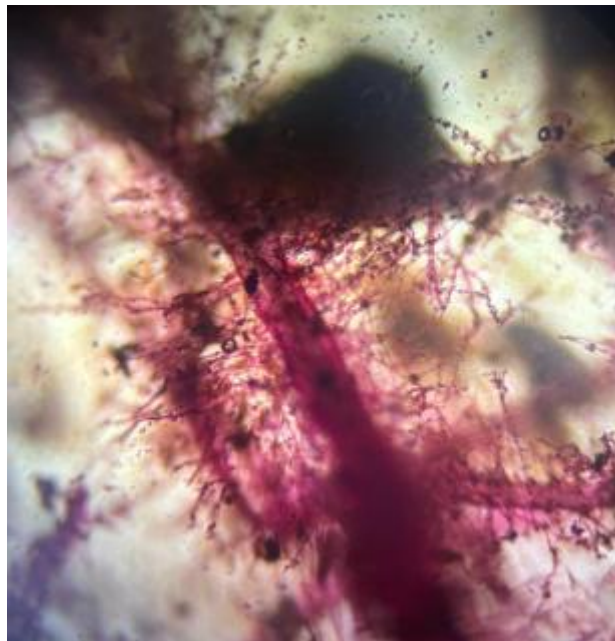
a simbiose, a qual é fundamental para a melhora na absorção de nutrientes, especialmente fósforo, e para o aumento da resistência das plantas (Canellas; Santos, 2005; Embrapa, 2025).

A exceção clara a este padrão de crescimento é o Tratamento 4 (Substrato - húmus puro) (Figura 1), que não apresentou crescimento radicular. Embora o húmus de minhoca seja amplamente reconhecido como um excelente condicionador de solo e adubo orgânico, rico em nutrientes e substâncias húmicas que promovem o crescimento (Canellas et al., 2002), a utilização de húmus puro como substrato único pode ter sido a causa da inibição do crescimento radicular. Estudos apontam que, em altas concentrações, o húmus pode causar efeitos inibitórios no desenvolvimento radicular ou não fornecer a estrutura física ideal para o estabelecimento inicial das raízes e o equilíbrio hídrico-aerífero. O húmus puro pode apresentar uma estrutura muito densa ou excesso de nutrientes/sais, o que é prejudicial para a plântula recém-estabelecida ou para a bulbificação da cebola, diferentemente de quando é usado em mistura com outros substratos como vermiculita e solo (Souza et al., 2016). A ausência de crescimento foliar e radicular no Tratamento 4, contrastando com a presença de endomicorriza (que requer raízes para colonização), sugere que, embora o fungo pudesse estar presente no húmus, a planta não conseguiu se desenvolver para estabelecer a simbiose de forma eficaz, limitando severamente a sua sobrevivência e crescimento inicial.

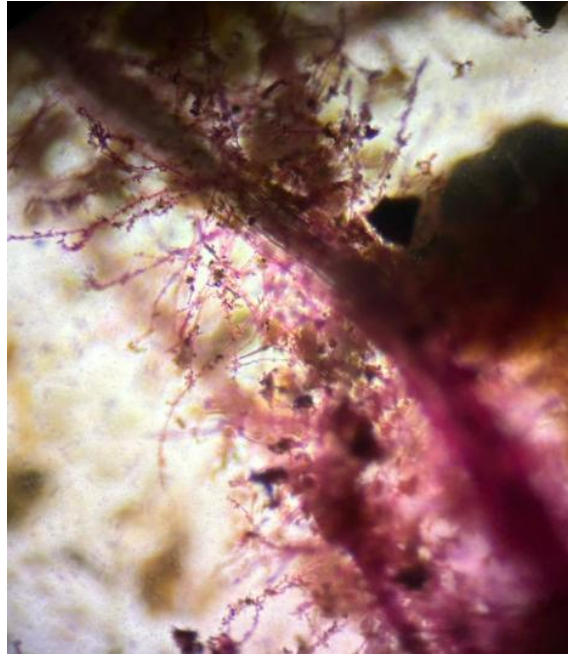
As figuras 2, 3, 4, 5 e 6 apresentam fotografia após experimento.



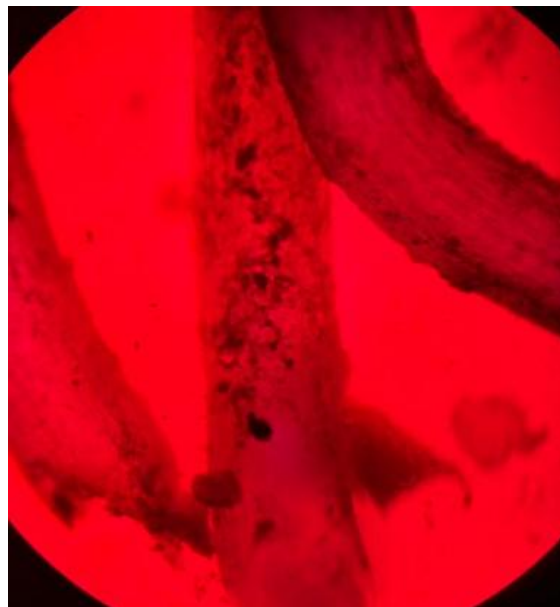
**Figura 1 – Tratamento 4**



**Figura 2 – Raiz em microscópio**



**Figura 3** - Raiz em microscópio



**Figura 4** – Raiz em microscópio



**Figura 5 – Cebola**



**Figura 6 - Milho**

## **5. Conclusão**

A vermiculita é indispensável para a aeração e retenção hídrica do substrato. Este suporte físico otimizado foi crucial para garantir o sucesso da colonização por micorrizas arbusculares (MA). Assim, o desenvolvimento máximo das mudas é alcançado pela sinergia entre o suporte estrutural da vermiculita e o benefício biológico das MAs, maximizando a absorção de nutrientes.

## Referências

BRESSAN, M. B.; SIQUEIRA, J. O.; LAMBERT, L. M.; MOREIRA, F. M. S.; CARNEIRO, M. A. C. **Produção de inóculo de fungos micorrízicos arbusculares.** Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/25638>> Acesso em: out. 2025.

CANELLAS, L. P.; Olivares, F. L.; Okorokova-Façanha, A. L.; Façanha, A. R. (2002). **Bioatividade de ácidos húmicos: efeitos sobre o desenvolvimento radicular e sobre a bomba de prótons da membrana plasmática.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37: 1301-1310. Disponível em: <[Pedro-Ruwer-EFEITO-DE-SUBSTÂNCIAS-HÚMICAS-NA-PRODUTIVIDADE-DA-SOJA.pdf](#)> Acesso em: nov. 2025

CANELLAS, L. P.; OLIVARES, F. L.; OKOROKOVA-FAÇANHA, A. L.; FAÇANHA, A. R. (2002). **Bioatividade de ácidos húmicos: efeitos sobre o desenvolvimento radicular e sobre a bomba de prótons da membrana plasmática.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37: 1301-1310. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/pab/a/K6w98r8RqdHCb57CvS3vbQm/?format=html&lang=pt>> Acesso em: nov. 2025

MELO, C. D.; MAIA, L. C.; SILVA, G. A.; FRANCO, A. A. **Efeito do substrato na produção de esporos de fungos micorrízicos arbusculares em casa de vegetação.** *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 555-562, 2005. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbcs/a/w5wY8r6gLdD4X6N3M5hJt7c/?lang=pt>> Acesso em: out. 2025.

SILVA, P. N. S.; SANTOS, A. M.; BARBOSA, J. L.; SOUZA, G. R.; OLIVEIRA, F. C. **Construção de composteiras caseiras com base em garrafa pet.** CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (CONEDU), 9., 2023, Campina Grande. *Anais IX CONEDU*. Campina Grande: Realize Editora, 2023. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/99406>> Acesso em: 9 out. 2025.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo.** 2. ed. Lavras: UFLA, 2006.

SMITH, S. E.; READ, D. J. **Mycorrhizal symbiosis.** 3rd ed. London: Academic Press, 2008.

SOUZA, J. L. A. M.; Vieira, C. R. (2016). **Utilização de Húmus no Crescimento de Mudanças de Cebolinha (*Allium Fistulosum*, L.).** *UNICIÊNCIAS*, v.20, n.2. Disponível: <<https://uniciencias.pgsscogna.com.br/uniciencias/article/view/3474>. Acesso em: 28 out. 2025.> Acesso em: nov; 2025