



Mycorrhizae in *Cynophalla flexuosa* and *Cratylia argentea*: Ecophysiological and nutritional perspectives

Micorrizas em *Cynophalla flexuosa* e *Cratylia argentea*: perspectivas ecofisiológicas e nutricionais

MATA, Djair Alves da⁽¹⁾; SILVA, Teonis Batista da⁽²⁾; MACENA, Romildo Araújo⁽³⁾; OLIVEIRA, Valdeir de Souza⁽⁴⁾; PORCINO, Mirelly Miguel⁽⁵⁾; MARACAJÁ, Patrício Borges⁽⁶⁾; MEDEIROS, Aline Carla de⁽⁷⁾; SILVA, Luis Karlos Pereira da⁽⁸⁾

- ⁽¹⁾ 0000-0003-3457-6430; Ph.D. Student in Agronomy. Federal University of Paraíba. Areia, Paraíba, Brazil. alvesdjair52@gmail.com
- ⁽²⁾ 0000-0003-0315-6257; Ph.D. Student in Agricultural Sciences. Federal University of Piauí (UFPI). Bom Jesus, Piauí, Brazil. teonisbatista@hotmail.com
- ⁽³⁾ 0009-0006-3311-644X; Master in Forest Sciences. Federal University of Campina Grande. Patos, Paraíba, Brazil. romildo80@gmail.com
- ⁽⁴⁾ 0000-0001-7318-630X; Ph.D. Student in Agronomy. Federal University of Paraíba. Areia, Paraíba, Brazil. valdeir.agronomo@hotmail.com
- ⁽⁵⁾ 0000-0002-4761-059X; Ph.D. in Agronomy. Federal University of Paraíba. Areia, Paraíba, Brazil. mirelly.porcino@outlook.com
- ⁽⁶⁾ 0000-0003-4812-0389; Postdoctoral Researcher in Management Systems and Agroindustry. University of Córdoba (UCO). Córdoba, Spain. patriciomaracaja@gmail.com
- ⁽⁷⁾ 0000-0002-0161-3541; Postdoctoral Researcher in Management Systems and Agroindustry. Federal Rural University of the Semi-Arid Region. Mossoró, Rio Grande do Norte, Brazil. Carla.edu@gmail.com
- ⁽⁸⁾ 0009-0003-3054-448X; Master's student in Agronomy. Federal University of Paraíba. Areia, Paraíba, Brazil. luiskarlos2@gmail.com

The content expressed in this article is the sole responsibility of its authors.

ABSTRACT

This research examines the impact of mycorrhizae on the eco-physiological and nutritional aspects of *Cynophalla flexuosa* (L.) and *Cratylia argentea* in saline soil environments. Beginning with the challenges in semiarid regions, particularly drought and soil salinization, it aims to understand mycorrhizae's role in plant adaptation and performance. Through a comprehensive literature review, the study explores plant-fungus interactions, emphasizing mycorrhizae's benefits in nutrient absorption and eco-physiological resilience. The findings suggest that mycorrhizae enhance plant adaptation to saline stress, aiding nutrient uptake and supporting plant survival in harsh conditions. This adaptation is crucial for food security and sustainable development in semiarid areas. The research highlights the importance of mycorrhizae in supporting biodiversity and agricultural productivity under saline stress, calling for further research and practical applications to maximize their potential in agriculture and natural resource management. The study can improve plant adaptation to environmental stress, optimize resource use, and promote sustainable agricultural practices.

RESUMO

Esta pesquisa examina o impacto das micorrizas nos aspectos ecofisiológicos e nutricionais de *Cynophalla flexuosa* (L.) e *Cratylia argentea* em ambientes de solo salino. A partir dos desafios das regiões semiáridas, particularmente a seca e a salinização do solo, o objetivo é entender o papel das micorrizas na adaptação e desempenho das plantas. Por meio de uma revisão abrangente da literatura, o estudo explora as interações planta-fungo, enfatizando os benefícios das micorrizas na absorção de nutrientes e na resiliência ecofisiológica. Os resultados sugerem que as micorrizas melhoram a adaptação das plantas ao estresse salino, auxiliando a absorção de nutrientes e apoiando a sobrevivência das plantas em condições adversas. Essa adaptação é crucial para a segurança alimentar e o desenvolvimento sustentável em áreas semiáridas. A pesquisa destaca a importância das micorrizas no apoio à biodiversidade e à produtividade agrícola sob estresse salino, ressaltando a necessidade de mais pesquisas e aplicações práticas para maximizar seu potencial na agricultura e no manejo de recursos naturais. O estudo pode melhorar a adaptação de plantas à estresse ambiental, otimizar o uso de recursos e promover práticas agrícolas sustentáveis.

ARTICLE INFORMATION

Article process:

Submitted: 12/12/2024

Approved: 19/05/2025

Published: 16/07/2025



Keywords:

Plant Nutrition,
Soil Salinization,
Semiarid,
Plants.

Keywords:

Nutrição de Plantas,
Salinização do Solo,
Semiárido,
Plantas.

Introdução

A região semiárida é caracterizada pela alta variabilidade em suas condições naturais, como topografia, clima, estrutura do solo, entre outras (Castro, 2012). De acordo com Manavalan et al. (2019), a seca é um dos principais fatores que limitam a biomassa das plantas, bem como a distribuição das espécies e a biodiversidade nos ecossistemas.

Além disso, a salinização do solo é uma grande preocupação ambiental para a biodiversidade tanto da fauna quanto da flora, pois essa condição do solo reduz suas propriedades físicas, químicas e biológicas, levando a uma redução generalizada da vegetação na base da cadeia alimentar (Cavalcante et al., 2010). O fato é que esses ambientes acabam acumulando sais, liberados do material de origem, da irrigação e do uso inadequado de fertilizantes agrícolas, com predominância da liberação dos cátions Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} e K^{+} e dos ânions Cl^{-} , SO_4^{2-} , HCO_3^{-} e CO_3^{2-} no solo (Ribeiro et al., 2009; Lima Júnior & Silva, 2010). Além disso, a salinidade na água é um dos fatores limitantes para a sobrevivência das plantas, pois reduz o potencial osmótico e hídrico, causando distúrbios fisiológicos devido à baixa disponibilidade de água e nutrientes, tornando a busca por alternativas para mitigar os efeitos dos sais nas plantas um fator fundamental (Freire & Nascimento, 2018; Alves et al., 2011; Farias et al., 2009).

A necessidade de avaliar variáveis relacionadas ao estresse salino constitui um critério eficaz na seleção e identificação de plantas tolerantes para implantação em ambientes salinos (Chaum & Kirdmanee, 2009; Pandolfi et al., 2012). Consequentemente, a remoção de sais do solo pelas plantas contribui significativamente para o processo de fitorremediação, especialmente para espécies com potencial forrageiro, pois suas partes colhidas não retornam ao solo (Gharaibeth et al., 2011).

As plantas nativas com potencial forrageiro apresentam uma grande diversidade biológica e são uma importante fonte de alimento nutricional na região semiárida, o que levou a estudos sobre seus aspectos nutricionais. Além disso, seu caráter xerófito lhes confere adaptações para sobreviver a períodos prolongados de seca (Cassuce, 2012; Lacerda et al., 2015). Entre as condições impostas pelo ambiente, a colonização de plantas nativas com fungos micorrízicos arbusculares (FMA) tem apresentado resultados promissores no estabelecimento e no desempenho de espécies em áreas afetadas pela salinidade (Lucio et al., 2013). Apesar de a vegetação da Caatinga apresentar uma grande variedade de espécies nativas com potencial forrageiro, sua utilização tem sido empregada sem o conhecimento adequado de seu potencial produtivo e quase sem técnicas de controle ambiental, indicando a necessidade de mais pesquisas nessa área (Lacerda et al., 2015).

A eficiência dos FMA varia, sendo que cada espécie hospedeira tem um grau de dependência. Portanto, recomenda-se estudar diferentes FMA em várias condições de solo

para selecionar espécies eficientes para o desenvolvimento da planta e o benefício nutricional (Balota et al., 2011).

Diante dessas condições, o uso de FMA tem sido uma alternativa para minimizar os efeitos do estresse salino sobre as plantas e a presença de formas tóxicas de sais ou nutrientes no solo, com respostas favoráveis em aspectos ecofisiológicos (Lucio et al., 2013). De acordo com Dodd e P'erez-Alfocea (2012), em solos salinos, o uso de FMA na colonização de raízes melhora a absorção de nutrientes, a translocação e a eficiência nutricional, bem como a estrutura do solo, favorecendo o crescimento das plantas. Apesar das contribuições dos AMFs para a colonização e o estabelecimento de plantas sob condições de estresse salino, há poucos relatos na literatura, apresentando resultados altamente variados (Lucio et al., 2013).

Objetivou-se com este estudo fornecer uma perspectiva abrangente sobre a influência dos fungos nos aspectos ecofisiológicos e nutricionais de *Cynophalla flexuosa* (L.) e *Cratyliia argentea* sob condições de salinização do solo.

Metodologia

Para identificar estudos relevantes sobre a influência das micorrizas nos aspectos ecofisiológicos e nutricionais de *Cynophalla flexuosa* (L.) e *Cratyliia argentea*, foram utilizadas as principais plataformas de pesquisa científica, incluindo PubMed, Web of Science, Scopus e Google Scholar. Essas plataformas foram selecionadas devido à sua cobertura abrangente e diversidade de fontes acadêmicas, permitindo uma pesquisa extensa e completa da literatura disponível sobre o tópico.

As palavras-chave usadas na pesquisa foram selecionadas com base em termos relevantes para o tópico de interesse. As principais palavras-chave incluíram “micorrizas”, “*Cynophalla flexuosa*”, “*Cratyliia argentea*”, ‘ecofisiologia’, “nutrição de plantas”, “interação planta-fungo”, “salinização do solo” e “potencial forrageiro”. A combinação dessas palavras-chave permitiu uma pesquisa ampla e específica da literatura relacionada à influência das micorrizas nessas duas espécies de plantas, considerando os aspectos ecofisiológicos e nutricionais.

Os critérios de inclusão para a seleção de estudos foram estabelecidos para garantir a relevância e a qualidade dos artigos revisados. Foram considerados os estudos que abordavam especificamente a interação entre as micorrizas e as espécies de interesse, com relação aos aspectos ecofisiológicos e nutricionais. Foram incluídos artigos de periódicos revisados por pares, dissertações, teses e livros que forneciam informações pertinentes ao escopo do estudo.

Esta revisão da literatura tem como objetivo fornecer uma análise abrangente e atualizada da influência das micorrizas nos aspectos ecofisiológicos e nutricionais de

Cynophalla flexuosa (L.) e *Cratylia argentea*. A justificativa para a realização dessa revisão está na importância dessas duas espécies de plantas em vários contextos, como agricultura, restauração de ecossistemas e recuperação de áreas degradadas. A compreensão de como as micorrizas influenciam o desempenho dessas plantas pode fornecer informações valiosas para otimizar seu cultivo e uso em práticas sustentáveis de manejo do solo.

Além disso, a importância deste estudo está em sua contribuição para o avanço do conhecimento sobre a interação entre as micorrizas e as espécies forrageiras em potencial, especialmente no que diz respeito à sua ecofisiologia e nutrição. Além disso, a inovação deste estudo está em sua abordagem integrada de diferentes fontes de informação e na síntese das evidências disponíveis na literatura científica, proporcionando uma visão holística e atualizada do tópico.

Desenvolvimento

Importância das micorrizas na nutrição das plantas e na ecofisiologia

As micorrizas são associações simbióticas entre fungos do solo e raízes de plantas, classificadas em diferentes tipos com base em sua estrutura e formas de colonização de raízes. Os principais tipos de micorrizas incluem as micorrizas arbusculares, as ectomicorrizas e as endomicorrizas, cada uma com características específicas de interação planta-fungo. Essa diversidade permite a adaptação eficaz das plantas às condições ambientais e do solo (Bisca et al., 2023; Pereira et al., 2021).

As micorrizas desempenham um papel crucial na nutrição e na ecofisiologia das plantas, estabelecendo uma simbiose mutualística com as raízes do hospedeiro. Por meio dessa relação simbiótica, elas fornecem nutrientes essenciais como fósforo, nitrogênio, potássio e outros elementos minerais às plantas em troca de carboidratos produzidos pela fotossíntese. Essa troca beneficia tanto as micorrizas quanto as plantas, aumentando a eficiência da absorção de nutrientes e melhorando o desenvolvimento das plantas (Sampaio, 2021).

A colonização micorrízica ocorre por meio de mecanismos complexos que envolvem o reconhecimento entre os fungos e as raízes das plantas, seguido da penetração dos fungos no córtex da raiz e do desenvolvimento de estruturas especializadas, como arbúsculos e vesículas. Essas estruturas facilitam a troca de nutrientes entre os parceiros simbióticos, promovendo o crescimento e a saúde das plantas. A interação planta-fungo nas micorrizas é regulada por uma variedade de sinais químicos e genéticos que influenciam a especificidade e a eficiência da simbiose (Colodete et al., 2014; Silva, 2005).

No contexto do semiárido, onde as condições do solo são frequentemente desafiadoras devido à baixa fertilidade e disponibilidade de água, as micorrizas desempenham um papel

crucial na sobrevivência e produtividade das plantas. Esses organismos simbióticos melhoram a absorção de água e nutrientes pelas plantas, permitindo maior resistência à seca e melhor adaptação a condições ambientais adversas (Costa, 2010; Moreira et al., 2019). Além disso, as micorrizas podem contribuir para a recuperação de áreas degradadas e a conservação da biodiversidade em regiões semiáridas (Silva, 2005).

Na agricultura, o uso de micorrizas é cada vez mais reconhecido como uma estratégia eficaz para aumentar a produtividade das culturas de forma sustentável. Ao reduzir a dependência de fertilizantes químicos e melhorar a eficiência do uso de nutrientes, as micorrizas podem ajudar a reduzir os impactos ambientais da agricultura e promover a segurança alimentar em regiões vulneráveis, como as áreas semiáridas (Costa, 2010; Macedo et al., 2022).

Apesar dos avanços significativos na compreensão dos mecanismos e da importância das micorrizas, ainda há muitos desafios na pesquisa nesse campo. As questões relacionadas à diversidade micorrízica, às interações planta-fungo e aos efeitos das micorrizas nas comunidades microbianas do solo continuam a ser áreas de interesse e investigação. O aprofundamento do conhecimento sobre as micorrizas tem o potencial de abrir novas perspectivas para a agricultura sustentável e a conservação do ecossistema em ambientes semiáridos e além (Pereira et al. 2021; Costa, 2010; Marques Cardozo Junior et al., 2023; Moreira et al., 2019; Macedo et al., 2022).

Ecofisiologia de Cynophalla flexuosa (L.) e Cratylia argentea

A ecofisiologia de *Cynophalla flexuosa* (L.) e *Cratylia argentea* desempenha um papel fundamental na compreensão da adaptação dessas espécies às condições ambientais da região semiárida. Os estudos nessa área contribuíram significativamente para elucidar os mecanismos fisiológicos subjacentes à tolerância dessas plantas à escassez de água, à alta intensidade de luz e às altas temperaturas típicas desse ecossistema. Além disso, a ecofisiologia dessas espécies fornece informações valiosas para o desenvolvimento de estratégias de manejo e conservação em ambientes semiáridos (Moreira et al., 1997; Macedo et al., 2022).

Compreender a ecofisiologia de *Cynophalla flexuosa* (L.) e *Cratylia argentea* é essencial para identificar características adaptativas que conferem vantagens competitivas a essas plantas em condições de estresse ambiental (Colodete et al., 2014). Mecanismos como a eficiência do uso da água, a regulação da transpiração e a capacidade de fotossíntese sob condições de alta luminosidade são aspectos fundamentais que influenciam a sobrevivência e o sucesso reprodutivo dessas espécies na região semiárida. Portanto, o estudo detalhado da

ecofisiologia dessas plantas é crucial para a conservação da biodiversidade e a promoção da resiliência em ecossistemas semiáridos em face das mudanças climáticas (Macedo et al., 2022).

No contexto do semiárido, onde as condições climáticas são frequentemente desafiadoras e imprevisíveis, a ecofisiologia de *Cynophalla flexuosa* (L.) e *Cratylia argentea* assume uma importância ainda maior. Essas espécies, conhecidas por sua adaptabilidade a ambientes áridos e semiáridos, desempenham um papel fundamental na manutenção da biodiversidade e na prestação de serviços ecossistêmicos essenciais, como a proteção contra a erosão do solo e a regulação do ciclo hidrológico (Figueiredo, 2016). Portanto, estudar e compreender a ecofisiologia dessas espécies é fundamental para o manejo sustentável dos recursos naturais e a conservação da vegetação nativa em áreas semiáridas (Miguel et al., 2014; Gil, 2009).

Nutrição de *Cynophalla flexuosa* (L.) e *Cratylia argentea*

A compreensão das exigências nutricionais específicas das plantas, incluindo macronutrientes e micronutrientes essenciais, desempenha um papel fundamental na otimização do crescimento e desenvolvimento de *Cynophalla flexuosa* (L.) e *Cratylia argentea*. Essas espécies apresentam demandas nutricionais distintas, refletindo suas estratégias adaptativas ecológicas e fisiológicas. O conhecimento detalhado das exigências nutricionais específicas dessas plantas é essencial para o manejo adequado dos nutrientes do solo e para o desenvolvimento de estratégias de fertilização que aumentem sua produtividade e resiliência em ambientes semiáridos (Santos et al., 2023; Costa et al., 2024).

A presença de micorrizas nas raízes de *Cynophalla flexuosa* (L.) e *Cratylia argentea* também pode influenciar a disponibilidade de micronutrientes, como ferro, zinco e manganês, que desempenham papéis essenciais em vários processos fisiológicos das plantas. A colonização micorrízica pode aumentar a absorção e a mobilidade desses micronutrientes no solo, contribuindo para a saúde e o desenvolvimento das plantas sob condições de estresse nutricional. Portanto, entender o papel das micorrizas na absorção e disponibilidade de nutrientes é fundamental para maximizar o potencial produtivo e a sustentabilidade dessas espécies em ambientes semiáridos (Lima, 2020; Santos et al., 2023).

Influência das micorrizas na *Cynophalla flexuosa* (L.) e na *Cratylia argentea*

A influência das micorrizas na *Cynophalla flexuosa* (L.) e na *Cratylia argentea* é significativa, pois essas plantas dependem muito dessa simbiose para uma absorção eficiente de nutrientes e maior resistência a estresses ambientais. A presença de micorrizas nas raízes dessas espécies contribui para uma maior disponibilidade de nutrientes essenciais, como fósforo

e nitrogênio, que geralmente são limitantes em solos semiáridos. Além disso, as micorrizas desempenham um papel crucial na melhoria da capacidade das plantas de lidar com condições adversas, como seca e salinidade, promovendo assim sua sobrevivência e crescimento nessas áreas (Lima, 2020; Santos & Silva, 2024).

Além disso, a simbiose com micorrizas pode afetar positivamente outros aspectos da fisiologia e do desenvolvimento de *Cynophalla flexuosa* (L.) e *Cratylia argentea*, inclusive a resposta ao estresse oxidativo, a regulação do balanço hídrico e a resistência a patógenos. Essa interação planta-fungo não apenas melhora a saúde e a vitalidade das plantas, mas também pode ter efeitos benéficos sobre a qualidade dos produtos agrícolas, como a produção de forragem de alta qualidade em sistemas agropastoris. Assim, a influência das micorrizas sobre essas espécies se destaca como um componente essencial para a sustentabilidade e a produtividade em ambientes semiáridos (Costa et al., 2024; Santos et al., 2023; Lima, 2020).

Perspectivas futuras e aplicações práticas

O estudo das micorrizas em *Cynophalla flexuosa* (L.) e *Cratylia argentea* abre portas para uma série de perspectivas futuras e aplicações práticas que podem beneficiar a agricultura e a conservação em ambientes semiáridos. Uma dessas perspectivas é a pesquisa em andamento sobre os mecanismos moleculares subjacentes às interações entre plantas e fungos, com o objetivo de compreender melhor os processos envolvidos na simbiose e identificar possíveis alvos para a manipulação genética das plantas a fim de aumentar sua eficiência de absorção de nutrientes (Mattar et al., 2022; Camara et al., 2024; Valles-De La Mora et al., 2017).

Além disso, o desenvolvimento de tecnologias e práticas de manejo que promovam a colonização micorrízica em *Cynophalla flexuosa* (L.) e *Cratylia argentea* pode representar uma aplicação prática valiosa. Isso pode incluir a seleção de cultivares com maior afinidade micorrízica, o uso de inoculantes micorrízicos específicos e a implementação de sistemas de manejo do solo que favoreçam o desenvolvimento e a atividade das micorrizas (Teixeira et al., 2023).

Outra perspectiva promissora é o uso de micorrizas como bioindicadores da saúde do solo e da qualidade ambiental em sistemas agrícolas e áreas de conservação. O monitoramento da colonização micorrízica pode fornecer informações importantes sobre a fertilidade do solo, a biodiversidade microbiana e as respostas das plantas a diferentes práticas de manejo, contribuindo assim para a tomada de decisões baseadas em evidências na agricultura e no manejo do ecossistema (Antoniolli & Kaminski, 1991).

O potencial das micorrizas como agentes de biocontrole para patógenos do solo também merece atenção como uma área de pesquisa e aplicação prática. Por meio da competição de recursos e da produção de metabólitos antifúngicos, as micorrizas podem contribuir para a supressão de doenças de plantas causadas por fungos patogênicos, reduzindo assim a dependência de agroquímicos e promovendo a saúde das culturas (Bonfante, 2010; Bucking et al., 2016; Oldroyd et al., 2009; Folli-Pereira et al., 2012).

Por fim, a disseminação do conhecimento sobre a importância das micorrizas e suas aplicações práticas entre agricultores, extensionistas rurais e tomadores de decisão é essencial para garantir a adoção efetiva dessas tecnologias e práticas de manejo. Os investimentos em educação e treinamento podem ajudar a aumentar a conscientização sobre os benefícios das micorrizas e incentivar sua integração aos sistemas agrícolas e de conservação, contribuindo, assim, para a sustentabilidade e a resiliência dos agroecossistemas do semiárido e além (Ribeiro, 2019; Berude et al., 2015)

Influência das micorrizas em *Cynophalla flexuosa* (L.) e *Cratylia argentea* sob salinização do solo

A salinização do solo é um desafio crescente para a agricultura em muitas regiões do mundo, afetando negativamente a produtividade das culturas e a sustentabilidade dos sistemas agrícolas. *Cynophalla flexuosa* (L.) e *Cratylia argentea* são duas espécies de plantas que demonstraram potencial de tolerância à salinidade do solo. Entretanto, a compreensão dos mecanismos subjacentes a essa tolerância e as estratégias para melhorar a adaptação dessas plantas a ambientes salinos são cruciais para maximizar seu potencial agrícola. Nesse contexto, os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) surgem como componentes-chave na mitigação dos efeitos adversos da salinidade do solo sobre essas espécies de plantas (Castro & Santos, 2020).

Estudos recentes destacaram o papel crucial dos FMA na promoção da tolerância à salinidade em plantas hospedeiras, como *Cynophalla flexuosa* (L.) e *Cratylia argentea*. Esses microrganismos simbióticos estabelecem uma associação mutualística com as raízes das plantas, aumentando sua capacidade de absorver água e nutrientes do solo. Em condições salinas, os FMA desempenham um papel fundamental na regulação do balanço hídrico da planta, reduzindo o estresse osmótico e melhorando a eficiência do uso da água (Leal et al., 2021).

Além disso, a simbiose micorrízica induz respostas bioquímicas e fisiológicas nas plantas associadas, incluindo o aumento da atividade antioxidante e o acúmulo de solutos osmoprotetores. Esses mecanismos bioquímicos ajudam as plantas a lidar com os danos oxidativos e os desequilíbrios iônicos causados pelo estresse salino, contribuindo para a manutenção da integridade celular e da função fisiológica.

Considerando esses benefícios, a inoculação deliberada de *Cynophalla flexuosa* (L.) e *Cratylia argentea* com AMF pode ser uma estratégia promissora para aumentar a tolerância à salinidade do solo em sistemas de cultivo agrícola. O uso de AMFs como agentes de biocontrole da salinidade pode não apenas aumentar a produtividade das culturas, mas também contribuir para a sustentabilidade ambiental e a resiliência dos sistemas agrícolas em face das mudanças climáticas e da degradação do solo (Folli-Pereira et al., 2012).

Conclusão

Este estudo forneceu uma perspectiva abrangente sobre a influência das micorrizas nos aspectos ecofisiológicos e nutricionais de *Cynophalla flexuosa* (L.) e *Cratylia argentea* sob condições de salinização do solo. A revisão da literatura destacou a importância das micorrizas na promoção da sobrevivência e do desempenho dessas espécies de plantas em ambientes semiáridos, especialmente em resposta ao estresse salino.

A análise dos estudos revisados revelou que as micorrizas desempenham um papel crucial na melhoria da absorção de nutrientes pelas plantas, aumentando sua resistência ao estresse osmótico e melhorando sua eficiência no uso da água. Além disso, a simbiose micorrízica induz respostas bioquímicas e fisiológicas nas plantas hospedeiras, como a ativação de mecanismos antioxidantes e o acúmulo de solutos osmoprotetores, que ajudam a atenuar os efeitos adversos da salinidade do solo.

As perspectivas futuras e as aplicações práticas enfatizam a importância de continuar a investigar os mecanismos moleculares subjacentes às interações planta-fungo, bem como desenvolver tecnologias e práticas de manejo que promovam a colonização micorrízica em *Cynophalla flexuosa* (L.) e *Cratylia argentea*. Essas estratégias têm o potencial de melhorar a produtividade agrícola, promover a conservação da biodiversidade e contribuir para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas em ambientes semiáridos.

Em resumo, este estudo reforça a importância das micorrizas como agentes-chave na adaptação das plantas às condições de estresse salino e destaca seu potencial para contribuir para a segurança alimentar, conservação de recursos naturais e desenvolvimento sustentável em regiões semiáridas e além.

REFERÊNCIAS

- Alves, F. A. L. et al. (2011). Efeito do Ca²⁺ externo no conteúdo de Na⁺ e K⁺ em cajueiros expostos a salinidade. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 6, n. 4, p. 602-608.
- Antoniolli, Z. I.; Kaminski, J. (1991). MICORRIZAS. *Cienc. Rural*, v. 21, n. 3.
- <https://doi.org/10.1590/S0103-84781991000300013>

- Berude, M. C. et al. (2015) Micorrizas e sua Importância Agroecológica. *ENCICLOPÉDIA BIOSFERA*, Centro Científico Conhecer: Goiânia, v. 11 n. 22.
- Bisca, H. H. et al. (2023). Fungos micorrízicos arbusculares associados a doses de fósforo no crescimento da cultura do milho. *Rev. Agro. Amb.*, v. 16, n. 3, e11059. <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2023v16n3e11059>
- Bolota, E. L. et al. (2011). Resposta da acerola à inoculação de fungos micorrízicos arbusculares em solo com diferentes níveis de fósforo. *Bragantia*, Campinas, v. 70, n. 1, p. 166-175.
- Bonfante, P.; Genre, A. (2010). Mechanisms underlying beneficial plant–fungus interactions in mycorrhizal symbiosis. *Nat Commun* 1, v. 48. <https://doi.org/10.1038/ncomms1046>
- Bucking, H. et al. (2016). Common mycorrhizal networks and their effect on the bargaining power of the fungal partner in the arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Commun Integr Biol.* 1, v. 9, n. 1, e1107684. <https://doi.org/10.1080/19420889.2015.1107684>.
- Cavalcante, L. F. et al. (2010). Fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. Sunrise solo. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 13, p. 1281-1290.
- Castro, R. (2012). Educação ambiental, valorização de diversidades. *Revista do Instituto Humanitas Unisinos*, São Leopoldo, n. 389, p.20-23.
- Castro, F. C. et al. (2019). SALINITY OF THE SOIL AND THE RISK OF DESERTIFICATION IN THE SEMIARID REGION. *Mercator*, Fortaleza, v. 19. <https://doi.org/10.4215/rm2020.e19002>
- Cassuce, M. R. (2012). *Fitossociologia e Composição Bromatológica de Espécies Herbáceas e Subarbusculares em Áreas de Caatinga Sob Pastejo*. 2012. 88f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia - PB.
- Camara, B. R. B. et al. (2024). Valor nutritivo das folhas secas de *Cratylia argentea* na alimentação de coelhos em crescimento. *Ciência Animal Brasileira / Brazilian Animal Science*, Goiânia, v. 25.
- Costa, R. S. C. (2010). *Micorrizas arbusculares em sistemas agroflorestais em duas comunidades rurais do Amazonas*. 2010. 155 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus.
- Costa, M. D. et al. (2024). Expressão de genes responsivos ao d´déficit hídrico em plantas do semiárido brasileiro: uma revisão sistemática. *CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES*, v. 17, n. 1, p. 7259–7278. <https://doi.org/10.55905/revconv.17n.1-437>
- Colodete, C. M. et al. (2014). NOVAS PERSPECTIVAS DA SIMBIOSE MICORR´IZICA E SEUS FACILITADORES TRANSMEMBRANICOS NA INTERFACE DA TROCA BIDIRECIONAL DE NUTRIENTES MINERAIS: REVISAO. *Biológicas Saúde*, v. 4, n. 12. <https://doi.org/10.25242/8868412201416>
- Chaum, S.; Kirdmanee, C. (2009). Effect of salt stress on proline accumulation, photosynthetic ability and growth characters in two maize cultivars Park. Pak. *Journal Botanicals*, v. 41, p. 87-98.
- Dodd, I. c.; Peres-Alfocea, F. (2012). Microbial amelioration of crop salinity stress. *Journal os Experimental Botany*, Oxford, v. 63, n. 9, p. 3415-3428.
- Farias, S. G. G. et al. (2009). Estresse salino no crescimento inicial e nutrição mineral de gliricídia (*Gliricidia sapium* (Jacq.) Kunt ex Steud) em solução nutritiva. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 33, p. 1499-1505.
- Folli-Pereira, M. S. et al. (2012). MICORRIZA ARBUSCULAR E A TOLERANCIA DAS PLANTAS AO ESTRESSE. *R. Bras. Ci. Solo*, v. 36, p. 1663-1679. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832012000600001>

- Figueiredo, K. V. (2016). *Ecofisiologia de duas espécies lenhosas, sempre verde e decídua: estudo de caso com Cynophalla flexuosa e Annona leptopetala em floresta tropical sazonal seca*. 2016, 91 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Biosciences. Biologia.
- Freire, L. O.; Nascimento, G. S. (2018). Produção de mudas de maracujazeiros amarelo e roxo irrigadas com águas salinas e uso de urina de vaca. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 41, n. 4, p. 981-988.
- Gil, N. L. (2009). A produção dos números escolares (1871-1931): contribuições para uma abordagem crítica das fontes estatísticas em História da Educação. *Rev. Bras. Hist.* v. 29, n. 58. <https://doi.org/10.1590/S0102-01882009000200005>
- Gharaibeh, M. A. et al. (2011). Reclamation of Highly calcareous salite sodic soil Using Atriplex halimus and by-product Gypsum. *International Journal Phytoremediation*, v. 9, p. 873-883.
- Lacerda, M. A. et al. (2015). Potencial Forrageiro da jitirana (*Merremia aegyptia*) para a produção de feno no semiárido nordestino. *ACSA, Patos*, v. 11, n. 1, p. 44-52.
- Leal, V. C. et al. (2021). *A INFLUENCIA DA SALINIDADE NA SIMBIOSE DE MICRORGANISMOS BENEFICOS: O CASO DO FEIJÃO CAUPI*. In: Sousa, C. S.; Lima, F. S.; Sabioni, S. C. Agroecologia: métodos e técnicas de uma agricultura sustentável. 1 ed. v.3, Guarujá: SP, Científica Digital.
- Lima Junior, J. A.; Silva, A. L. P. (2010). Estudos do processo de salinização para indicar medidas de prevenção se solos salinos. *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, v. 6, n. 11, p. 1-21.
- Lima, R. L. F. A. (2020). Micorrizas arbusculares e absorção de fósforo em função da capacidade de fixação de fósforo do solo e da competição com a microbiota. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 13, n. 3 p. 1062-1079. <https://doi.org/10.56083/rcv4n3-043>
- Lucio, W. S. et al. Crescimento e respostas fisiológicas do meloeiro inoculado ´ com fungos micorrízicos arbusculares sob estresse salino. *Seminars: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 34, n. 4, p. 1587-1602, 2013.
- Marques Cardozo Junior, F. (2023). Atividade micorrízica em áreas de agricultura familiar no Sul do Piauí. *Peer Review*, v. 5, n. 19, 101–112. <https://doi.org/10.53660/982.prw2549>
- Manavalan, L. P. et al. (2009). Physiological and molecular approaches to improve drought resistance in soybean. *Plant Cell Physiology*, v. 50, n. 7, p. 1260 - 1276.
- Macedo, A. et al. (2022). Saline agriculture, arbuscular mycorrhizae and soil carbon in the semiarid: 1. cultivation of forage palm fertilized with goat manure. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 8, p. e27711823541. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i8.23541>
- Mattar, A. P. L. et al. (2022). Research Paper Physiological, morphological, and biochemical characterization of *Cratylia argentea* (Desv.) Kuntze seeds. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*, v. 10, n. 3, p. 172–183. [https://doi.org/10.17138/tgft\(10\)172-183](https://doi.org/10.17138/tgft(10)172-183)
- Miguel, P. et al. IDENTIFICAC¸ÃO DE FONTES DE PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS EM UMA BACIA HIDROGRAFICA DE ENCOSTA. *R. Bras. Ci. Solo*, v. 38, p.585-598, 2014.
- Moreira, F. W. et al. (2019). Micorrizas arbusculares e composição mineral das folhas de espécies usadas na recuperação de clareiras da Província de Urucu, Amazonas. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v. 10 n. 5. <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2019.005.0005>

- Moreira, F. W. et al. AUSÊNCIA DE MICORRIZAS VESÍCULO ARBUSCULARES EFETIVAS EM LECYTHIDACEAS NUMA ÁREA DE FLORESTA PRIMÁRIA DA AMAZÔNIA CENTRAL. *ACTA AMAZONICA*, v. 27, n. 1, p. 3-8, 1997.
<https://doi.org/10.1590/1809-43921997271008>
- Oldroyd, G. E. et al. (2009). Reprogramming plant cells for endosymbiosis. *Science*. v.8, n. 324. <https://doi.org/10.1126/science.1171644>
- Pandofi, C. et al. (2012). Physiology of acclimation to salinity stress in pea (*Pisum sativum*). *Environmental and Experimental Botany*, v. 84, p. 44-51.
- Pereira, V. S. et al. (2021). Micorrizas Arbusculares como Indicador Biológico para Seleção de Modelos de Agroecossistemas Multifuncionais: 2. Frutícola. *Revista Brasileira De Geografia Física*, v. 14, n. 5, p. 3108–3124.
<https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.5.p3108-3124>
- Ribeiro, M. R. et al. (2009). *Química dos solos salinos e sódicos*. In: Melo, V. F.; Alleoni, L. R. F. ed.). Química e mineralogia do solo. Parte II - Aplicações. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. P. 449-484.
- Ribeiro, P. L. (2019). *Como as micorrizas auxiliam na nutrição de plantas cultivadas*. Instituto Agro. <https://institutoagro.com.br/micorrizas/>
- Santos, A. R. M. et al. (2023). Valor nutritivo de plantas forrageiras cultivadas no semiárido brasileiro: Uma revisão. *Revista Brasileira De Geografia Física*, v. 16, n. 3, p. 1466–1489.
<https://doi.org/10.26848/rbgf.v16.3.p1466-1489>
- Santos, M. M.; Silva, L. C. (2024). AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DE PIMENTAS DEDO-DE-MOÇA (*Capsicum baccatum*) NA PRESENÇA DE MICORRIZAS EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE FÓSFORO NO SOLO. *Revista Contemporânea*, v. 4, n. 3, e3410. <https://doi.org/10.56083/RCV4N3-043>
- Sampaio, G. M. (2021). ESTUDOS COMPLEMENTARES SOBRE METABOLISMO, NUTRIÇÃO E PRODUTIVIDADE DAS PLANTAS. In: Machado, G. E.; Costa, S. C.; Silva, K. R. P. (Org.). *Debates Contemporâneos: perspectivas e reflexões atuais*. Santa Maria: RS, p. 116-130. <https://doi.org/10.48209/978-65-GSK49-09-7>
- Silva, C.G. (2005). *Fluxos e estoques de nutrientes, colonização por micorrizas arbusculares e influência das raízes na decomposição da littera em sistemas agroflorestais e em vegetação secundária na Amazônia Central*. 2005. 155f. Tese de doutorado (Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus: INPA/UFAM.
- Teixeira, E. C. et al. (2023). *Cratylia argentea* poderia substituir o feno de Tifton 85 em dietas de cordeiros em crescimento e terminação em áreas tropicais. *PLoS ONE*, v. 18, n. 12, e0295510. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0295510>
- Valles-De La Mora, B. et al. (2017). Ganho de peso vivo de novilhas Holandesas × Zebuínas pastando uma associação *Cratylia argentea*/Toledo-grass (*Brachiaria brizantha*) nos trópicos úmidos mexicanos. *Sistema Agroflorestal* v. 91, p. 1057–1068. <https://doi.org/10.1007/s10457-016-9980-5>