

MICORRIZAS: POSIBILIDADES E PROBLEMÁTICAS

por

M. CABALEIRO¹ & M.L. CASTRO²

CABALEIRO, M. & CASTRO, M.L. 2017. Micorrizas: posibilidades e problemáticas. *Mykes* 20: 77-84.

Resumo

Os fungos micorrícicos son dende hai anos obxecto de estudo debido aos beneficios que producen nas plantas coas que establecen relación. Entre eles tamén destaca o interese comercial de frutificacións comestibles. Por iso, o seu cultivo é de especial interese, aínda que presenta diversas dificultades e moitos condicionantes á hora de traballar con eles no campo. Coñecer esas dificultades e condicionantes axudará a ter unha mellor perspectiva sobre múltiples especies micorrícicas de interese e a evitar malas prácticas que non levan a acadar os beneficios desexados.

Palabras clave: Micorrizas, cultivo, dificultades, ectomicorrizas, beneficios, aplicacións, prácticas incorrectas.

CABALEIRO, M. & CASTRO, M.L. 2017. Mycorrhiza: possibilities and problems. *Mykes* 20: 77-84.

Summary

From time ago mycorrhizal fungi are the object of study due to the benefits that produce in plants which they establish contact with. Also, among them it is remarkable the interest in commercial comestible frutifications. Due to this, their culture has a special interest, although it has some difficulties and constrains when they are used to work in field. Knowing these difficulties and constrains may help to achieve a better perspective about a lot of mycorrhizal species of interest and the way to avoid wrong practices that don't let achieve the belonged benefits.

Keywords: Mycorrhizas, culture, difficulties, ectomycorrhizas, benefits, applications, wrong practices.

¹MycoGalicia (www.mycogalicia.es); e-mail: mcabaleiro@mycogalicia.es

²Facultade de Bioloxía, Campus Lagoas-Marcosende. E-36310-Vigo; e-mail: lcastro@uvigo.es

Que son as micorrizas?

Os fungos son seres vivos que precisan materia orgánica para medrar e completar o seu ciclo vital. Precisamente, a primeira clasificación que se propuxo para eles, definiunos en base á fonte de materia orgánica que empregaban en: saprófitos, parasitos e micorrícicos (BECKER, 1956). Máis tarde, os conceptos foron actualizados por ARNOLDS (1992), que os definiu coma saprotróficos, necrotróficos e biotróficos. Dentro do concepto biotrófico están os mutualistas nos que se atopan os liques (algas + fungos) e as micorrizas (plantas + fungos).

As micorrizas foron descubertas no século XIX por FERRY (1887, 1892) como estruturas xeradas pola asociación simbiótica, mutualista e non patóxena, entre raíces de plantas e micelio de fungos. O termo micorriza para definir este tipo de asociacións foi proposto por FRANK (1885) e literalmente significa “fungo-raíz”, pero hoxe en día, este concepto ten un sentido máis amplo, posto que inclúe tamén asociacións fungo-planta que non só se establecen nas raíces, tal é o caso de orquídeas, briófitos e outras plantas sen verdadeiras raíces (HONRUBIA, 2009).

Con esta asociación os organismos obteñen un beneficio mutuo mediante o intercambio de substancias entre eles. A planta obtén do fungo auga e sales minerais e o fungo obtén azucres producidos pola planta. Trátase dunha asociación complexa e moi específica entre os dous organismos, polo que non é raro que haxa fungos que só establezan micorrizas con certas especies vexetais e outros que o poidan facer con moitas (MORCILLO, 2001).

Tipos de eumicorrizas ou micorrizas verdadeiras

En todos os tipos de micorrizas establécese unha interfase de contacto entre as hifas e as células vexetais, onde se leva a cabo o intercambio de nutrientes. En función das características desa unión hifa-raíz, recoñécense distintos tipos de micorriza (HONRUBIA, 2009).

| Endomicorrizas | Ectendomicorrizas | Ectomicorrizas |
|---------------------------------------|-------------------------------------|--|
| non recobren a raíz formando un manto | recobren a raíz formando un manto | recobren a raíz formando un manto |
| penetran dentro das células da raíz | penetran dentro das células da raíz | non penetran dentro das células da raíz, permanecen nos espazos intercelulares formando a rede de Hartig |

Beneficios das micorrizas e principais aplicacións

As micorrizas supoñen nas plantas unha relación moi importante para ámbolos simbiontes, tanto a nivel ecolóxico coma forestal e agrícola, posto que as micorrizas proporcionan múltiples beneficios (MORCILLO, 2001):

-As raíces micorrizadas aumentan moito a superficie de intercambio planta-solo; favorecendo a captación de auga e nutrientes pola planta gracias ás hifas que forman unha rede moi fina capaz de chegar máis lonxe que calquera sistema radical. Isto incrementa o crecemento da planta e aumenta a súa resistencia, supervivencia e produtividade en zonas secas ou degradadas.

-Os fungos axudan a mobilizar, degradar e eliminar substancias do solo que poden resultar nocivas. Así, almacenándoas impiden que a planta as capte, evitando a súa toxicidade. Este aspecto é importante para vexetais que viven en solos contaminados por metais pesados e en repoboacións de minas abandonadas.

-O manto hifal que envolve a raíz proporciona, gracias a substancias relacionadas co metabolismo fúnxico, protección fronte aos habitantes do solo, algúns potencialmente perigosos para a planta e favorece a supervivencia dos que resultan beneficiosos.

Debido a estas vantaxes que as micorrizas proporcionan ás plantas vasculares e gracias á biotecnoloxía, xorde a «micorrización dirixida», que pretende reproducir e optimizar os procesos de micorrización das plantas, mediante a selección de especies concretas de fungos, para potenciar factores coma: o aumento do vigor da parte aérea ou da parte subterránea da planta, a diminución de baixas por transplante en repoboación e de afectación por patóxenos e a mellor adaptación ás condicións de medios adversos, xa sexa contaminados, pobres, áridos, queimados, etc. (MORCILLO, 2001).

As endomicorrizas empréganse tanto na agricultura coma no sector forestal para mellorar o estado dos cultivos e das formacións arbóreas, mentres que as ectomicorrizas son empregadas só a nivel forestal, posto que ao ser os fungos macromicetos na súa maioría ectomicorrícicos, interesa o seu cultivo de cara á comercialización de fungos silvestres.

Cultivo de fungos micorrícicos

As técnicas de micorrización dirixida empréganse, tanto en viveiro coma no monte, co obxectivo de aumentar a produción de cogomelos silvestres comestibles, á vez que se consegue un uso diversificado dos bosques e se aportan alternativas aos cultivos tradicionais das zonas rurais.

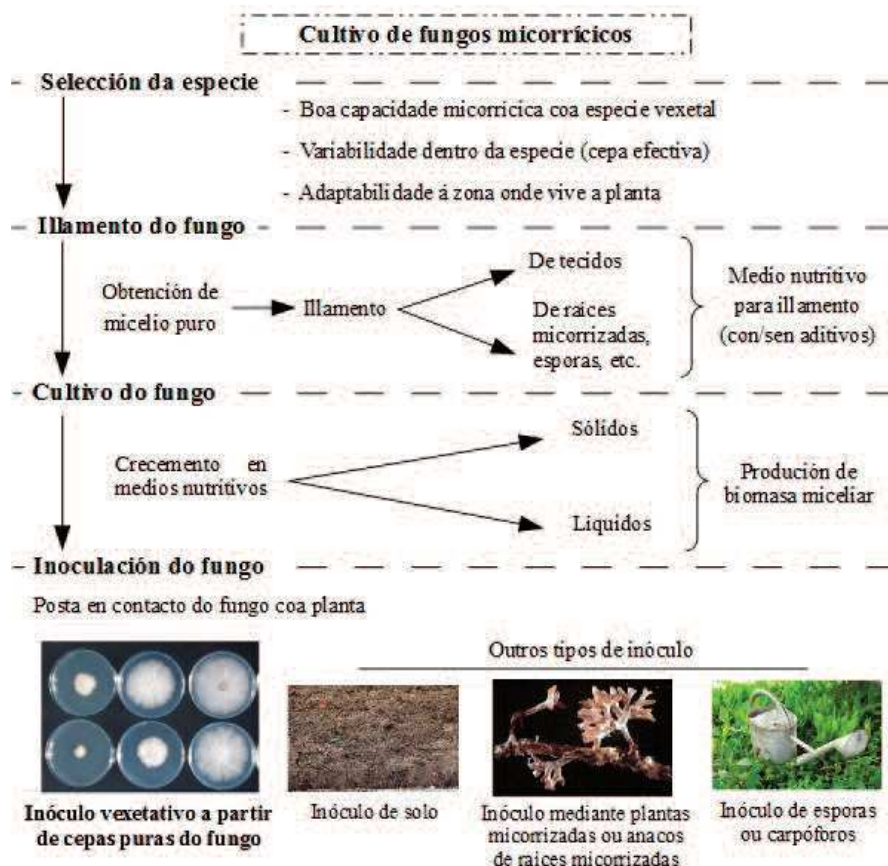


Fig. 1. Proceso de cultivo de fungos micorrízicos.

Aínda que o cultivo de fungos micorrízicos non está tan desenvolvido coma o de saprotróficos, a parte que se coñece inclúe catro pasos fundamentais [Fig. 1], posteriores á elección da especie vexetal coa que se vai traballar (FERNÁNDEZ & RODRÍGUEZ, 2000).

Dificultades do cultivo de fungos micorrízicos

A pesares de que parece ser ben coñecida a «teoría do cultivo de fungos micorrízicos», por que non é tan doado que frutifiquen os cogomelos desexados?

É importantísimo avaliar o mellor posible a bioloxía dos fungos e os factores ambientais do lugar no que se vai traballar con eles ou con as plantas micorrizadas, xa que, incluso en condicións controladas, non sempre se obteñen os éxitos esperados.

Isto pode ser debido a dificultades coa especie fúnxica, caso do *Cantharellus cibarius* co que só se conseguiron resultados unha vez (DANELL & CAMACHO, 1997), e hoxe en día aínda non hai métodos que aseguren a súa micorrización e frutificación. Ou á falta de seguimento do incremento da produtividade en especies de uso frecuente, coma o caso do *Boletus* grupo *edulis*, do que só hai estudos de produtividade antigos, de máis de vinte anos, e ningunhas cifras actuais de estudos exhaustivos que aporten datos reais do incremento de frutificacións (SINDE *et al.*, 2015).

Por outra banda, hai diversas causas tras dos múltiples fracasos da micorrización directa ao tratar de introducir planta micorrizada no campo. A baixa eficacia e a incorrecta utilización refléxanse en:

1. Azar no uso de certas metodoloxías

Todos os métodos de inoculación teñen vantaxes e inconvenientes e un porcentaxe de éxitos e fracasos. Algúns pódense reproducir dun xeito máis «caseiro», posto que os métodos máis técnicos e precisos poden resultar complexos e custosos. Isto fai que, para que a micorrización ocorra se necesitem moitos máis intentos, xa que nos métodos menos precisos o éxito do proceso é máis aleatorio ao depender de moitas variables sobre as que non se pode ter control.

2. Prácticas incorrectas

Os primeiros éxitos no cultivo de fungos micorrícios foron a través da produción de planta micorrizada en condicións controladas estériles, para logo ser transplantadas en campo. Sen embargo, existen diversas problemáticas asociadas a unha práctica inadecuada destes procesos:

Contaminación dos medios no laboratorio (cultivo *in vitro*): se as condicións non son as axeitadas no laboratorio, nos medios de cultivo iniciais poden medrar contaminacións nos micelios ou poden medrar micelios doutras especies. Isto levaría a que o micelio que se obtén non teña nada que ver coa especie de interese.

Contaminación do substrato (viveiro): algúns viveiros forestais empregan coma substrato solo de bosque ou áreas veciñas sen pasteurizar, polo que proporcionan ás plantas esporas ou anacos de fungos micorrícicos que actúan coma «inóculos»; non habendo control da aparición da micorriza inoculada. É importante destacar que cando se pretende facer micorrización dirixida é necesario empregar substratos pasteurizados, con ausencia absoluta doutras micorrizas que poidan impedir que se forme a relación entre o fungo desexado e a planta. Estas plantas deberán permanecer sempre lonxe de fontes portadoras de esporas doutros fungos que poidan

desprazar a especie de interese (FERNÁNDEZ & ÁGUEDA, 2004).

Tratamento inadecuado de raíces: as micorrizas fórmanse nas raíces secundarias das especies vexetais, polo que, á hora de inocular o fungo, a planta debe ter xa estas raíces. Debido a isto, é unha zona da planta que hai que tratar con coidado, evitando roturas e danos na medida do posible cando se traballa cos plantóns. Unha planta micorrizada á que se lle cortan as raíces ou á que se lle danan arrincándoa do substrato sen coidado é unha planta que perde a micorriza.

3. Condicións edafoclimáticas

Existen múltiples aspectos ambientais que afectan aos fungos e á súa frutificación segundo cada especie. E, a diferenza do que acontece en laboratorios e viveiros, no campo non sempre se poden controlar adecuadamente (CASTRO, 2014). Entre eles atópanse: o tipo de **solo** (pH, pedregosidade, drenaxe), a vexetación (as especies vexetais arbóreas e arbustivas están relacionadas coas comunidades fúnxicas asociadas) e a climatoloxía (humidade e temperatura ambiental).

4. Sucesión micolóxica

Unha formación forestal nova non é igual a unha vella, e os seres vivos que viven nela e que se asocian ás súas árbores tampouco son iguais. Algúns fungos frutifican mellor asociados a árbores novas ou de idade media (*Lactarius deliciosus*). Mentres que outros, fano mellor con árbores adultas (*Boletus* grupo *edulis*, *Cantharellus cibarius*, *Amanita caesarea*) frutificando só en bosques ou plantacións maduras (ÁGREGA, 2012). De aquí dedúcese que non é produtivo plantar árbores novas micorrizadas con estas especies, xa que haberá que esperar máis anos (10-15 anos) ata que poidan frutificar, e isto sempre e cando consigan conservar a micorriza tanto tempo (MORCILLO & SÁNCHEZ, 2005). Por esta razón, se está a investigar moito na micorrización dirixida en campo con estas especies, do que son un exemplo en España as achádegas da cátedra de Micoloxía da Universidade de Valladolid.

5. Sinerxías e competencias

As sinerxías entre especies de fungos entre si e con outros organismos son obxecto de estudo nos últimos tempos, posto que poderían explicar a falta de frutificación en condicións aparentemente idóneas. Algúns exemplos deste fenómeno son a relación da frutificación de *Boletus edulis* nas proximidades de *Amanita excelsa* en diferentes rexións do planeta (HALL *et al.*, 2003). Tamén, a asociación doutros fungos coma cantarelas e trufas nas súas frutificacións ou nas súas micorrizas con bacterias do tipo *Pseudomonas*, que parecen estar involucradas en facilitar o acceso a fontes de alimento para o fungo, así

como na supresión de competidores (MAMOUN & OLIVIER, 1992; CITTERIO & *al.*, 1995).

Un exemplo de competencia por instalarse nun sistema radical, son as trufas (*Tuber* sp.), posto que trátanse de fungos moi competitivos que eliminan aos organismos do solo e ás plantas que as rodean, debido á súa capacidade de xerar substancias alelopáticas e medrar nun ecosistema particular. Isto é o que fai que sexa unha especie con tanto éxito na súa introdución en campo, a diferenza doutros xéneros (MORCILLO & SÁNCHEZ, 2005).

6.A complexidade nutricionais dos macromicetos

A clasificación dos fungos macromicetos nos tres grupos citados está composta por categorías arbitrarias e nelas non encaixan ben todos os fungos, podendo unha mesma especie pasar polos tres estadios ao longo do seu ciclo vital (CASTRO, 2015). Isto ocasiona que as relacións que establecen os macromicetos ao longo das súas vidas sexan moito máis difíciles de controlar. Por iso non se conseguiron cultivar algúns fungos que inicialmente se pensaba que eran micorrícicos (MORCILLO & SÁNCHEZ, 2005).

AGRADECEMENTOS

Gracias aos membros do laboratorio de Micoloxía da Universidade de Vigo polo constante apoio e axuda, á hora de levar a cabo múltiples tarefas relacionadas con este campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁGREDA, M.T. 2012. *Influencia de la edad de la masa en la fructificación de hongos silvestres comestibles en un bosque de Pinus pinaster Ait. de Soria*. Palencia. TFC Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias. Universidad de Valladolid.
(http://seeforestales.org/sites/default/files/archivos/tfc_teresa_agreda.pdf) [Consultado: 31-VII-2017].
- ARNOLDS, E. 1992. The analysis and classification of fungal communities with special reference to macrofungi. In: W. WINTERHOFF (ed.). *Fungi in Vegetation Science. Handbook of vegetation science* 19: 7-49. London. Kluwer academic Publishers.
- BECKER, G. 1956. Observations sur l'écologie de champignons supérieurs. *Ann. Sci. Univ. Besançon. Bot. sér. 2*, 7: 17-128.
- CASTRO, M.L. 2014. Relación entre factores ecolóxicos e biolóxicos e patróns de fructificación de macromicetos. *Mykes* 17: 23-37.

- CASTRO, M.L. 2015. Micobiota autóctona e alóctona: micocenose, micosocioloxía. *Mykes* 18: 51-71.
- CITTERIO, B., CARDONI, P., POTENZA, L., AMICUCCI, A., STOCCHI, V., GOLA, G. & NUTI, M. 1995. Isolation of bacteria from sporocarps of *Tuber magnatum* Pico, *Tuber borchii* Vitt. and *Tuber maculatum* Vitt.: identification and characterization In: P. BONFANTE, M. NUTI, & V. STOCCHI (eds.). *Biotechnology of Ectomycorrhizae: Molecular Approaches*: 241-248. New York. Springer Science Business Media.
- DANELL, E. & CAMACHO, F.J. 1997. Successful cultivation of the golden chanterelle. *Nature* 385: 303.
- FERNÁNDEZ DE ANA MAGÁN, F.X. & RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, A. 2000. Os cogomelos nos ecosistemas forestais galegos. Vigo. Edicións Xerais de Galicia.
- FERNÁNDEZ TOIRÁN, M. & ÁGUEDA HERNÁNDEZ, B. 2004. Producción de planta inoculada con hongos ectomicorrícicos de interés comercial. *Assoc. Micol. Pantorra* 4: 75-84.
- FERRY, R. 1887. Espèces acicoles et espèces foliicoles. *Rev. Mycol. (Toulouse)* 9: 42-47.
- FERRY, R. 1892. Espèces calcicoles et silicicoles. *Rev. Mycol. (Toulouse)* 14: 146-155.
- FRANK, B. 1885. Über die auf Wurzeisymbiosen beruhende Ernährung gewisser Bäume durch unterirdische Pilze. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 3: 128-145.
- HALL, I.R., WANG, Y. & AMICUCCI, A. 2003. Cultivation of edible ectomycorrhizal mushrooms. *Trends biotechnol.* 21(10): 433-438.
- HONRUBIA, M. 2009. Las micorrizas: una relación planta-hongo que dura más de 400 millones de años. *Anales Jard. Bot. Madrid* 66 SI: 133-144.
- MAMOUN, M. & OLIVIER, J.M. 1992. Effect of soil Pseudomonads on colonization of hazel roots by the ectomycorrhizal species *Tuber melanosporum* and its competitors. *Plant Soil* 139: 265-273.
- MORCILLO, M. 2001. Ectomicorrizas. Aplicaciones en restauración del paisaje y en cultivo de hongos comestibles. *Assoc. Micol. Pantorra* 1: 5-15.
- MORCILLO, M. & SÁNCHEZ, M. 2005. ¿Por qué es tan difícil cultivar hongos micorrícicos comestibles? *Assoc. Micol. Pantorra* 5: 87-95.
- SINDE STOMPEL, E., FERNÁNDEZ DE ANA MAGÁN, F.X. & RIGUEIRO RODRÍGUEZ, A. 2015. *Análisis estratégico de la producción de castañas, hongos y setas silvestres en Galicia*. Departamento de Producción Vexetal. Lugo. Universidade de Santiago de Compostela. Programa de doutoramento Investigación Agraria e Forestal.