

Árvores e micorrizas – uma simbiose que melhora a produção agroflorestal em climas temperados

Fonte: Robert Borek e Andrzej Księżniak (IUNG)

As micorrizas são uma relação mutualista do tipo simbiótico entre um fungo e uma planta. As plantas, em troca de hidratos de carbono absorvidos pelo fungo, ganham um melhor acesso à água e nutrientes do solo.

A inoculação das plantas com micorrizas pode aumentar a produtividade das culturas, promovendo o crescimento, aliviando o stress ambiental (seca, salinidade, deficiência em nutrientes, presença de metais pesados, pH do solo prejudicial), controlo de patogénicos (ativos e passivos) e uma melhoria geral da qualidade da planta hospedeira. O fungo aumenta a diversidade e a estabilidade dos microrganismos do solo, e também melhora a estrutura do solo.

Tipos de micorrizas e o seu papel em sistemas agroflorestais

Os solos aráveis têm propriedades físico-químicas distintas em comparação com os solos florestais, e também diferentes tipos de microrganismos, sobretudo fungos e bactérias (Paul e Clark 1988). Nos solos aráveis predominam os fungos endomicorrízicos – denominados **micorrizas arbusculares** (fig.1), que colonizam as raízes de 90% das raízes de plantas herbáceas: ervas, cereais e hortícolas. Também estão presentes em árvores e arbustos como a macieira, cerejeira, nogueira, choupo, salgueiro, Robinia pseudoacacia, amoreira, freixo, ou Cornus sp. Outro tipo de simbiose são as **micorrizas ericóides** (simbiose entre uma Ericácea e o fungo) que ocorrem por exemplo nos arandos e mirtilos.



Figure 1. Arbúsculos dentro das células da raiz, e vesículas e hifas do fungo endomicorrízico no tecido radicular.



Figure 2. Hifas extra radiculares de fungos ectomicorrízicos na rizosfera e nas raízes

Nos solos aráveis não se encontram vestígios de presença ou atividade de **fungos ectomicorrízicos** (Cardon e Zoe, 2011). Estes formam simbioses com folhosas e coníferas. A presença de ectomicorrizas nas raízes manifesta-se por raízes curtas e espessadas (fig.2), e por esporóforos (cogumelos) que surgem debaixo das copas. Estes dois tipos de micorrizas, ectomicorrizas e arbusculares, têm funções semelhantes em relação a vários tipos de plantas.

As **ectomicorrizas** aumentam a resistência da árvore às doenças radiculares (como as causadas por *Fomes annosus*, e *Armillaria*), o que melhora a saúde da planta e a taxa de sobrevivência das novas plantações. Também aumentam o efeito anti-erosão das raízes, estabilizando o solo através do micélio. Controlam a produção de substâncias foliares (como o ácido salicílico no salgueiro) protegendo assim a árvore de insetos e fornecendo um medicamento natural aos animais que consomem as folhas.

As árvores com **micorrizas arbusculares** podem funcionar como um reservatório para as culturas, melhorando a troca de água e nutrientes.

Métodos de introdução de fungos micorrízicos num sistema agroflorestal

Ao fazerem-se novas plantações devem preferir-se árvores provenientes de viveiros e inoculadas com o fungo (Fig. 3), ou aquelas já sujeitas a uma micorrização devido à sua localização dentro de complexos florestais. Deverão usar-se espécies endémicas pois são as mais bem adaptadas às condições climáticas do sistema agroflorestal em causa. As plântulas com micorrizas, tanto de raiz nua como em cusetes, deverão ser protegidas contra a dessecação. No caso da micorrização de estacas deverão seguir-se todas as indicações do produtor de inóculo. A micorrização de plântulas deverá ser feita imergindo-as numa suspensão até à profundidade de metade da raiz e depois plantando-a mecânica ou manualmente.



Figure 3. Mycorrhized seedlings (on the right) are characterised by improved growth and development of root systems in the first year after planting.

No caso de plantas obtidas com raiz nua deverão aparar-se as raízes uniformemente e depois deverão ser submersas na suspensão e plantadas imediatamente.

No caso particular da micorrização de salgueiro numa rotação curta (fig.4), esta só poderá fazer-se após cada salgueiro desenvolver o seu sistema radicular, i.e. cerca de 2 a 3 meses após a plantação. A inoculação deve ser feita com uma agulha de aplicação.



Figure 4. Short Rotation Coppice willow combined with legume ley in an agroforestry system at Wakelyns Agroforestry, Suffolk, UK. Photo credit: Jo Smith

É essencial que a temperatura à profundidade de 10 cm seja igual ou superior a 12 °C, e a humidade do solo a 60% da capacidade de retenção de água.

Para inocular fungos micorrízicos arbusculares podem usar-se, em alternativa: i) inóculo em pó, adicionando água e pulverizando o solo à volta da planta, mergulhando as raízes na solução; ii) injeção nas raízes. Também são muitas vezes inoculados em conjunto com **microorganismos promotores do crescimento das plantas como biofertilizante**; no entanto, esta solução e tem uma eficácia mais baixa que as micorrizas.

O biofertilizante pode ser distribuído à superfície do solo, no caso de culturas anuais, sozinho ou juntamente com a sementeira, ou aplicado no sulco. Também pode ser aplicado diretamente nas sementes, em pasta ou em pó. No caso de plantações ou pomares já estabelecidos, o biofertilizante sólido pode ser enterrado perto das raízes (Malusa e Ciesielski, 2018) . Para obter os melhores resultados é necessário fazer corresponder cuidadosamente o genótipo da planta, do fungo e da planta hospedeira, ou seja é fundamental utilizar isolados de fungo **adaptados regionalmente**.

Boas práticas que favorecem o desenvolvimento das micorrizas

- Nível intermédio de azoto e baixo conteúdo de fósforo no solo (Liu 2000, Johnson 1993)
- Mobilização do solo reduzida ou mesmo inexistente (agricultura 'de conservação', fazer pouca lavoura) (Galvez et al. 2001, Kabir 2005)
- Gestão precisa e sustentável da nutrição das culturas (adubo biológico/composto/adubo de libertação lenta em quantidade moderada) (Douds et al. 2012, Ustuner et al. 2009)
- Rotações variadas de culturas (Larkin 2008) usando culturas de cobertura e leguminosas fixadoras de azoto (Njeru et al. 2015), e reduzindo as famílias de plantas resistentes às micorrizas (por exemplo Brassicaceae, Chenopodiaceae, Linaceae) (Peat e Fitter, 1993). Aplicação limitada de produtos químicos (Miller e Jackson 1998, Carenho et al. 2000).
- Combinação da inoculação de fungos arbusculares e aplicação de biofertilizante e bio-pesticidas (Weber 2014).

Referências

Larkin, R.P. (2008). Relative effects of biological amendments and crop rotations on soil microbial communities and soilborne diseases of potato. *Soil Biol. Biochem.* 40, 1341–1351.

Njeru, E.M., Avio, L., Bocci, G., Sbrana, C., Turrini, A., Barberi, P., Giovannetti, M., Oehl, F. (2015). Contrasting effects of cover crops on 'hot spot' arbuscularmycorrhizal fungal communities in organic tomato. *Biol. Fertil. Soils* 51, 151–166.

Peat, H. J., & Fitter, A. H. (1993). The distribution of arbuscular mycorrhizas in the British flora. *New Phytologist*, 125(4), 845-854.

Galvez, L., Douds Jr.D.D., Drinkwater, L.E., Wagoner, P. (2001). Effect of tillage and farming system upon VAM fungus populations and mycorrhizas and nutrient uptake of maize. *Plant Soil* 118, 299–308.

Liu, A., Hamel, C., Hamilton, R.I., Smith, D.L. (2000) Mycorrhizae formation and nutrient uptake of new corn (*Zea mays* L.) hybrids with extreme canopy and leaf architecture as influenced by soil N and P levels. *Plant and Soil* 221:157–166

Douds, D.D., Lee, J., Rogers, L., Lohman, M.E., Pinzon, N., Ganser, S. (2012). Utilization of inoculum of AM fungi produced on-farm for the production of *Capsicum annum*: a summary of seven years of field trials on a conventional vegetable farm. *Biol. Agric. Hortic.* 28, 129–145

Ustuner, O., Wininger, S., Gadkar, V., Badani, H., Raviv, M., Dudai, N., Medina, S., Kapulnik, Y. (2009) Evaluation of different compost amendments with arbuscular mycorrhizal inoculum for optimal growth of chives. *Compost Sci. Utilization* 17, 257–265.

Johnson, N.C. (1993) Can fertilization of soil select less mutualistic mycorrhizae? *Ecol Appl* 3:749–757.

Kabir, Z. (2005) Tillage or no-tillage: impact on mycorrhizae. *Can J Plant Sci* 85:23–29.

Carrenho, R., Ramos, V.L., Gracioli, L.A. (2000) Effect of the fungicides Fosetyl-Al and Metalaxyl on arbuscularmycorrhizal colonization of seedlings of *Citrus sinensis* (L.) Osbeck grafted onto *C. limon* (L.) Burmf. *Acta Sci.* 229, 305–310

Miller, R.L., Jackson, L.E. (1998) Survey of vesicular-arbuscular mycorrhizae in lettuce production in relation to management and soil factors. *J. Agric. Sci.* 130, 173–182.

Weber O.B. *Biofertilizers with Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Agriculture* In: (Ed.): Solaiman Z.M. Abbott L.K., Varma A. (2014) *Mycorrhizal Fungi: Use in Sustainable Agriculture and Land Restoration*. Springer.

Malusa and Ciesielski. *Biofertilizers: a resource for sustainable plant nutrition*. Available online 09.04.2018 at <https://www.feedingknowledge.net/home>

Paul, E.A., Clark, F.E. (1988) *Soil microbiology and biochemistry*. Academic Press Inc., New York

Cardon, Z.G., Whitbeck, J.L. (2011) *The rhizosphere: an ecological perspective*. Elsevier.