



Uso de fungos na agricultura: Uma revisão com ênfase na aplicação em sistemas agroecológicos

Use of fungi in agriculture: a review with emphasis on application in agroecological systems

Antonio Rony da Silva Pereira RODRIGUES

Universidade Estadual do Ceará, E-mail: ronny346silva@gmail.com

George Nunes LIMEIRA

Universidade Regional do Cariri, E-mail: george.nunes@urca.br

RESUMO - O presente estudo, buscou avaliar através de uma revisão integrativa de literatura, quais são os principais que podem auxiliar no desenvolvimento das plantas, e como esses microrganismos podem substituir os defensivos agrícolas. Realizou-se uma busca nas bases de dados ScienceDirect (*Elsevier*), Google Acadêmico (*Google Scholar*) e Redalyc (*Sistema de Información Científica Redalyc*), fazendo uso dos termos (“*biofertilizers*” or “*fungi*” or “*sustainable agriculture*”) and (“*organic farming*” or “*fungus consortium*” or “*fertilizer fungus*”), associado ao operador booleano OR e AND. Após a aplicação dos filtros e seleção dos artigos, 16 estudos foram selecionados para integrar a versão final da revisão integrativa (RI). Com os achados da RI, foi possível observar que os alguns estudos se concentram no uso de fungos micorrízicos arbusculares, esses fungos demonstram capacidade de fixação de nitrogênio, absorção de fósforo e enxofre, o que auxilia no crescimento e desenvolvimento das plantas, estudos demonstraram eficácia frente a plantações de milho e feijão, principalmente quando feito uso do gênero *Trichoderma*. Dessa forma, a RI contribuiu com novas reflexões acerca do uso de fungos na agricultura.

Palavras-chaves. *Trichoderma*, fungos micorrízicos arbusculares, fixação de nitrogênio.

ABSTRACT - The present study aimed to evaluate through an integrative literature review, which are the main ones that can help in plant development, and how these microorganisms can replace agricultural pesticides. A search was conducted in the Databases ScienceDirect (*Elsevier*), *Google Scholar* (*Google Scholar*) and Redalyc (*Sistema de Información Científica Redalyc*), making use of the terms (“*biofertilizers*” or “*fungi*” or “*sustainable agriculture*”) and (“*organic farming*” or “*fungus consortium*” or “*fertilizer fungus*”), associated with the boolean operator OR and AND. After the application of the filters and selection of the articles, 16 studies were selected to integrate the final version of the integrative review (IR). With the IR findings, it was possible to observe that some studies focus on the use of arbuscular mycorrhizal fungi, these fungi show nitrogen fixation capacity, phosphorus and sulfur absorption, which helps in plant growth and development, studies show efficacy against corn and bean plantations, especially when using the genus *Trichoderma*. Thus, IR contributed with new reflections on the use of fungi in agriculture.

Keywords: *Trichoderma*, arbuscular mycorrhizal fungi, nitrogen fixation.



INTRODUÇÃO

A produção agrícola no Brasil contribuiu para a expansão do setor, a aplicação de tecnologias, de maquinários, biotecnologia e desenvolvimento de insumos para o setor. Um marco para o setor, é a produção de diversos defensivos agrícolas. Os defensivos agrícolas são produtos utilizados para proteger as culturas plantadas, é caracterizado como produtos químicos utilizados na produção agrícola com a finalidade de combater problemas, a exemplo de pragas e doenças (DEDA, 2022).

O uso dos defensivos é necessário para obter uma plantação mais saudável e até mesmo com melhor desenvolvimento, mas o uso descontrolado ou inadequados dos produtos, acarretam riscos à saúde humana, do plantio e do meio ambiente. O uso inadequado de defensivos agrícolas, sem orientação profissional, com altas concentrações, tempo de carência, má aplicação está relacionada maior exposição humana e ambiental a esses produtos (PREZA; AUGUSTO, 2012)

Foi assim que surgiu a necessidade de instrumentos legais que regulamentem do registro ao uso de defensivos agrícolas. No Brasil as principais políticas que regulamentam o uso de defensivos agrícolas são o Decreto nº 4.074 de 2002 e o Decreto nº 5.360/2005, sendo que o último dispõe sobre Convenção de Roterdã, sobre o procedimento para comércio internacional de certas substâncias químicas e agrotóxicos perigosos. A Lei federal 7. 802, de 1989, dispõe sobre procedimentos de pesquisa, experimentação, produção, embalagem e rotulagem, armazenamento e transporte, comercialização e outros procedimentos para classificação e inspeção (BRASIL, 2002; BRASIL, 2005).

Tendo em vista os riscos do uso de defensivos agrícolas, a produção de alimentos de maneira ecológica e ambientalmente correta está em crescimento no mercado mundial. Uma maneira para substituir o uso de defensivos é a agricultura sustentável. A agricultura sustentável é um modo de produção atua de forma equilibrada para garantir a viabilidade econômica da produção, respeitando os princípios do desenvolvimento sustentável, afim de produzir e preservar o meio ambiente (CELESTRINO et al., 2017).

Além das técnicas de agricultura sustentável, sistemas agroecológicos e adubação com emprego de fertilizantes organominerais, estudos acerca do emprego de formas alternativas para produção agrícola sem uso de defensivos estão em crescimento. O uso de fungos, bactérias, ou consórcios microbianos associados a biofertilizantes, se mostram uma alternativa para prática da agricultura sustentável. Um aspecto que vem sendo recentemente estudado é a inoculação das raízes de plantas com fungos micorrizos (DA SILVA, 2011).

Os fungos micorrízicos, pertencentes ao filo *Glomeromycota*, são simbioses obrigatórios, podem ser dos tipos arbutóides, ectendomicorizas, ectomicorizas, ericóides, monotrópóides, orquidóides e arbusculares. Esses fungos apresentam hifas, que operam como extensão do sistema radicular das plantas, e participam do processo de absorção dos nutrientes, esses microrganismos produzem glomalina que contribui para a estabilização do solo (SINGH; TRIPATHI, 2013; SMITH; READ, 2008; VEIGA et al., 2011).

A inoculação com consórcios fungo-bacterianos tem se mostrado uma alternativa para auxiliar no desenvolvimento e produção de grãos, sem ter a necessidade do uso de defensivos agrícolas. A dupla inoculação de sementes de leguminosas com rizóbio e *Trichoderma* spp., se mostra um meio para produção, pois demonstra proteção contra fitopatógenos e pode melhorar a nodulação e crescimento vegetal. Espécies



vegetais tratadas com *Trichoderma* spp., pode desenvolver crescimento de até 300% (BROTMAN et al., 2010; JUNIOR et al., 2012).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão bibliográfica sobre os principais fungos que podem auxiliar no desenvolvimento e produção de diferentes espécies vegetais, e como o uso dos fungos podem ser uma alternativa a substituição dos defensivos agrícolas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de uma revisão integrativa (RI). A revisão integrativa, é uma abordagem metodológica que permite a inclusão de estudos para compreensão do fenômeno analisado, combinando dados da literatura teórica e empírica, afim de definir conceitos, revisar evidências e analisar problemas relacionados a temática estudada (WHITTEMORE; KNALF, 2005).

Para elaboração da RI, foi seguindo a proposta de Ganong (1987), que descreve 5 passos para a elaboração e a apresentação de revisões integrativas: (1) seleção da temática e elaboração da pergunta norteadora; (2) estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão; (3) escolha das informações a serem retiradas dos trabalhos; (4) avaliação dos estudos; (5) interpretação dos resultados; (6) apresentação da revisão. Afim de seguir os passos propostos, identificou-se o tema e elaborou a pergunta norteadora da pesquisa da presente: Quais e como os fungos podem auxiliar no desenvolvimento e produção agrícola, segundo literatura?

A busca nas bases de dados foi realizada entre maio e junho 2022. Foram utilizadas três bases de dados: ScienceDirect (*Elsevier*), Google Acadêmico (*Google Scholar*) e Redalyc (*Sistema de Información Científica Redalyc*). Na busca foi utilizado dois grupos de palavras, com três termos, associado ao operador booleano OR e AND: (“*biofertilizers*” or “*fungi*” or “*sustainable agriculture*”) and (“*organic farming*” or “*fungal consortium*” or “*fertilizer fungus*”). A partir dos achados, estabeleceu-se como critérios de inclusão: trabalhos do sistema *open access* e publicados entre 2018 – 2022, em qualquer idioma. Foram excluídos: trabalhos incompletos, livros e capítulos de livros, trabalhos publicados em eventos, estudos fora do período de publicação proposto e fora do sistema *open access*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

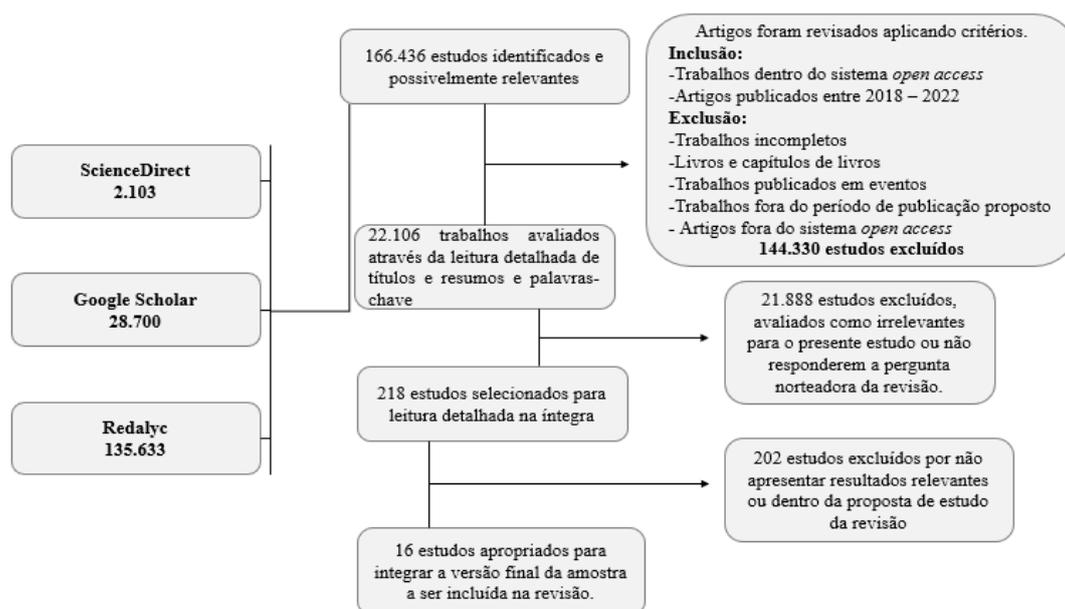
No levantamento bibliográfico foram encontrados 166.426 estudos, sendo 2.103 na base ScienceDirect, 28.700 no Google Scholar e 135.633 na Redalyc, esses estudos foram identificados como possivelmente relevantes ao estudo. Os 166.426 passaram por seleção, através da aplicação de critérios de inclusão e exclusão. Foram incluídos trabalhos dentro do sistema *open access* e que foram publicados entre 2018 a 2022, para a exclusão foram aplicados os critérios de trabalhos incompletos, artigos fora do sistema *open access*, livros e capítulos de livros, trabalhos publicados em eventos e estudos fora do período de publicação proposto, após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão 22.106 estudos passaram para a próxima etapa.

Os 22.106 estudos foram lidos título, resumos e palavras-chave, onde 21.888 estudos foram excluídos, por serem avaliados como irrelevantes para o presente estudo ou não responderem à pergunta norteadora da revisão, passando 218 estudos para a etapa final de seleção.



Todos os 218 artigos foram lidos na íntegra, para avaliar todos os dados e se respondem à pergunta norteadora proposta na RI. Para a seleção da amostra final que integra a revisão integrativa, foi adaptado e aplicado o instrumento para coleta de dados, validado por Ursi e Galvão (2006). Após a leitura e análise dos estudos, 16 artigos foram considerados apropriados e integram a amostra final incluída na RI, sendo 4 estudos pertencente a base ScienceDirect, 7 do Google Scholar e 5 da Redalyc. As etapas para seleção dos artigos estão descritas no fluxograma da Figura 1.

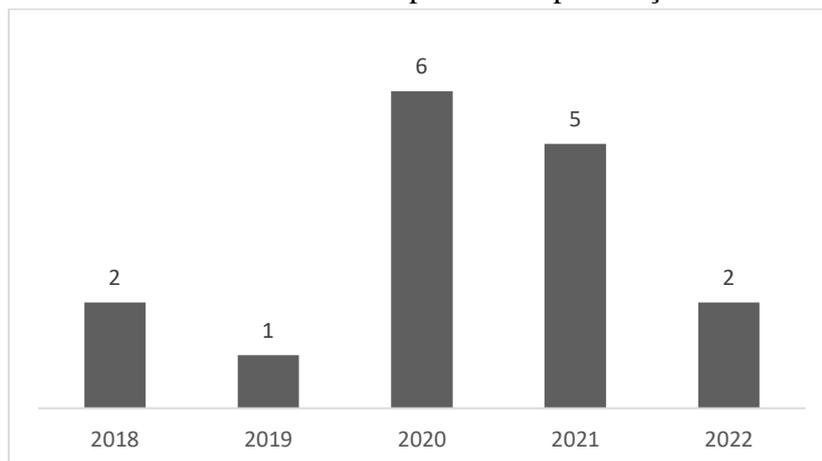
Figura 1. Fluxograma das etapas para seleção dos artigos nas bases de dados.



Fonte: Autores, 2022.

Quanto ao ano de publicação dos artigos que integram a versão final da revisão, se destacou trabalhos publicados nos anos de 2020 e 2021, com 6 e 5 artigos selecionados, respectivamente. A distribuição dos artigos incluídos na revisão, quanto ao ano de publicação pode ser vista no Gráfico 1.

Gráfico 1. Quantidade de trabalhos incluídos na RI por ano de publicação.



Fonte: Autores, 2022.



Os estudos que integram a amostra final da revisão, estão caracterizados quanto a procedência (base de dados), autor, ano, periódico de publicação, fungo estudado e considerações relevantes do estudo na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização dos estudos incluídos na RI.

Autor/Ano	Periódico	Fungo estudado	Considerações
2022			
Anand et al., 2022	Journal of Applied Biology and Biotechnology	Fungos micorrízicos arbusculares (FAM)	Os FAM podem ser usados como fungos de biocontrole com outros micróbios antagonistas, devido às interações entre a comunidade microbiana.
Kuila; Ghosh, 2022	Current Research in Microbial Sciences	Fungos micorrízicos arbusculares (FAM)	Os fungos aumentam a absorção de fósforo e outros elementos, principalmente por aumentar a superfície absorptiva das hifas na rizosfera.
2021			
Díaz-Franco et al., 2021	Terra Latinoamericana	<i>Rhizophagus intraradices</i>	A qualidade do grão de soja apresenta variações, para flutuações e para teor de proteína são de 30-53% e para óleo variam de 10-27%.
Murali et al., 2021	Journal of Fungi	<i>Trichoderma, Talaromyces Fusarium e Rhizoctonia</i>	Aumentam o rendimento das culturas, a qualidade das culturas e o manejo sustentável de doenças de plantas.
Seenivasagan; Babalola, 2021	Biology	<i>Penicillium e Aspergillus</i>	Atuam como solubilizadores de fósforo
Silveira et al., 2021	Pesquisa Agropecuária Tropical	<i>Acrocalymma</i>	Produziu ácido indol-acético e quitinases, produzindo 31,55 mg mL ⁻¹ após 96h, demonstrando potencial para induzir resistência em plantas.
Singh et al., 2021	Journal of Environmental Management	<i>Trichoderma asperellum</i>	Promoveu o crescimento do agente de biocontrole <i>Trichoderma asperellum</i> e potencial de uso da formulação no manejo de nutrientes e murcha em tomateiro.
2020			
Assogba et al., 2020	African Journal of Agricultural Research	Fungos micorrízicos arbusculares (FAM)	<i>Glomeraceae</i> induziu aumento na altura, rendimento de biomassa fresca



			aérea e subterrânea fresca com maior rendimento de grãos de milho superando os valores medidos no teste controle
Dal Cortivo et al., 2020	Frontiers in plant science	<i>Rhizophagus irregularis</i>	Induz crescimento de β -glicosidase, α -manosidase, β -manosidase e xilosidase, que auxiliam na decomposição da matéria orgânica
Gamboa-Ângulo et al., 2020	Terra Latinoamericana	<i>Trichoderma harzanium</i>	Aumento dos teores de lipídios e proteínas nos frutos das plantas biofertilizadas com <i>T. harzanium</i>
Ji et al., 2020	Scientia Horticulturae	<i>Trichoderma</i>	<i>Trichoderma</i> promove o crescimento e o aumento do rendimento do repolho chinês e aumenta a capacidade antioxidante.
Liu et al., 2020	Geoderma	Fungos micorrízicos arbusculares (FAM)	Fungos FAM aumentam a taxa de inoculação ao ginseng americano e enriquecem as bactérias e fungos benéficos da rizosfera e os nutrientes disponíveis no solo.
Tamayo-Aguilar et al., 2020	Terra Latinoamericana	Fungos micorrízicos arbusculares (FAM)	Aumentou o crescimento e a produtividade da cultura do feijão, a maior produtividade foi obtida com 2,11 Mg ha ⁻¹ , o que representa 37,9% a mais que a média nacional.
2019			
Ramírez-Gil, 2019	Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín	Fungos micorrízicos arbusculares (AMF)	Favoreceu o desenvolvimento de <i>Gmelina arborea</i> sob baixos valores de P (0,02 e 0,002 de mg L ⁻¹). Os melhores resultados foram obtidos com as cepas <i>Rhagium fasciculatum</i> e <i>Rhizobium aggregatum</i> .
2018			
Ankati; Podile, 2018	Journal of Spices and Aromatic Crops	Fungos micorrízicos arbusculares (AMF)	Os FAM capturam nutrientes (P, N e S) do solo e fornecem às plantas para seu crescimento
Nafady et al., 2018	Biocatalysis and agricultural biotechnology	Fungos micorrízicos arbusculares (FAM)	A aplicação de FAM aumentou a formação de nódulos e a fixação de N ₂ .



Fonte: Autores, 2022.

Durante a análise dos estudos, o pesquisador elaborou uma nuvem de palavras, a partir das palavras-chave e termos que são repetidos em diferentes artigos. Nuvens de palavras são recursos gráficos que representam a frequência dos termos utilizados. Sendo formadas por palavras que indicam a frequência ou relevância dentro da temática abordada (SILVA; JORGE, 2019). No presente estudo, o uso da nuvem de palavras serve como modelo metodológico para avaliar termos relevantes na temática e servir de auxílio para outros pesquisadores, que estudam o tema ou áreas correlatadas ao tema. A nuvem de palavras pode ser visualizada na Figura 2.

Figura 2. Nuvem de palavras dos termos relevantes identificados na busca de trabalhos



Fonte: Autores, 2022.

A aplicação de aplicação de fungos micorrízicos arbusculares (FAM) se demonstra eficaz, visto que estudos relacionam a inoculação com FAMs, com a formação de nódulos e a fixação de N₂, também aumentando a absorção de fósforo, devido ao aumento da superfície absorptiva das hifas na rizosfera. Estudo demonstra que a inoculação com FAMs, além da fixação de nitrogênio, está relacionado a captura de enxofre. Outro estudo relaciona a inoculação de sementes, ao aumento da produtividade e crescimento do feijão, representando aumento de 37,9% a mais que a média nacional do México, local onde foi realizado o estudo (NAFADY et al., 2018; KUILA; GHOSH, 2022; ANKATI; PODILE, 2018; TAMAYO-AGUILAR et al., 2020)

O uso de fungos micorrízicos arbusculares (FAM), para inoculação em mudas de cafeeiro demonstrou a eficiência do fungo. França et al., (2014), identificou que mudas inoculadas com FAM, resultou em aceleração do crescimento após 30 a 90 dias, e no maior acúmulo de massa seca demonstrado aos 120 dias, através da análise da taxa de crescimento relativo, que indica a massa seca por quantidade de massa seca inicial da planta no tempo determinado. O estudo ainda mostrou que apesar da maior captação de energia, não teve aumento da taxa fotossintética.



A utilização dos fungos ectomicorrízicos: *Paxillus involutus*, *Hysterangium gardneri*, *Pisolithus microcarpus* e *Chondrogaster angustisporus*, para inoculação e avaliação da absorção fósforo e cultura de eucalipto demonstrou que os inóculos de *Pisolithus microcarpus* e *Chondrogaster angustisporus* promovem maior colonização radicular, crescimento vegetativo (medido pela matéria seca e altura da planta) e maior absorção de fósforo. Os isolados de *Pisolithus microcarpus* e *Chondrogaster angustisporus* demonstraram eficiência, sendo uma tecnologia promissora para a inoculação micorriza de *Eucalyptus dunnii* (SOUZA et al., 2004).

O consórcio de FMA e outros microrganismos apresenta características positivas para produção de mudas de oliveiras. Os consórcios *Gigaspora rosea* + *Paenibacillus* sp¹, *Acaulospora scrobiculata* + *Paenibacillus* sp¹ e *Rhizophagus clarus* + *Pseudomonas* sp, demonstram teor de nitrogênio de 11,2 g kg⁻¹, 10,8 g kg⁻¹, 10,8g Kg⁻¹, respectivamente. O consórcio *Acaulospora scrobiculata* + *Paenibacillus* sp¹, se destaca para produção de mudas do de oliveira da variedade Arbequina por induzir maior crescimento (altura e diâmetro) e produção de matéria seca das partes aéreas (COSTA; MELLONI, 2019).

A inoculação de sementes com FMAs apresenta aumento superior a 100% da massa seca das raízes e da parte aérea da planta do milho, sendo utilizado os fungos do gênero *Glomus*, sendo eles *G. clarum*, *G. etunicatum* e *G. geosporum*, demonstra maior efeito benéfico após 7 dias a emergência, relacionado a maior absorção de fósforo. Já uso do fungo *Trichoderma harzianum* nas concentrações de 50g, 100g, 150g, 200g, 250g, 300g, 350g e 400g/100kg em sementes de milho se mostrou eficiente na redução de *Aspergillus* sp.; *Aspergillus niger*; *Penicillium* sp. e *Fusarium* sp, tendo atividade positiva na fisiologia das sementes e no aumento percentual da germinação (DA SILVA et al., 2018; BEZERRA, 2021).

Concentrações do isolado de *Trichoderma harzianum* até 40x10⁹, promove efeito positivo sobre o desenvolvimento da parte aérea e radicular de *Piper regnellii*, com 40 e 70 dias de avaliação, demonstrando maiores benefícios na concentração 30x10⁹ do isolado. Porém, o isolado de *Trichoderma harzianum* não apresenta influência sobre a emergência de plântulas de *P. regnellii* (BORTOLIN et al., 2019).

Estudo de Rodrigues et al., (2018), fazendo uso de FAMs, identificou que a inoculação provoca variações significativas no crescimento e desenvolvimento de *Tectona grandis*, principalmente quando feito uso de *Rhizophagus clarus*. Ocorreu maior incremento na altura da planta, com aumento de 45%, já quando avaliado a biomassa foliar, o aumento foi de 80%. Provocando aumento da altura, matéria seca e diâmetro do colo.

CONCLUSÕES

Diante dos resultados, pode-se destacar que a relevância do conhecimento construído a partir de estudos sobre aplicação de fungos como método a substituição de defensivos agrícolas e parece estar sendo difundida nas pesquisas científicas. O conhecimento acerca do assunto é essencial para auxiliar no uso desses fungos e no entendimento das interações entre plantas e fungos, mas também nas interações de consórcios fúngicos, fungo-bacterianos e outras potenciais biotecnologias que podem ser utilizadas na agricultura.

Poucos estudos destacaram a participação de fungos arbutóides, ectendomicorrizas, ectomicorrizas, ericóides, monotropóides e orquidóides. O principal objeto de estudo encontrado, foram os fungos micorrizos arbusculares, com destaque aos fungos do gênero *Trichoderma* e *Rhizophagus*.



Assim, novas pesquisas precisam ser realizadas para explorar o potencial de múltiplas espécies fúngicas que poderão auxiliar no desenvolvimento da agricultura, visando propor uma biotecnologia que ajude no crescimento, desenvolvimento, produtividade e no controle de pragas e doenças, sem necessitar uso de defensivos agrícolas danosos a saúde humana e ambiental. Dessa forma, o presente estudo contribui com novas reflexões acerca do uso de fungos na agricultura.

AGRADECIMENTOS

FUNCAP – Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declaram que o trabalho não possui conflito de interesse.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANAND, K.; PANDEY, G. K.; KAUR, T.; PERICAK, O.; OLSON, C.; MOHAN, R.; YADAV, A. N. Arbuscular mycorrhizal fungi as a potential biofertilizers for agricultural sustainability. **Journal of Applied Biology and Biotechnology**, v. 10, n. 1, p. 90-107, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.7324/JABB.2022.10s111>.

ANKATI, S.; PODIE, A. R. Understanding plant-beneficial microbe interactions for sustainable agriculture. **Journal of Spices and Aromatic Crops**, v. 27, n. 2, p. 93-105, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.25081/josac.2018.v27.i2.1098>.

ASSOGBA, A. S.; AHOYO, A. R. N.; BELLO, S.; NOUMAVO, A. P.; SINA, H.; AGBODJATO, A. N.; BABA-MOUSSA, L. Inoculation of native arbuscular mycorrhizal fungi based bio-fertilizers for improvement of maize productivity in Central Benin. **African Journal of Agricultural Research**, v. 16, n. 5, p. 652-660, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5897/AJAR2019.14638>

BEZERRA, M. C. L. **Inoculação de sementes de milho com *Trichoderma harzianum*: efeitos na redução de fungos e qualidade fisiológica**. Monografia – (Tecnologia em Agroecologia) - Universidade Federal de Campina Grande, Sumé, 2021. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/handle/riufcg/19458>

BORTOLIN, G. S.; WIETHAN, M. M. S.; VEY, R. T.; OLIVEIRA, J. C. P.; KÖPP, M. M.; DA SILVA, A. C. F. *Trichoderma* na promoção do desenvolvimento de plantas de *Paspalum regnellii* Mez. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 1, p. 135-145, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.19084/RCA18114>



BRASIL. **Ministério Da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002. Brasília, v. 1, n. 1, p. 1-15, 4 jan. 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4074compilado.htm.

BRASIL. **Ministério Da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Decreto nº 5.360 de 31 de janeiro de 2005. Brasília, v. 1, n. 1, p. 1-6, 31 jan. 2005. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5360.htm.

BROTMAN, Y.; KAPUGANTI, J.; VITERBO, A. Trichoderma. **Current Biology**, v. 20, n. 9, p. R390-R391, 2010. Disponível em: [https://www.cell.com/current-biology/pdf/S0960-9822\(10\)00230-7.pdf](https://www.cell.com/current-biology/pdf/S0960-9822(10)00230-7.pdf)

CELESTRINO, R. B.; DE ALMEIDA, J. A.; DA SILVA, J. P. T.; DOS SANTOS, L. V. A.; VIEIRA, S. C. Novos olhares para a produção sustentável na Agricultura Familiar: avaliação da alface americana cultivada com diferentes tipos de adubações orgânicas. **Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, v. 3, n. 1, p. 66-87, 2017. Disponível em: <https://owl.tupa.unesp.br/recodaf/index.php/recodaf/article/view/43>

COSTA, S. M. L.; MELLONI, R. Relação de fungos micorrízicos arbusculares e rizobactérias no crescimento de mudas de oliveira (*Olea europaea*). **Ciência Florestal**, v. 29, p. 169-180, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509829936>

DA SILVA, F. L.; LACERDA, C. F. D.; SOUSA, G. G. D.; NEVES, A. L.; SILVA, G. L. D.; SOUSA, C. H. Interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão-de-corda. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p. 383-389, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662011000400009>

DA SILVA, J. K. S.; SANTANA, M. D. F.; LARA, T. S. Responsividade de plantas de milho à inoculação com fungos micorrízicos arbusculares da rizosfera de ipê amarelo. **Revista Agroecossistemas**, v.10, n. 1, p. 253-264, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18542/ragros.v10i1.5072>

DAL CORTIVO, C.; FERRARI, M.; VISIOLI, G.; LAURO, M.; FORNASIER, F.; BARION, G.; VAMERALI, T. Effects of seed-applied biofertilizers on rhizosphere biodiversity and growth of common wheat (*Triticum aestivum* L.) in the field. **Frontiers in plant science**, v. 11, n. 72, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00072>

DEDA, C. **Uso dos defensivos agrícolas e seus impactos ao meio-ambiente e a saúde**. Monografia (Bacharelado em Engenharia Agrônômica) – Centro Universitário Ages, Paripiranga, 2022.

DÍAZ-FRANCO, A.; ALEJANDRO-ALLENDE, F.; CISNEROS-LÓPEZ, M.; ESPINOSA-RAMÍREZ, M.; ORTIZ-CHÁIREZ, F. E. Fertilización biológica, orgánica y mineral reducida en soya (*Glycine max* L.). **Terra Latinoamericana**, v. 39, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.725>

FRANÇA, A. C.; CARVALHO, F. P.; FRANCO, M. H.; AVELAR, M. D.; SOUZA, B. P.; STÜRMER, S. L. Crescimento de mudas de cafeeiro inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares. **Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 4, p. 506-511, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.5039/agraria.v9i4a3938>



GAMBOA-ANGULO, J.; RUÍZ-SÁNCHEZ, E.; ALVARADO-LÓPEZ, C.; GUTIÉRREZ-MICELI, F.; RUÍZ-VALDIVIEZO, V. M.; MEDINA-DZUL, K. Efecto de biofertilizantes microbianos en las características agronómicas de la planta y calidad del fruto del chile xcat'ik (*Capsicum annum* L.). **Terra Latinoamericana**, 38(4), 817-826, 2020. Disponível em:

<https://doi.org/10.28940/terra.v38i4.716>

GANONG, L. H. Integrative Reviews of Nursing Research. **Res Nurs Health**, v. 10, n. 1, p. 1-11, 1987. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/nur.4770100103>

JI, S.; LIU, Z.; LIU, B.; WANG, Y.; WANG, J. The effect of Trichoderma biofertilizer on the quality of flowering Chinese cabbage and the soil environment. **Scientia Horticulturae**, v. 262, p. 109069, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.109069>

JUNIOR, A. F. C.; DOS SANTOS, G. R.; REIS, H. B.; MILLER, L. O.; CHAGAS, L. F. B. Resposta de feijão-caupi a inoculação com rizóbio e Trichoderma sp. no cerrado, Gurupi, TO. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n 2, p.33, 2012. Disponível em:

<https://doi.org/10.18378/rvads.v7i2.1279>

KUILA, D.; GHOSH, S. Aspects, problems and utilization of Arbuscular Mycorrhizal (AM) application as bio-fertilizer in sustainable agriculture. **Current Research in Microbial Sciences**, p. 100-107, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.crmicr.2022.100107>

LIU, N.; SHAO, C.; SUN, H.; LIU, Z.; GUAN, Y.; WU, L.; ZHANG, B. Arbuscular mycorrhizal fungi biofertilizer improves American ginseng (*Panax quinquefolius* L.) growth under the continuous cropping regime. **Geoderma**, v. 363, p. 114155, 2020. Disponível em:

<https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.114155>

MURALI, M.; NAZIYA, B.; ANSARI, M. A.; ALOMARY, M. N.; ALYAHYA, S.; ALMATROUDI, A.; AMRUTHESH, K. N. Bioprospecting of rhizosphere-resident fungi: their role and importance in sustainable agriculture. **Journal of Fungi**, v. 7, n. 4, p. 314, 2021. Disponível em:

<https://doi.org/10.3390/jof7040314>

NAFADY, N. A.; HASSAN, E. A.; ABD-ALLA, M. H.; BAGY, M. M. K. Effectiveness of eco-friendly arbuscular mycorrhizal fungi biofertilizer and bacterial feather hydrolysate in promoting growth of vicia faba in sandy soil. **Biocatalysis and agricultural biotechnology**, v. 16, p. 140-147, 2018. Disponível em:

<https://doi.org/10.1016/j.bcab.2018.07.024>

PREZA, D. L. C.; AUGUSTO, L. G. S. Vulnerabilidades de trabalhadores rurais frente ao uso de agrotóxicos na produção de hortaliças em região do Nordeste do Brasil. **Rev. bras. saúde ocup.**, São Paulo, v. 37, n. 125, p. 89-98, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0303-76572012000100012>.

RAMÍREZ-GIL, J. G. Dependency, colonization, and growth in *Gmelina arborea* inoculated with five strains of Arbuscular Mycorrhizal Fungi. **Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín**, v. 72, n. 2, p. 8775-8783, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.15446/rfnam.v72n2.74691>



RODRIGUES, L. A.; BARROSO, D. G.; FIQUEIREDO, F. A. M. Fungos micorrízicos arbusculares no crescimento e na nutrição mineral de mudas de *Tectona grandis* LF. **Ciência Florestal**, 28, 25-34, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509831572>

SEENIVASAGAN, R.; BABALOLA, O. O. Utilization of Microbial Consortia as Biofertilizers and Biopesticides for the Production of Feasible Agricultural Product. **Biology**, v. 10, p. 1111. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/biology10111111>

SILVA, P. V.; JORGE, T. A. Análise de conteúdo por meio de nuvem de palavras de postagens em comunidades virtuais: novas perspectivas e resultados preliminares. **CIAIQ2019**, V. 2, P, 41-48, 2019. Disponível em: <https://proceedings.ciaiq.org/index.php/CIAIQ2019/article/view/2002>

SILVEIRA, A. A. D. C.; ARAÚJO, L. G. D.; FILIPPI, M. C. C. D.; FARIA, F. P. D.; SIBOV, S. T. Biochemical characterization of multifunctional endophytic fungi from *Bambusa oldhamii* Munro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 50, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-40632020v5066370>

SINGH, G.; TIWARI, A.; GUPTA, A.; KUMAR, A.; HARIPRASAD, P.; SHARMA, S. Bioformulation development via valorizing silica-rich spent mushroom substrate with *Trichoderma asperellum* for plant nutrient and disease management. **Journal of Environmental Management**, v. 297, p. 113278, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113278>

SINGH, P. K.; M.; TRIPATHI, B. N. Glomalin: An arbuscular mycorrhizal fungal soil protein. **Protoplasma**, v. 250, p. 663–669, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00709-012-0453-z>

SMITH, S. E.; READ, D. J. Mycorrhizal symbiosis. 3 ed. London: **Academic Press**, p 815, 2008

SOUZA, L. A. B. D.; SILVA, F. G. N.; OLIVEIRA, V. L. D. Eficiência de fungos ectomicorrízicos na absorção de fósforo e na promoção do crescimento de eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 349-355, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2004000400008>

TAMAYO-AGUILAR, Y.; JUÁREZ-LÓPEZ, P.; CAPDEVILA-BUENO, W.; LESCAILLE-ACOSTA, J.; TERRY-ALFONSO, E. Bioproductos en el crecimiento y rendimiento de *Phaseolus vulgaris* L. var. Delicia 364. **Terra Latinoamericana**, v. 38, n. 3, p. 667-678, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.28940/terra.v38i3.672>

URSI, E. S.; GAVÃO, C. M. Prevenção de lesões de pele no perioperatório: revisão integrativa da literatura. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 14, p. 124-131, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-11692006000100017> VEIGA, R. S. L.; JANSÁ, J.; FROSSARD, E.; HEIJDEN, M. G. A. Can Arbuscular Mycorrhizal Fungi Reduce the Growth of Agricultural Weeds? **Plos one**, v. 6, n. 12, p. 1-10, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0027825>

WHITTEMORE R.; KNAFL K. The integrative review: update methodology. **Journal of Advanced Nursing**, v, 52, n. 5, p. 546-53, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2005.03621.x>