

## MORFOLOGIA E ANATOMIA DA RAIZ PRIMÁRIA DE CENOURA (*Daucus carota* L.) SOB INFLUÊNCIA DA SIMBIOSE MICORRÍZICA ARBUSCULAR

Milena Puga da Silva (PIBIC/CNPq/FA/Uem), Rosilaine Carrenho  
(Orientador), e-mail: rcarrenho@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá/Centro de Ciências Biológicas/Maringá,  
PR.

### Botânica/Botânica aplicada

**Palavras-chave:** *Daucus Carota*, *Glomus etunicatum*, Glomeromycota.

### Resumo:

Há muito tempo se foi proferido que as raízes da maioria das espécies se encontram associadas com fungos micorrízicos arbusculares (FMA). A cenoura (*Daucus carota*) é uma espécie com raiz grossa e com poucos pelos absorventes, tipicamente dependente destes fungos. Acredita-se que a raiz primária destas plantas, por ter seu crescimento aumentado, atinja o crescimento secundário mais cedo, sendo a absorção dos nutrientes interrompida mais precocemente que a raiz de plantas não micorrizadas. Sendo assim, teve-se como objetivos verificar se a associação micorrízica arbuscular altera as características morfológicas e anatômicas da raiz primária de cenoura e avaliar se as respostas morfológicas e anatômicas da raiz primária à micorrização diferem ao longo do desenvolvimento. Observou-se que a micorrização influenciou muito pouco as características anatômicas da raiz primária das plantas MA e NM, aos 15 e aos 22 DAE, e ao avaliarmos as raízes ao longo do tempo, constatou-se que a condição micorrízica não modificou o padrão de alterações decorrentes do crescimento secundário. Conclui-se que a anatomia da raiz primária não é afetada pela micorrização, mas a referida simbiose é imprescindível para o crescimento e desenvolvimento inicial da planta.

### Introdução

Fungos micorrízicos arbusculares (FMA) ocorrem naturalmente associados a raízes da maioria das plantas terrestres (BRUNDRETT, 2002). O resultado da colonização radicular pelos FMA é a ampliação da interface de conexão entre planta e solo, promovida pelo micélio formado externamente às raízes, após o estabelecimento da simbiose (COLOZZI FILHO; NOGUEIRA, 2007). Plantas micorrizadas apresentam maior atividade fotossintética, maior atividade enzimática e de produção de substâncias reguladoras de crescimento. Essas alterações metabólicas conferem às plantas maior

resistência aos efeitos provocados por estresse de natureza biótica (pragas e doenças) ou abiótica (déficits hídricos e nutricionais ou estresses térmicos) (COLOZZI FILHO; NOGUEIRA, 2007). Plantas cujo sistema radicular é mais espesso e dotado de poucos pelos absorventes acabam dependendo mais desses fungos, logo a cenoura (*Daucus carota*) pode ser uma espécie com elevada dependência micorrízica. Acredita-se que a raiz primária de plantas micorrizadas, por ter seu crescimento aumentado, atinja o crescimento secundário mais cedo, sendo a absorção dos nutrientes interrompida mais precocemente que a raiz de plantas não micorrizadas. Deste modo, o presente estudo teve como objetivos verificar se a associação micorrízica arbuscular altera as características morfológicas e anatômicas da raiz primária de cenoura e se as respostas morfológicas e anatômicas da raiz primária ao longo do desenvolvimento diferem entre plantas micorrizadas e não micorrizadas.

## Materiais e métodos

O ensaio foi conduzido em sala climatizada (20°C), com iluminação controlada (12 horas de luz), entre os meses de novembro e dezembro. A unidade experimental foram células de bandeja plástica para germinação de hortaliças, as quais receberam cinco sementes cada, onde apenas a plântula mais vigorosa após a emergência foi mantida. Foram avaliados dois fatores: micorrização com dois níveis: micorrizados (MA) (plantas inoculadas com propágulos de *Glomus etunicatum*) e não micorrizados (NM) (sem propágulos de fungos micorrízicos); e períodos de desenvolvimento, com três níveis: 15, 22 e 29 dias após emergência da plântula (DAE), totalizando seis tratamentos. Foram avaliadas quatro repetições. O solo utilizado foi autoclavado por dois ciclos sucessivos de 48 horas para eliminação dos microorganismos.

Ao final do ensaio, as raízes foram limpas e as laterais separadas da primária. As laterais foram armazenadas em álcool 70% para avaliação da colonização micorrízica, que seguiu o método da placa riscada (GIOVANNETTI; MOSSE, 1980) e as primárias foram fixadas em FAA50. Apenas a porção apical das raízes primárias foi seccionada e desidratada em série etílica. Essa foi incluída em resina sintética (Historesin Embedding Kit – Leica), cortada em micróto mo rotativo (7µm), corada com Azul de Toluidina e montada em bálsamo-do-canadá (KRAUS; ARDUIN, 1997). As seguintes variáveis anatômicas foram investigadas: diâmetro da raiz primária e do cilindro vascular, espessura do xilema, número de camadas do parênquima cortical, número e diâmetro médio dos elementos de vaso.

Os dados foram avaliados segundo os pressupostos linearidade, normalidade e homocedasticidade e se paramétricos, tiveram as médias comparadas pelo teste t (micorrização) ou teste de Tukey (dias após a emergência das plântulas). Quando não paramétricos, foram avaliados pelo teste de Kruskal-Wallis, seguido do teste de Mann-Whitney (micorrização) ou Dunn (dias após a emergência das plântulas). Todas as análises foram feitas no programa Statística ®.

## Resultados e Discussão

Ao final do período de desenvolvimento (29 DAE), as plantas foram submetidas involuntariamente a um estresse hídrico resultado de um período contínuo de iluminação (48 h), decorrente de uma pane no timer durante o final de semana. Isso aparentemente prejudicou o desenvolvimento das plantas NM, levando-as à morte, diferentemente do observado nas plantas MA.

Já na primeira amostragem (15 DAE), a raiz primária de plantas MA e NM apresentou formação de tecidos vasculares secundários, sendo possível no entanto identificar a presença do xilema diarco, oriundo do crescimento primário. Com o avanço no crescimento (22 DAE), a raiz passou a ser constituída por uma região mais larga de floema, que por consequência reduziu a região do córtex.

Contrastando as plantas MA e NM, aos 15 e 22 DAE, observou-se que a micorrização influenciou muito pouco as características anatômicas da raiz primária. Apenas aos 15 DAE, constatou-se diferenças no diâmetro da raiz primária, que foi mais larga nas plantas MA.

Ao avaliarmos as raízes ao longo do tempo, constatou-se que a condição micorrízica não modificou o padrão de alterações decorrentes do crescimento secundário. De maneira geral, houve aumento no diâmetro do cilindro vascular (DCV), na espessura do xilema (EXIL) e no número de elementos de vaso (NEV) e redução no número de camadas de parênquima cortical (NCPC) aos 29 DAE nas plantas MA e aos 22 DAE nas plantas NM. Aos 22 DAE, os elementos de vaso nas plantas MA e NM foram mais largos que nos outros períodos de desenvolvimento.

Quando a proporção dos tecidos vasculares na raiz primária das plantas MA e NM foi comparada, constatou-se que a raiz primária das plantas MA apresentou cilindro vascular com menor quantidade de xilema, tanto aos 15 quanto aos 22 DAE. Aos 15 DAE, as plantas MA também produziram menos elementos de vaso por área do cilindro vascular.

A colonização radicular total (CRT) verificada nas raízes laterais das plantas MA foi moderada em frequência e alta em intensidade. Aos 15 DAE, a colonização mostrou-se restrita ao córtex interno, e nesse período apenas hifas e arbúsculos do tipo Arum foram observados.

Apesar das porcentagens de CRT terem sido mais elevadas aos 15 DAE, essas não diferiram das demais. A ocorrência de arbúsculos foi ligeiramente maior aos 15 e 22 DAE, e a de vesículas, significativamente menor.

Apesar de a raiz primária de plantas MA e NM ter apresentado organização anatômica semelhante, a micorrização foi imprescindível para o crescimento e desenvolvimento inicial das plantas. Muitas plantas formadoras de raízes tuberosas, como mandioca (*Manihot esculenta*) e dente de leão (*Taraxacum officinale*), apresentam elevada dependência micorrízica, uma vez que formam um sistema de raízes laterais pouco desenvolvido (COLOZZI FILHO; NOGUEIRA, 2007). Cenoura também é

uma espécie altamente dependente, o que explica o crescimento limitado e a morte das plantas, quando não micorrizadas e submetidas a estresses.

Nesse trabalho, a avaliação foi feita na porção apical da raiz primária, em períodos anteriores ao intumescimento, ou seja, na fase de crescimento ativo (alongamento). Na raiz primária, a colonização foi pouco frequente, como observado nos cortes longitudinais, mas nas raízes laterais essa foi superior a 50% e muito intensa. A relação entre porcentagem de colonização e benefício micorrízico nem sempre é direta, mas de acordo com o estudo de meta análise de Treseder (2013), a correspondência entre o grau de colonização, a formação de biomassa e o conteúdo de P nos tecidos da planta é usual.

## Conclusões

Os resultados mostraram que a organização dos tecidos não foi modificada pela micorrização e que, apesar dessa semelhança anatômica, a micorrização foi imprescindível para o crescimento e desenvolvimento inicial da planta.

## Agradecimentos

Ao CNPq pela bolsa PIBIC-CNPq/FA/UEM.

## Referências

BRUNDRETT, M. C. Coevolution of roots and mycorrhizas of land plants. **New Phytologist**, v. 154, p. 275-304, 2002.

COLOZZI FILHO, A.; NOGUEIRA, M. A. Micorrizas arbusculares em plantas tropicais: café, mandioca e cana-de-açúcar. In: SILVEIRA, A. P. D.; FREITAS, S. S. (Ed.). **Microbiota do solo e qualidade ambiental**. Campinas: Instituto Agrônômico, 312 p. 2007.

GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytologist**, Harpenden, Inglaterra, v. 84, p.489–500, 1980.

KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. **Manual Básico de Métodos em Morfologia Vegetal**. EDUR: Seropédica, RJ. 1997.

TRESEDER, K. K. The extent of mycorrhizal colonization of roots and its influence on plant growth and phosphorus content. **Plant and Soil**, v. 371, p. 1–13. 2013. doi: 10.1007/s00572-014-0567-6.