

FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES NO CERRADO: TENDÊNCIAS E LACUNAS DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA

Igor Manoel Paulo Goulart de Abreu¹ (PG – igorabreubio@gmail.com)*, Francisco J. Simões Calaña² (PO), Isa Lucia de Moraes¹ (PO).

¹Universidade Estadual de Goiás – Câmpus Sudoeste – Sede Quirinópolis. Avenida Brasil, nº 435, Conjunto Hélio Leão, CEP: 75860-000, Quirinópolis, Goiás.

²Rodovia BR-153, Quadra Área, Km 99, Fazenda Barreiro do Meio, CEP: 75132-400, Anápolis, Goiás.

Resumo: Os fungos micorrízicos arbusculares (FMA), são fungos do filo Glomeromycota que mantém uma associação simbiótica biotrófica obrigatória com a maioria das plantas terrestres, esses fungos estão estritamente associados à aquisição de nutrientes pelas plantas, ao equilíbrio do ciclo de carbono e à tolerância das plantas a estresses, além de promoverem o equilíbrio ecológico da biodiversidade vegetal, entre outras funções ecossistêmicas. Entretanto, pouco sabemos sobre a distribuição local e global de FMA, pois não há informações suficientes em relação à biogeografia e a biologia desses organismos, principalmente quando falamos de domínios fitogeográficos como o Cerrado. Nesse sentido, se torna imprescindível pesquisas relacionadas a esses organismos no Cerrado, uma vez que esse ecossistema vem sendo cada vez mais ameaçado pela degradação ambiental. Nosso objetivo, foi avaliar as tendências e lacunas da produção científica sobre Glomeromycota no Cerrado, de artigos produzidos entre os anos de 2012 e 2022. Para isso, utilizamos uma busca com indexadores booleanos por artigos na base de dados *Web of Science* com termos-chave específicos. A busca resultou em 14.057 documentos, onde foram recuperados 63 documentos. Dentre os parâmetros bibliométricos analisados, destacamos os dados observados na aplicação de um escalonamento multidimensional não métrico (nMDS). Os dados mostram que há uma tendência de estudos voltados para uma abordagem ecológica, taxonômica e agrícola desses fungos, tendo uma grande lacuna de conhecimento biotecnológico e aplicação/uso desses fungos. Esperamos, com esses dados, incentivar novas pesquisas com FMA e impulsionar o conhecimento sobre o filo *Glomeromycota* no Cerrado. Sendo assim, mais estudos sobre comunidades de FMA no Cerrado são necessários para entender a biologia desses organismos.

Palavras-chave: Cerrado, *Glomeromycota*, micorriza.

Introdução

As atividades agrícolas no Cerrado, ocasionam diversos distúrbios a partir da fragmentação dos habitats, não impactando somente os organismos acima do solo, mas também aqueles que vivem abaixo do solo e, principalmente, os dependentes da biomassa vegetal, como é o caso do filo *Glomeromycota* (ARAUJO et al., 2021; GERZ et al., 2019). Dentro desse filo, se encontram os fungos micorrízicos arbusculares (FMA), que estão estritamente associados a, pelo menos, 80% das plantas terrestres (DUARTE et al., 2018).

Nesse sentido, à medida que os efeitos da mudança global e da perturbação antropogênica aumentam, as comunidades de FMA vão sendo reduzidas, sendo assim, a diversidade global de FMA deve ser monitorada e protegida (FRENCH,

2017). Portanto, se faz necessário estudos que permitam traçar um perfil sobre o conhecimento científico acerca da biodiversidade de micorrizas, a fim de garantir o avanço no conhecimento local e global desses organismos, garantindo assim sua conservação (SILVA-FLORES et al., 2021). Nosso objetivo aqui foi avaliar as tendências e lacunas da produção científica sobre *Glomeromycota* no Cerrado.

Material e Métodos

A busca foi realizada na coleção principal do Web of Science, utilizando uma busca booleana de artigos produzidos dentro dos últimos 10 anos (entre 2012 e 2022), com uma série de termos e indexadores, sendo eles: "arbuscular mycorrhizal fung*" OR "mycorrhizal fung*" OR "Glomeromycota" AND "Cerrado" OR "Brazilian Savanna*". A busca resultou em 14.057 documentos, sendo que desses 13.994 foram eliminados por não se encaixar nos critérios. Os 63 documentos restantes foram para análise, usando o pacote bibliometrix para o ambiente R (ARIA; CUCCURULLO, 2017). Posteriormente, foi realizada uma análise de escalonamento multidimensional não-métrico (nMDS), utilizando uma matriz de correlação com as 10 de um total de 241 palavras-chave mais utilizadas por período, utilizando o ambiente estatístico PAST v. 4.03 (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001).

Resultados e Discussão

Dentre os trabalhos encontrados, o único com mais de 100 citações (103 citações; 8,50 citações/ano) foi o estudo de Carvalho *et al.*, (2012), que teve como objetivo analisar a ocorrência e diversidade de espécies de fungos micorrízicos arbusculares e avaliar sua relação com atributos físico-químicos do solo e diversidade vegetal em diferentes habitats dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço, Serra do Cipó. Além deste trabalho, os estudos mais citados foram os de Abrahão *et al.*, 2019; Castro *et al.*, 2016; Pontes *et al.*, 2017; Teixeira *et al.*, 2017. Desses estudos, dois deles estudaram o uso agrícola dos FMAs, dois estudam diversidade em campos rupestres e um deles estuda a diversidade em diferentes fitofisionomias (Tabela 1).

Os estudos em fitofisionomias como os campos rupestres, que se encontram ameaçados devido as intensas atividades antrópicas nessas fitofisionomias, se fazem

necessários para conhecer melhor a biodiversidade de *Glomeromycota* a fim de conservar esses ecossistemas (ABRAHÃO et al., 2019; CARVALHO et al., 2012).

Em relação aos demais artigos encontrados, a análise de escalonamento multidimensional não-métrico (nMDS) demonstrou que a maioria dos estudos recuperados podem ser divididos em três grandes grupos: (1) estudos que abordam a pesquisa envolvendo glomalina em solos do Cerrado, (2) colonização de micorrizas em plantas e (3) estudos voltados à diversidade de fungos micorrízicos. Os demais estudos podem ser classificados como generalistas, abordando miscelânea de temas sobre o grupo, como ecologia e diversidade de *Glomeromycota* (Figura 1).

O uso dessas principais palavras-chave parece não se manter estável durante o tempo, uma vez que estas se mostraram tendências de pesquisa em diferentes momentos no espaço e tempo. Isso demonstra que poucos trabalhos apresentam o uso de termos com foco em biotecnologia ou outros termos que demonstram aplicação das micorrizas, sendo essa uma importante lacuna de pesquisa sobre micorrizas no Cerrado.

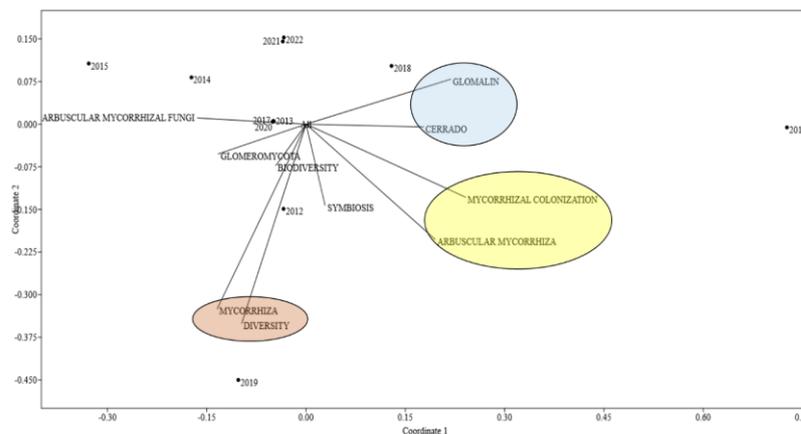


Figura 1 - Variação temporal das palavras-chave entre os estudos sobre os fungos micorrízicos arbusculares no Cerrado com base no escalonamento multidimensional não-métrico (nMDS) entre as frequências de utilização das 10 palavras chave mais utilizadas.

Tabela 1 - Artigos mais citados sobre

fungos micorrízicos no Cerrado, listados pelo seu total de citações no período estudado (2012 a 2022). DOI: identificador de objeto digital; TC: total de citações; TC/ano: média do total de citações por ano.

Autor	Título	Jornal	DOI	TC	TC/ano
Carvalho <i>et al.</i> , (2012)	<i>The mosaic of habitats in the high-altitude Brazilian rupestrian fields is a hotspot for arbuscular mycorrhizal fungi</i>	Applied Soil Ecology	10.1016/j.apsoil.2011.10.001	103	8,58
Castro <i>et al.</i> , (2016)	<i>Microbial diversity in Cerrado biome (neotropical savanna) soils</i>	Plos One	10.1371/journal.pone.0148785	47	5,88
Pontes <i>et al.</i> , (2017)	<i>Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in the Brazilian's Cerrado and in soybean under conservation and conventional tillage</i>	Applied Soil Ecology	10.1016/j.apsoil.2017.04.023	42	6
Abrahão <i>et al.</i> , (2019)	<i>Soil types select for plants with matching nutrient-acquisition and -use traits in hyperdiverse and severely nutrient-impooverished campos rupestres and Cerrado in central Brazil</i>	Journal of Ecology	10.1111/1365-2745.13111	41	8,20
Teixeira <i>et al.</i> , (2017)	<i>Arbuscular mycorrhizal fungal communities in an iron mining area and its surroundings: inoculum potential, density, and diversity of spores related to soil properties</i>	Ciência e Agrotecnologia	10.1590/1413-70542017415014617	28	4

Considerações Finais

A maioria dos estudos estão voltados para uma abordagem ecológica, taxonômica e agrícola dos FMAs. Mais estudos sobre comunidades de FMA no Cerrado são necessários para entender a biologia desses organismos.

Agradecimentos

O primeiro autor agradece à CAPES pela bolsa de pesquisa. Todos os autores agradecem à UEG, especificamente por todos os subsídios essenciais à pesquisa sustentado pelo Herbário José Ângelo Rizzo (JAR).

Referências

- ABRAHÃO, A. et al. Soil types select for plants with matching nutrient-acquisition and -use traits in hyperdiverse and severely nutrient-impooverished campos rupestres and cerrado in Central Brazil. **Journal of Ecology**, v. 107, n. 3, p. 1302–1316, 2019.
- ARAUJO, A. S. F. et al. Arbuscular mycorrhizal community in soil from different Brazilian Cerrado physiognomies. **Rhizosphere**, v. 19, p. 100375, 1 set. 2021.
- ARIA, M.; CUCCURULLO, C. bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of Informetrics**, v. 11, n. 4, p. 959–975, 1 nov. 2017.
- CARVALHO, F. DE et al. The mosaic of habitats in the high-altitude Brazilian rupestrian fields is a hotspot for arbuscular mycorrhizal fungi. **Applied Soil Ecology**, v. 52, p. 9–19, 1 jan. 2012.
- CASTRO, A. P. DE et al. Microbial Diversity in Cerrado Biome (Neotropical Savanna) Soils. **PLOS ONE**, v. 11, n. 2, p. e0148785, 5 fev. 2016.
- DUARTE, L. M. et al. Arbuscular mycorrhizal fungal communities in soils under three phytophysiognomies of the Brazilian Atlantic Forest. **Acta Botanica Brasilica**, v. 33, p. 50–60, 29 nov. 2018.
- FRENCH, K. E. Engineering Mycorrhizal Symbioses to Alter Plant Metabolism and Improve Crop Health. **Frontiers in Microbiology**, v. 8, p. 1403, 21 jul. 2017.
- GERZ, M. et al. Responses of plant community mycorrhization to anthropogenic influence depend on the habitat and mycorrhizal type. **Oikos**, v. 128, n. 11, p. 1565–1575, nov. 2019.
- HAMMER, O.; HARPER, D.; RYAN, P. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, p. 1–9, 1 maio 2001.
- PONTES, J. S. DE et al. Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in the Brazilian's Cerrado and in soybean under conservation and conventional tillage. **Applied Soil Ecology**, v. 117–118, p. 178–189, 1 set. 2017.
- SILVA-FLORES, P. et al. Mycorrhizal science outreach: Scope of action and available resources in the face of global change. **PLANTS, PEOPLE, PLANET**, v. 3, n. 5, p. 506–522, 2021.
- TEIXEIRA, A. F. DOS S. et al. Arbuscular mycorrhizal fungal communities in an iron mining area and its surroundings: Inoculum potential, density, and diversity of spores related to soil properties. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 41, p. 511–525, out. 2017.