



Eficiência da simbiose entre fungos micorrízicos arbusculares e gramíneas com ênfase na cultura do milheto

Efficiency of the symbiosis between arbuscular mycorrhizal fungi and grasses with emphasis on pearl millet crop

Vicente Paulo da Costa Neto

Doutorado em Agronomia

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – Rural de Marabá, Marabá, PA,

Email: vicente.neto@ifpa.edu.br

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8307158730975573>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4553-6573>

RESUMO - A utilização de microrganismos benéficos na agricultura representa uma estratégia promissora para aumentar a produtividade de forma sustentável. Entre eles, os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) estabelecem simbiose mutualística com a maioria das plantas, promovendo melhor absorção de nutrientes, tolerância a estresses e saúde do solo. Esta revisão narrativa de literatura teve como objetivo sintetizar o conhecimento atual sobre a interação entre FMAs e gramíneas, com ênfase especial no milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.). Os resultados demonstram que a simbiose com FMAs proporciona benefícios significativos às gramíneas, como maior eficiência na absorção de fósforo, maior crescimento radicular e resistência a estresses abióticos. Conclui-se que a inoculação de FMAs é uma ferramenta biotecnológica viável para otimizar a produção de milheto, reduzindo a dependência de insumos químicos. No entanto, evidencia-se uma lacuna de pesquisas específicas sobre essa cultura, sugerindo um campo fértil para investigações futuras.

Palavras-chave: *Pennisetum glaucum*. Bioinsumo. Microbiologia do solo.

ABSTRACT - The use of beneficial microorganisms in agriculture is a promising strategy to increase productivity sustainably. Among them, arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) establish a mutualistic symbiosis with most plants, promoting better nutrient absorption, stress tolerance, and soil health. This narrative literature review aimed to synthesize the current knowledge on the interaction between AMF and grasses, with special emphasis on pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.). The results demonstrate that symbiosis with AMF provides significant benefits to grasses, such as greater efficiency in phosphorus absorption, increased root growth, and resistance to abiotic stresses. It is concluded that AMF inoculation is a viable biotechnological tool to optimize pearl millet production, reducing dependence on chemical inputs. However, a gap in specific research on this crop is evidenced, suggesting a fertile field for future investigations.

Keywords: *Pennisetum glaucum*. Biological. Soil microbiology.



INTRODUÇÃO

A agricultura contemporânea enfrenta o duplo desafio de precisar aumentar a produção de alimentos sem expandir a área cultivada, ao mesmo tempo que busca reduzir seus impactos ambientais. Nesse contexto, o uso de microrganismos na agricultura emerge como uma prática estratégica, ganhando destaque crescente no mundo e, particularmente, no Brasil. Essa abordagem é impulsionada pela crescente preocupação com uma produção mais sustentável e pela adoção de tecnologias que maximizam a produtividade com menores gastos em insumos (GRAÇAS et al., 2015).

Dentro desse panorama, a utilização de microrganismos benéficos, com destaque para bactérias e fungos, configura-se como um pilar central para promover o crescimento das culturas, proteger contra pragas e doenças e melhorar a qualidade do solo (REZENDE, 2021). À medida que os benefícios dessa abordagem—como menores gastos com fertilizantes químicos, maior retorno econômico e redução de impactos ambientais—tornam-se mais evidentes, torna-se fundamental a realização de investimentos contínuos em pesquisa e capacitação. Dessa forma, busca-se garantir que a agricultura microbiana seja uma parte integral e consolidada do futuro da produção de alimentos (GOMES, 2021; ALBERTI et al., 2022).

Entre os diversos agentes microbianos utilizados, os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) se destacam por seu papel ecológico e agrônômico de extrema importância. Esses fungos estabelecem uma simbiose mutualística com as raízes da maioria das plantas, beneficiando tanto os organismos envolvidos quanto o ecossistema como um todo (BERUDE, 2015). Por meio dessa associação, as hifas dos fungos atuam como uma extensão do sistema radicular, ampliando significativamente a área de absorção de água e nutrientes, sobretudo de fósforo—um elemento de baixa mobilidade no solo (SILVA et al., 2018). Consequentemente, as plantas micorrizadas apresentam maior crescimento, melhor nutrição e maior resistência a estresses abióticos e bióticos (BARROS, 2022).

A aplicação dessa tecnologia mostra-se especialmente promissora para regiões que enfrentam desafios edafoclimáticos, como o Nordeste do Brasil, onde condições de temperatura, umidade e disponibilidade hídrica podem limitar a produção. Nessas condições, a aplicação eficaz de microrganismos benéficos pode não apenas aumentar a produtividade



agrícola, mas também promover a sustentabilidade ambiental e melhorar a resiliência das culturas (VIDAL; DIAS, 2023; SILVA; SILVA, 2016).

Dentre as culturas que se beneficiam dessa simbiose, as gramíneas representam um grupo botânico de importância global, fornecendo alimento, forragem, fibras e contribuindo para a conservação do solo (BRASIL, 2005). Nesse grupo, destaca-se o milho (*Pennisetum glaucum* (L.)), uma gramínea anual cuja área plantada tem aumentado, sobretudo nos Cerrados, devido ao seu enorme potencial para cobertura do solo no plantio direto e para uso como forragem (PEREIRA FILHO et al., 2003). Por ser uma planta de elevada importância socioeconômica, otimizar sua produção por meio de relações simbióticas é de grande interesse.

Desse modo, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica para demonstrar a efetividade da interação entre os fungos micorrízicos arbusculares e as gramíneas, com especial ênfase na cultura do milho.

REVISÃO DE LITERATURA

Gramíneas

As gramíneas, pertencentes à família Poaceae, constituem uma extensa e diversificada ordem de plantas angiospermas, cuja importância ecológica, econômica e agrônoma reflete significativamente em diversos âmbitos da vida humana. Estas plantas, caracterizadas por suas inflorescências distintas, folhas laminadas e pela presença de estruturas anexas, desempenham papéis fundamentais nos ecossistemas terrestres e têm sido objeto de intensa investigação científica (SOUZA, 2011). Do ponto de vista taxonômico, as gramíneas compreendem uma grande variedade de espécies que se adaptaram a diversos ambientes, desde ecossistemas aquáticos até terras áridas, classificando-se como uma das famílias botânicas mais prolíficas e cosmopolitas. Suas adaptações evolutivas, evidenciadas na morfologia das raízes, na estrutura das folhas e nos mecanismos de reprodução, destacam-se como objetos de estudo primordiais para pesquisadores e cientistas (LUNA, 2014).

Em síntese, as gramíneas transcendem os limites da mera classificação botânica, emergindo como elementos cruciais na tessitura do tecido ambiental e econômico. A riqueza de suas características morfológicas, sua contribuição para a produção de alimentos e sua influência nos ecossistemas terrestres consolidam as gramíneas como protagonistas em um



palco biológico multifacetado e complexo, exigindo uma análise aprofundada e uma apreciação abrangente de sua relevância (SANTOS, 2006).

A importância dessa cultura se deve ao fato de o milho ser uma alternativa viável para os sistemas agrícolas, já que é uma gramínea forrageira anual de verão, de fácil implantação e manejo, adaptável a diversos ambientes e condições climáticas e edáficas. Além disso, é uma cultura considerada precoce que apresenta elevado potencial produtivo e interessante qualidade nutritiva. Desse modo, tais características fazem do milho uma cultura de grande importância e interesse para o setor agrícola, sendo também alvo de diversos estudos visando melhorar sua produtividade e outros aspectos relativos à produção (RESENDE, 2019).

Fungos micorrízicos arbusculares – FMAs

Os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) desempenham um papel crucial nos ecossistemas terrestres, emergindo como protagonistas críticos nas interações simbióticas com plantas de interesse agrícola. Esta relação simbiótica estabelecida entre os FMAs e as raízes das plantas confere benefícios multifacetados, constituindo uma área de pesquisa de relevância notória para a otimização e sustentabilidade na agricultura contemporânea (SOARES, 2012).

A simbiose micorrízica, caracterizada pela colonização das raízes das plantas por esses fungos, promove a absorção eficiente de nutrientes do solo, particularmente fósforo, em benefício mútuo. A expansão do sistema radicular efetiva-se através da rede micorrízica, ampliando a área explorada pelas plantas, o que se traduz em maior eficiência na aquisição de nutrientes essenciais para o crescimento vegetal (MACHINESKI; BALOTA; SOUZA, 2011).

Além disso, a interação desses micro-organismos com as plantas pode contribuir para a produção de agregados do solo, a diminuição da disponibilidade de metais pesados, a melhoria da fertilidade do solo, a promoção do crescimento vegetal, a produção de pigmentos e de fito-hormônios que estimulam o desenvolvimento, e o aumento da resistência ao ataque de pragas e doenças, dentre outras vantagens (NAKAO, 2022). Desse modo, é especial a interação entre gramíneas e estes micro-organismos, visto que essa associação pode melhorar o crescimento e o desenvolvimento dessas plantas, inclusive contribuindo para o desenvolvimento de gramíneas em ambientes degradados e com pouca disponibilidade de P, uma vez que os FMAs contribuem para a disponibilização desse nutriente (MELO, 2022).



Ademais, é sabido que os microrganismos produzem fito-hormônios que auxiliam no desenvolvimento vegetal, tais como auxinas, citocininas, giberelinas, ácido abscísico, etileno, estrigolactonas e brassinosteroides. Esses compostos químicos podem exercer papel direto na promoção do crescimento das plantas, alongamento celular, tolerância a estresses abióticos, estimulação da reprodução e a colonização de microrganismos, podendo também, indiretamente, contribuir para o desenvolvimento vegetal mediante a regulação da resposta imune da planta contra patógenos e insetos (SANTNER; ESTELLE, 2009; PIETERSE et al., 2012; GOMES et al., 2016).

Assim, a compreensão abrangente das interações intrincadas entre FMAs e culturas agrícolas é fundamental para o avanço das práticas agronômicas sustentáveis. A investigação aprofundada dessas relações simbióticas oferece um campo promissor para a inovação na agricultura, visando não apenas aumentar a produtividade, mas também promover sistemas agrícolas mais resilientes e equilibrados do ponto de vista ambiental (BARROS, 2018).

Simbiose fungos micorrízicos e culturas de interesse agrícola

Os fungos micorrízicos, representados por uma diversidade taxonômica que inclui micorrizas arbusculares, ectomicorrizas e endomicorrizas, estabelecem uma parceria intrincada com as raízes das plantas de interesse agrícola. Esta simbiose, evoluída ao longo de milênios de coevolução, revela-se como um mecanismo adaptativo refinado, no qual as plantas fornecem carbono exsudado para os fungos, enquanto estes, por sua vez, facilitam a absorção eficiente de nutrientes do solo, notadamente fósforo (SOUZA, 2006).

Além disso, a compreensão detalhada das interações moleculares e genéticas entre fungos micorrízicos e plantas agrícolas fornece uma base sólida para estratégias de manejo inovadoras que utilizem menos insumos químicos e apostem mais em produtos biológicos para o desenvolvimento e proteção da lavoura. Estudos demonstram os benefícios agrícolas dessa interação, mostram a resposta vegetal a tal interação, bem como os benefícios que cada um dos organismos podem lograr. A inoculação controlada de fungos micorrízicos, a seleção de cepas benéficas e a adaptação de práticas agrícolas que favoreçam a simbiose, como o preparo do solo, a correção e a adubação, emergem como direcionamentos promissores para otimizar a produtividade agrícola de maneira sustentável (RODRIGUES, 2018).



A relação entre fungos e plantas visa não apenas elucidar os princípios fundamentais que regem essa relação, mas também contribuir para o arcabouço conceitual (como os conhecimentos acerca da interação entre micro-organismos e vegetais, sobre a melhoria da produtividade agrícola e maiores conhecimentos sobre as micorrizas) que norteia as estratégias agronômicas do futuro. A simbiose entre fungos micorrízicos e culturas de interesse agrícola, intrinsecamente entrelaçada com a busca por práticas agrícolas mais resilientes e sustentáveis, emerge como um campo fértil para a inovação e o avanço na agricultura contemporânea (RODRIGUES, 2018).

Um exemplo de cultura de interesse agrícola que vem ganhando cada vez mais a participação dos fungos micorrízicos em seus cultivos é o milho. Grandes são os ganhos da inoculação de tais fungos nessa cultura, como a ciclagem de nutrientes e todas as vantagens do ponto de vista da fertilidade do solo, a diminuição do uso de insumos inorgânicos nas lavouras – o que contribui para menor impacto ambiental de tais sistemas de cultivo – e a geração de emprego e renda, além da divulgação do conhecimento acerca desta interação: milho + fungos micorrízicos (SANTOS et al., 2020). O efeito mais significativo do P e da inoculação de fungo micorrízico sobre as raízes seminais pode ser constatado na morfologia do sistema radicular, uma vez que se verifica que a adição de P aumenta a emissão de raízes secundárias, tanto nas plantas micorrizadas quanto nas não micorrizadas. Essas alterações no sistema radicular da cultura do milho em virtude da inoculação de fungo micorrízico e adição de P ao solo mostram importante implicação na aquisição de nutrientes por parte das plantas de milho, principalmente dos de baixa mobilidade no solo, como o P, levando a um maior e melhor desenvolvimento da planta (BRESSAN; VASCONCELLOS, 2002).

A influência dos FMAs no desenvolvimento inicial de mudas na fase de brotação em três variedades de cana-de-açúcar (CTC 9004M, IAC SP 95-5094 e IAC SP 96-2042) foi investigada por Ventura (2017), que notou que a presença dos FMAs promoveu maiores resultados na altura das variedades IAC SP 95-5094 e CTC 9004M quando comparadas com a variedade IAC SP 96-2042. Tais resultados demonstram a importância dos fungos micorrízicos para o desenvolvimento vegetal, principalmente de gramíneas.

Nesse sentido, o desenvolvimento de estudos sobre a interação de gramíneas, não só do milho, mas também de outras gramíneas, como o milheto e outras culturas de interesse agrícola, com fungos micorrízicos se faz necessário e importante para o desenvolvimento das



agriculturas atual e moderna, contribuindo para a obtenção de sistemas agrícolas mais produtivos e menos agressivos ao meio ambiente (SANTOS et al., 2020).

Glomalina como agente importante para o solo

A glomalina, uma glicoproteína secretada por fungos micorrízicos arbusculares (FMAs), emerge como um agente notável e multifuncional nos solos, desempenhando um papel crítico nas interações bióticas e abióticas que permeiam os ecossistemas terrestres. Produzida principalmente pelas hifas dos FMAs, a glomalina se destaca como um componente estrutural fundamental dos gloméreulos, estruturas esféricas formadas pela associação simbiótica entre os fungos e as raízes das plantas. Esta glicoproteína não apenas contribui para a estabilidade física do solo, promovendo a agregação do solo, mas também se revela como um reservatório dinâmico de carbono, influenciando os ciclos biogeoquímicos (SOUSA, 2012).

No que tange à agregação do solo, a glomalina desempenha um papel importante ao cimentar partículas do solo, conferindo-lhes coesão e resistência à erosão. Este aspecto é particularmente relevante em ecossistemas agrícolas e naturais, onde a manutenção da estrutura do solo é crucial para a retenção de água, a aeração adequada e o suporte às raízes das plantas (VIANAL, 2017). Nesse sentido, a glomalina influencia diretamente nas concentrações de carbono no solo da Chapada do Araripe, sendo um importante componente de sua agregação (NOBRE et al., 2015). Por outro lado, a glomalina também é relativamente rica em nitrogênio, sendo, portanto, uma fonte deste elemento para os micro-organismos nos solos (SOUSA et al., 2012).

Além disso, ao utilizar a quantificação da proteína relacionada à glomalina é possível qualificar o nível de atividade biológica em áreas em recuperação, demonstrando potencial para ser utilizada no monitoramento e avaliação do solo em processo de recuperação, tornando-se, portanto, um indicador (CARVALHO, 2012). Assim, a glomalina se insere na dinâmica do carbono do solo, contribuindo na captura e estabilização desse elemento essencial. A capacidade de formar complexos estáveis com outros componentes do solo resulta em uma influência duradoura nos estoques de carbono, destacando-se como um fator de considerável relevância nas discussões sobre mitigação das mudanças climáticas e gestão sustentável do solo (SOUSA, 2012).

O entendimento aprofundado dos mecanismos de produção, regulação e impacto da glomalina no solo emerge como um desafio e uma oportunidade para avanços significativos



nas práticas agrícolas e ambientais. A glomalina, como protagonista nesse cenário, não apenas instiga a curiosidade científica, mas também aponta para potenciais aplicações práticas na gestão sustentável dos recursos naturais, contribuindo assim para a construção de um cenário agrícola e ambiental mais equilibrado (VIANAL, 2017).

Importância ecológica, econômica, social e cultural dos FMAs

Os FMAs emergem como aliados inestimáveis na agricultura, otimizando o uso de insumos e contribuindo para a eficiência dos sistemas produtivos. A redução da dependência de fertilizantes químicos, impulsionada pela capacidade desses fungos de melhorar a absorção de nutrientes, não apenas alivia os custos para os agricultores, mas também promove práticas agrícolas mais sustentáveis e economicamente viáveis (BRITO, 2017). A influência da densidade de esporos de FMA originados da savana de Alter do Chão no crescimento inicial das plantas de milho e no metabolismo de carboidratos foi estudada por Santos et al. (2020), que observaram que os FMAs da Savana de Alter do Chão influenciaram o crescimento e o metabolismo de carboidratos das plantas de milho, proporcionando incremento no teor de açúcares redutores na parte aérea, o que pode conferir maior tolerância à limitação hídrica.

O cultivo de milho (*Zea mays*) e *Crotalaria juncea* inoculados com *Glomus clarum*, e o desempenho da batata-doce (*Ipomoea batatas*) em sucessão, foram estudados por Souza et al. (2019), que notaram que o pré-cultivo de milho e de *C. juncea* inoculados com FMA *Glomus clarum* proporcionou maior aumento nos teores de N, P e K na parte aérea da batata-doce, gerando maior incremento na produtividade de raízes da batata-doce após *C. juncea*.

De outro modo, o efeito da coinoculação de microrganismos solubilizadores de P (MSP), *Azospirillum* (AZO) e fungo micorrízico (FMA) no cultivo de milheto adubado com fontes de P de diferente solubilidade foi investigado por Ferreira et al. (2016), que observaram que a coinoculação com *Azospirillum*, *Bacillus* solubilizador de fosfato e fungos micorrízicos proporcionou maior altura da planta de milheto adubado com fosfato de Araxá.

Na esfera ecológica, os FMAs desempenham um papel importante na saúde dos ecossistemas terrestres. A promoção da agregação do solo, a retenção de água e a contribuição para a biodiversidade do solo são testemunhos tangíveis da influência desses organismos na manutenção da resiliência e equilíbrio ambiental. Além disso, a capacidade dos FMAs de sequestrar carbono e contribuir para a estabilidade do solo posiciona-os como atores-chave na mitigação das mudanças climáticas (NUNES, 2016).



O estudo desses fungos não apenas enriquece nosso entendimento dos ecossistemas terrestres, mas também oferece uma base sólida para estratégias inovadoras na agricultura (como a melhoria da produção e da produtividade das plantas, melhorando a nutrição das plantas e seu desenvolvimento), que buscam promover uma coexistência sustentável entre a humanidade e o reino fúngico, delineando assim um futuro mais equitativo e harmonioso (ROCHA et al., 2006; NUNES, 2016)

CONCLUSÕES

A análise da literatura evidencia que, embora os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) sejam amplamente estudados em culturas como o milho, há uma lacuna significativa de pesquisas dedicadas especificamente ao milheto (*Pennisetum glaucum*). Considerando a proximidade botânica entre essas gramíneas, é plausível hipotetizar que o milheto possa se beneficiar de forma similar dessa simbiose, apresentando respostas positivas em termos de nutrição, crescimento e tolerância a estresses.

A inoculação com FMAs consolida-se como uma ferramenta biotecnológica versátil e sustentável, capaz de promover a eficiência agrícola ao enhance a absorção de nutrientes e água, reduzindo a dependência de insumos químicos.

Além dos benefícios diretos às plantas, a presença dos FMAs enriquece a microbiota do solo, fomentando um ecossistema edáfico mais diversificado e funcional. Diante dos desafios contemporâneos da agricultura, como a necessidade de maior resiliência e produtividade com menor impacto ambiental, a utilização desses microrganismos emerge como um aliado fundamental para a transição para um modelo de agricultura mais equilibrado e sustentável.

CONFLITOS DE INTERESSE

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

REFERÊNCIAS

ALBERTI, B. F.; MURATA, M.; MARQUES, J. B. S.; SUGUIMOTO, H. H. Estudo do produto biológico BetaSoil® para agricultura. *Uniciências*, v. 26, n. 2, p. 124-129, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.17921/1415-5141.2022v26n2p124-129>.

BARROS, J. M. T. M. **Fungos micorrízicos em mudas de *Jatropha curcas* L. submetidas a estresse hídrico**. 2018. 43 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2018.

BERUDE, M.; ALMEIDA, D.; RIVA, M.; CABANÊZ, P.; AMARAL, A. Micorrizas e sua importância agroecológica. *Enciclopédia Biosfera*, v. 11, n. 22, p. 17-33, 2015.



BISCA, H. H.; MACHADO, M. J.; INÁCIO, G. C.; SOUZA, D. S. Fungos micorrízicos arbusculares associados a doses de fósforo no crescimento da cultura do milho. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente – RAMA**, v. 16, n. 3, p. 1-15, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2023v16n3e11059>.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Gramíneas do gênero Cynodon – Cultivares recentes no Brasil**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2005. 14 p.

BRESSAN, W.; VASCONCELLOS, C. A. Alterações morfológicas no sistema radicular do milho induzidas por fungos micorrízicos e fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 4, p. 509-517, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2002000400013>.

FERREIRA, F. N.; PAIVA, C. A. O. Coinoculação com microrganismos solubilizadores de fósforo, fungos micorrízicos e fixadores de N₂: qualidade biológica do solo e acúmulo de massa seca em milheto. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PIBIC/CNPq, 12., 2017, Sete Lagoas. **Anais [...]**. Sete Lagoas: [s. n.], 2017.

FERREIRA, F. N.; RIBEIRO, V. P.; MELO, I. G.; MARRIEL, I. E.; SOUZA, F. A.; OLIVEIRA, C. A. Avaliação do crescimento de milheto co-inoculado com microrganismos solubilizadores de fósforo, fungos micorrízicos e *Azospirillum*. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 31., 2016, Bento Gonçalves. **Anais [...]**. Bento Gonçalves: [s. n.], 2016.

GOMES, J. P. A.; MOULIN, M. M.; SOUZA, M. N.; SANTOS JÚNIOR, A. C. Uso de microrganismos eficientes como alternativa para agricultura sustentável: um referencial teórico. In: _____ (ed.). **Agroecologia: Métodos e Técnicas para uma Agricultura Sustentável**. v. 5. Ponta Grossa: Atena, 2021. p. 340-355.

GOMIDE, P. H. O.; SANTOS, J. G. D.; SIQUEIRA, J. O.; SOARES, C. R. F. S. Diversidade e função de fungos micorrízicos arbusculares em sucessão de espécies hospedeiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 11, p. 1483-1490, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2009001100016>.

GRAÇAS, J. P.; RIBEIRO, C.; COELHO, F. A. A.; CARVALHO, M. E. A.; CASTRO, P. R. C. **Microrganismos estimulantes na agricultura**. Piracicaba: ESALQ, 2015. 56 p.

JACOVETTI, R.; FRANÇA, A. F. S.; CARNEVALLI, R. A.; MIYAGI, E. S.; BRUNES, L. C.; CORRÊA, D. S. Milheto como silagem comparado a gramíneas tradicionais: aspectos quantitativos, qualitativos e econômicos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 19, p. 1-16, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-6891v19e-26539>.

LUNA, A. A.; DIFANTE, G. S.; MONTAGNER, D. B.; EMERENCIANO NETO, J. V.; ARAÚJO, I. M. M.; OLIVEIRA, L. E. C. Características morfogênicas e acúmulo de forragem de gramíneas forrageiras sob corte. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 6, p. 1803-1810, 2014.

MACHINESKI, O.; BALOTA, E. L.; SOUZA, J. R. P. Resposta da mamoneira a fungos micorrízicos arbusculares e a níveis de fósforo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 4, p. 1855-1862, 2011. Suplemento 1.



- MELO, A. A. H. **Análise da cobertura e produção de matéria seca em gramíneas de cerrado sob efeito da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares.** 2022. 52 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2022.
- NAKAO, M. Y. S. L. **Microrganismos Promotores do Crescimento de Plantas e condicionadores de solo no crescimento do milho.** 2022. 54 f. Monografia (Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022.
- NOBRE, C. P.; LÁZARO, M. L.; SANTO, M. M. E.; PEREIRA, M. G.; BERBARA, R. L. L. Agregação, glomalina e carbono orgânico na Chapada do Araripe, Ceará, Brasil. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 1, p. 138-147, 2015.
- NUNES, M. S.; COSTA, A. M.; ANDRADE, O. F.; SARAIVA, V. B. Associação entre fungos e vegetais da Restinga: Ecologia e Ensino de Ciências. In: CONGRESSO FLUMINENSE DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, 8., 2016, Campos dos Goytacazes. **Anais [...]**. Campos dos Goytacazes: [s. n.], 2016.
- PEREIRA FILHO, I. A.; FERREIRA, A. S.; COELHO, A. M.; CASELA, C. R.; KARAM, D.; RODRIGUES, J. A. S.; CRUZ, J. C.; WAQUIL, J. M. **Manejo da Cultura do Milheto.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 17 p. (Circular Técnica, 787).
- PIETERSE, C. M. J.; VAN DER DOES, D.; ZAMIOUDIS, C.; LEON-REYES, A.; VAN WEES, S. C. M. Hormonal modulation of plant immunity. **Annual Review of Cell and Developmental Biology**, v. 28, p. 489-521, 2012.
- RESENDE, P. R. P. **A importância da cultura do milheto (Pennisetum glaucum (L) para o agronegócio brasileiro.** 2019. 28 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, 2019.
- REZENDE, C. C.; SILVA, M. A.; FRASCA, L. L. M.; FARIA, D. R.; FILIPPI, M. C. C.; LANNA, A. C.; NASCENTE, A. S. Microrganismos multifuncionais: utilização na agricultura. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, p. 1-18, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12725>.
- ROCHA, F. S.; SAGGIN JÚNIOR, O. J.; SILVA, E. M. R.; LIMA, W. L. Dependência e resposta de mudas de cedro a fungos micorrízicos arbusculares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 1, p. 77-84, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2006000100011>.
- RODRIGUES, A. R. S. P.; LIMEIRA, G. N. Uso de fungos na agricultura: Uma revisão com ênfase na aplicação em sistemas agroecológicos. **Revista Ambientale**, v. 15, n. 1, p. 1-18, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.48180/ambientale.v15i1.410>.
- RODRIGUES, L. A.; BARROSO, D. G.; FIGUEIREDO, F. A. M. M. A. Fungos micorrízicos arbusculares no crescimento e na nutrição mineral de mudas de *Tectona grandis* L. F. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 1, p. 25-34, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509831572>.
- SANTOS, E. M.; ZANINE, A. M. Silagem de gramíneas tropicais. **Colloquium Agrariae**, v. 2, n. 1, p. 32-45, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.5747/ca.2006.v02.n1.a21>.



SANTOS, J. A.; LARA, T. S.; CORREIA, T. S.; SOUSA, L. S. Influência da densidade de esporos de fungos micorrízicos arbusculares nativos da Savana no desenvolvimento do milho (*Zea mays*). **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia**, v. 9, n. 4, p. 21-28, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.47209/2317-5729.v.9.n.4.p.21-28>.

SILVA, R. F.; MARCO, R.; BERTOLLO, G. M.; MATSUOKA, M.; MENEGOL, D. R. Influência do uso do solo na ocorrência e diversidade de FMAs em Latossolo no Sul do Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p. 1851-1862, 2015. Suplemento 1. Disponível em: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n3Supl1p1851>.

SOARES, A. C. F.; SOUSA, C. S.; GARRIDO, M. S.; LIMA, F. S. Fungos micorrízicos arbusculares no crescimento e nutrição de mudas de jenipapeiro. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 43, n. 1, p. 47-54, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902012000100006>.

SOUSA, C. S.; MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; LIMA, F. S. Glomalina: Características, produção, limitações e contribuição nos solos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, p. 3033-3044, 2012. Suplemento 1. Disponível em: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33Supl1p3033>.

SOUZA, J. R.; MAGALHÃES, R. S.; RIBEIRO, B. N.; MINGOTTE, F. L. C.; CASTRO, G. S. A.; GUERRA, J. G. M.; ESPINDOLA, J. A. A. Desempenho agrônômico da batata-doce em sucessão a milho e crotalaria inoculados com fungos micorrízicos. **Science and Technology Innovation in Agronomy**, v. 3, n. 1, p. 106-114, 2019.

SOUZA, V. C.; SILVA, R. A.; CARDOSO, G. D.; BARRETO, A. F. Estudos sobre fungos micorrízicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 3, p. 612-618, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662006000300011>.

VENTURA, M. V. A. **Influência de fungos micorrízicos arbusculares no estabelecimento de mudas pré-brotadas de cana de açúcar**. 2017. 22 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Faculdade Evangélica de Goianésia, Goianésia, 2017.

VIANAL, J. H. M.; PEREIRA, M. C.; FABRIS, J. D.; MACEDO, W. A. A.; ARDISSON, J. D. **Fração relacionada à glomalina de um solo sob cerrado**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2017. 3 p. (Comunicado Técnico, 456).

VIDAL, M. C.; DIAS, R. P. Bioinsumos a partir das contribuições da agroecologia. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 18, n. 1, p. 171-192, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.33240/rba.v18i1.23735>.