

USO DE *Azospirillum* spp. COMO PROMOTOR DE CRESCIMENTO EM CAPIM-BRAQUIÁRIA (*Urochloa* spp.)

Rodolfo Henrique Silva Pereira¹;

¹Universidade de São Paulo (USP), Pirassununga, São Paulo.

<http://lattes.cnpq.br/8694705056685438>

Marco Túlio Santos Siqueira²;

²Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Jaboticabal, São Paulo.

<http://lattes.cnpq.br/2171869569188113>

Nathália de Lima Mendes³;

³Universidade de São Paulo (USP), Pirassununga, São Paulo.

<http://lattes.cnpq.br/2630000990581090>

Marcela Rodrigues de Oliveira⁴;

⁴Universidade de São Paulo (USP), Pirassununga, São Paulo.

<http://lattes.cnpq.br/2986844726429159>

Lucas Eduardo Gonçalves Vilaça⁵;

⁵Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/3084652122841929>

Bianca Izabelly Pereira Gomes⁶;

⁶Universidade de São Paulo (USP), Pirassununga, São Paulo.

<http://lattes.cnpq.br/8954741213693952>

Isadora Menezes Costa Tarôco⁷;

⁷Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Jaboticabal, São Paulo.

<http://lattes.cnpq.br/4778043576414774>

Isabella Mariano Machado⁸;

⁸Universidade de São Paulo (USP), Pirassununga, São Paulo.

<http://lattes.cnpq.br/0243984456814707>

Marcos Borges Santa Rosa⁹.

⁹Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, Minas Gerais.

<https://lattes.cnpq.br/6920158650548124>

RESUMO: O uso de bactérias promotoras de crescimento vegetal representa uma alternativa promissora para aumentar a eficiência e a sustentabilidade da produção de forragem. Nesse contexto, o presente capítulo tem como objetivo apresentar e discutir os principais aspectos relacionados ao uso de *Azospirillum* spp. como promotor de crescimento em capim-braquiária, com ênfase em seus mecanismos de ação, efeitos sobre o desenvolvimento vegetal, produção de forragem e interação com a adubação nitrogenada. Foi realizada uma pesquisa bibliográfica de abordagem qualitativa, natureza básica e caráter exploratório e descritivo, utilizando artigos científicos disponíveis nas bases *Web of Science*, *Scopus*,

SciELO, ScienceDirect, PubMed e Google Scholar. Foram priorizados estudos publicados nos últimos dez anos, complementados por trabalhos clássicos relevantes para a compreensão da atuação de *Azospirillum*. A literatura evidencia que a inoculação pode estimular o desenvolvimento radicular, favorecer a absorção de nutrientes, contribuir para a fixação biológica de nitrogênio e aumentar a produção de biomassa. Entretanto, as respostas variam conforme a espécie forrageira, condições ambientais e manejo da adubação. Assim, *Azospirillum* apresenta potencial como tecnologia complementar para melhorar a produtividade e a sustentabilidade das pastagens tropicais.

PALAVRAS-CHAVE: Fixação biológica de nitrogênio. Desenvolvimento radicular. Adubação nitrogenada.

USE OF *Azospirillum* spp. AS A GROWTH PROMOTER IN BRACHIARIA GRASS (*Urochloa* spp.)

ABSTRACT: The use of plant growth-promoting bacteria represents a promising alternative for enhancing the efficiency and sustainability of forage production. In this context, this chapter aims to present and discuss key aspects regarding the use of *Azospirillum* spp. as a growth promoter in *Brachiaria* grass, emphasizing its mechanisms of action, effects on plant development and forage yield, and interaction with nitrogen fertilization. A qualitative literature review of a basic, exploratory, and descriptive nature was conducted using scientific articles from the Web of Science, Scopus, SciELO, ScienceDirect, PubMed, and Google Scholar databases. Priority was given to studies published within the last ten years, complemented by seminal works relevant to understanding the activity of *Azospirillum*. The literature indicates that inoculation can stimulate root development, enhance nutrient uptake, contribute to biological nitrogen fixation, and increase biomass production. However, responses vary depending on the forage species, environmental conditions, and fertilization management. Thus, *Azospirillum* shows potential as a complementary technology to improve the productivity and sustainability of tropical pastures.

KEYWORDS: Biological nitrogen fixation. Root development. Nitrogen fertilization.

INTRODUÇÃO

A pecuária brasileira caracteriza-se, predominantemente, por sistemas de produção extensivos, os quais representam um dos principais diferenciais do setor. O país dispõe de aproximadamente 164 milhões de hectares de pastagens (MapBiomass, 2024; Dias-Filho, 2023), além de condições edafoclimáticas favoráveis ao cultivo de plantas forrageiras com elevado potencial de produção de biomassa durante grande parte do ano. Essas características tornam o Brasil um grande produtor de ruminantes criados a pasto (Menezes et al., 2021).

Quando manejadas adequadamente, as pastagens apresentam elevado potencial de produção de forragem e constituem a principal base alimentar dos sistemas brasileiros de

produção de ruminantes. A utilização de pastagens também favorece sistemas de produção com menor dependência de insumos e tecnologias de maior custo. Entretanto, a baixa adoção de práticas adequadas de manejo, fertilização e correção da fertilidade do solo pode comprometer a produtividade e acelerar a degradação das pastagens (Martha et al., 2021; Oliveira et al., 2020).

A ausência de práticas adequadas de manejo, especialmente relacionadas à correção da fertilidade do solo e à adubação, compromete a produtividade e a sustentabilidade das pastagens, favorecendo processos de degradação. No Brasil, estimativas indicam que 58,9% das áreas de pastagem apresentavam algum nível de degradação em 2018, evidenciando a necessidade de estratégias de manejo e tecnologias que promovam a recuperação e a intensificação sustentável desses sistemas (Santos et al., 2022). Dessa forma, práticas como correção do solo, adubação e manejo adequado do pastejo são fundamentais para aumentar a produtividade e a persistência das pastagens.

Entre os nutrientes essenciais ao desenvolvimento das gramíneas, o nitrogênio (N) destaca-se por sua importância no crescimento e na formação de tecidos vegetais, sendo sua deficiência um dos principais fatores limitantes à produtividade das pastagens. A adubação nitrogenada pode estimular o perfilhamento, o crescimento foliar e a produção de forragem, embora a resposta dependa da espécie, da dose aplicada e das condições de cultivo (Pereira et al., 2022; Pereira et al., 2021).

Como alternativa complementar à adubação nitrogenada, destacam-se as bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCPs), entre elas *Azospirillum brasilense*. Além da capacidade de realizar a fixação biológica do nitrogênio atmosférico em gramíneas, essa bactéria promove o crescimento vegetal por diferentes mecanismos, incluindo a produção de fitormônios, como auxinas, giberelinas e citocininas, o aumento da disponibilidade de nutrientes e o estímulo ao desenvolvimento do sistema radicular (Cassán; Diaz-Zorita, 2016; Fukami; Cerezini; Hungria, 2018).

As espécies do gênero *Azospirillum* também estimulam o desenvolvimento do sistema radicular, aumentando a superfície de absorção das raízes e o volume de solo explorado, o que melhora a absorção de água e nutrientes (Okon; Vanderleyden, 1997; Oliveira et al., 2007). Em *Urochloa brizantha* cv. Marandu, por exemplo, a inoculação de sementes com *A. brasilense* tem sido recomendada por favorecer o estabelecimento inicial da pastagem e contribuir para o melhor desempenho da cultura (Oliveira et al., 2007).

OBJETIVO

Apresentar e discutir os principais aspectos relacionados ao uso de *Azospirillum brasilense* como promotor de crescimento em capim-braquiária, abordando seus mecanismos de ação, os efeitos sobre o desenvolvimento das plantas, a produção de forragem e o potencial dessa tecnologia para o aumento da produtividade e da sustentabilidade dos sistemas de produção de pastagens.

METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa de abordagem qualitativa, de natureza básica, com objetivos exploratório e descritivo, desenvolvida por meio de pesquisa bibliográfica. A pesquisa foi realizada por meio da consulta a artigos científicos publicados em periódicos de reconhecida relevância na área de Ciência Animal, Forragicultura, Microbiologia Agrícola e Fertilidade do Solo. As buscas foram conduzidas nas bases de dados *Web of Science*, *Scopus*, *SciELO*, *ScienceDirect*, *PubMed* e *Google Scholar*, utilizando combinações de descritores em português e inglês, como: “*Azospirillum*”, “plant growth-promoting bacteria”, “plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR)”, “biological nitrogen fixation”, “*Brachiaria*”, “*Urochloa brizantha*”, “forage grasses”, “pastures”, “nitrogen fertilization”, “forage production” e “pasture management”, nos meses de julho e agosto de 2026.

Foram priorizados artigos científicos publicados, preferencialmente, nos últimos dez anos, sem excluir trabalhos clássicos considerados fundamentais para a compreensão dos mecanismos de ação de *Azospirillum* spp. e da promoção do crescimento vegetal. Os estudos selecionados foram analisados quanto à qualidade científica, relevância para o tema e contribuição para a compreensão dos efeitos da inoculação sobre o desenvolvimento das gramíneas forrageiras, a produtividade das pastagens e a interação com a adubação nitrogenada.

Os dados obtidos foram organizados e analisados de forma descritiva e interpretativa, buscando identificar convergências, divergências e lacunas na literatura, com o propósito de sintetizar o conhecimento científico disponível e fornecer uma visão atualizada sobre a utilização de *Azospirillum* spp. como tecnologia para o manejo sustentável de pastagens.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Gênero *Brachiaria*

Entre as gramíneas tropicais utilizadas no país, o gênero *Urochloa* (sin. *Brachiaria*) destaca-se pela ampla distribuição e utilização em sistemas de produção animal. Estimativas recentes indicam que espécies de *Urochloa* ocupam aproximadamente 90 milhões de hectares de pastagens brasileiras, sendo responsáveis por grande parte da produção de forragem destinada à pecuária (Menezes et al., 2021). Essa ampla utilização está relacionada à capacidade dessas gramíneas de produzir elevada quantidade de biomassa, apresentar boa persistência sob pastejo e adaptar-se a diferentes condições edafoclimáticas.

O gênero *Urochloa*, compreende gramíneas forrageiras de origem predominantemente africana e grande importância para a pecuária tropical. Entre as espécies mais utilizadas destacam-se *U. brizantha*, *U. decumbens*, *U. ruziziensis* e *U. humidicola*, reconhecidas pela elevada produção de biomassa, capacidade de rebrota e adaptação a diferentes condições edafoclimáticas (Ferreira et al., 2021).

A ampla utilização dessas espécies está relacionada também à sua plasticidade morfofisiológica e ao metabolismo fotossintético C4, que favorece o crescimento sob

condições de elevada temperatura e luminosidade. Além da produção de forragem, *Urochloa* apresenta potencial para sistemas integrados de produção, contribuindo para a cobertura do solo, ciclagem de nutrientes e sustentabilidade das pastagens (Ferreira et al., 2021; Cherr et al., 2020).

Do ponto de vista taxonômico, o grupo apresenta complexidade devido à semelhança morfológica entre espécies e à ampla variabilidade genética. Estudos recentes de genética e genômica têm contribuído para esclarecer as relações entre as espécies e apoiar programas de melhoramento de forrageiras tropicais (Ferreira et al., 2021).

Adubação nitrogenada

O nitrogênio (N) é um dos principais nutrientes para o crescimento e a produtividade das gramíneas forrageiras tropicais, participando da síntese de proteínas, clorofila e enzimas relacionadas ao metabolismo vegetal. Em pastagens de *Urochloa*, a adubação nitrogenada pode aumentar o perfilhamento, a produção de matéria seca e o valor nutritivo da forragem, sendo especialmente importante em sistemas intensivos de produção (Pereira et al., 2022).

A resposta ao N depende da dose aplicada, da fonte do fertilizante, das condições edafoclimáticas e do manejo da pastagem. O aumento das doses geralmente eleva a produção de forragem, porém a eficiência de utilização do nutriente tende a diminuir em doses elevadas. Dessa forma, o fornecimento de N deve ser ajustado à capacidade produtiva da pastagem e à demanda das plantas, buscando maior eficiência de uso do fertilizante (Pereira et al., 2022).

Do ponto de vista econômico, a adubação nitrogenada representa um dos principais custos da intensificação de pastagens. Assim, a maior produção de forragem nem sempre corresponde ao maior retorno econômico, pois doses elevadas aumentam o custo do sistema e podem apresentar menor eficiência de utilização do N. Estudos com *Urochloa brizantha* cv. Marandu demonstram que doses intermediárias podem proporcionar melhor relação entre produtividade e custo da fertilização, destacando a importância de definir uma dose economicamente eficiente para cada sistema de produção (Reis et al., 2022; Silva et al., 2023).

Além dos aspectos produtivos e econômicos, o uso adequado do N é importante para reduzir perdas por volatilização, lixiviação e emissões de gases de efeito estufa. Estratégias como o parcelamento da adubação e a aplicação do fertilizante em períodos de maior demanda da planta podem aumentar a eficiência de utilização do nutriente e reduzir perdas. Portanto, o manejo adequado da adubação nitrogenada é fundamental para conciliar produtividade, eficiência econômica e sustentabilidade das pastagens tropicais (Pereira et al., 2022).

Inoculação de *Azospirillum* em pastos de *Urochloa*

Bactérias do gênero *Azospirillum* (Figura 1) são conhecidas como bactérias promotoras do crescimento vegetal (BPCV), podendo beneficiar as plantas por diferentes

mecanismos, incluindo fixação biológica de nitrogênio, produção de fitormônios e estímulo ao desenvolvimento do sistema radicular. A produção de auxinas, especialmente ácido indolacético, favorece a formação e a ramificação das raízes, aumentando a capacidade da planta de explorar o solo e absorver água e nutrientes (Hungria et al., 2021; Pereira et al., 2022).

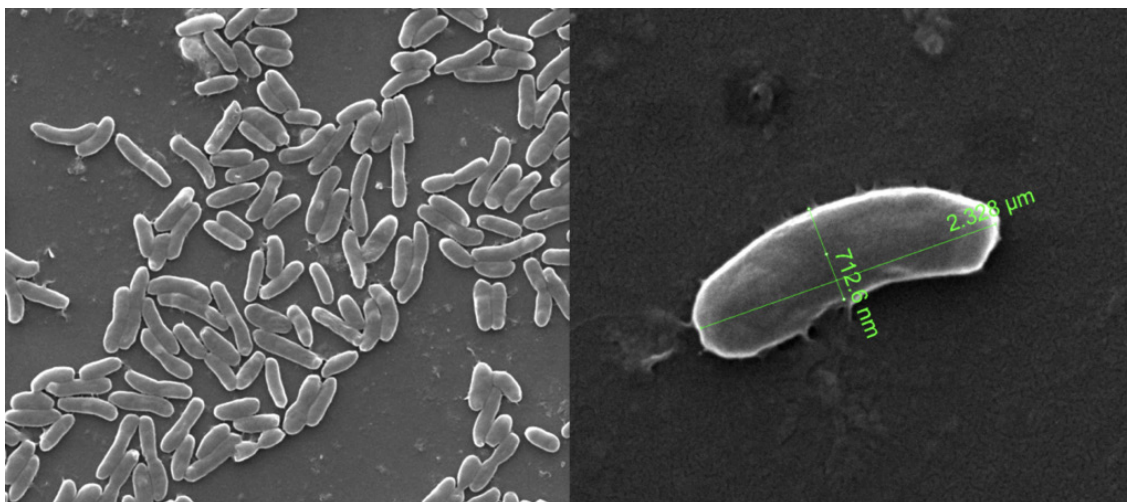
Entre as espécies estudadas, *A. brasilense* apresenta grande potencial para aplicação em gramíneas forrageiras. Em espécies de *Urochloa*, sua utilização pode aumentar a produção de biomassa e melhorar o estado nutricional das plantas, sendo os efeitos atribuídos principalmente à modificação da arquitetura radicular e à maior eficiência na aquisição de nutrientes. Hungria et al. (2021) observaram aumento médio de 16,8% na biomassa da parte aérea de *Urochloa* após a inoculação com *A. brasilense*, além de incrementos no conteúdo de N e K das plantas. Em *Urochloa brizantha* cv. Marandu, a inoculação aumentou a produção de massa seca da parte aérea e das raízes em determinadas condições de cultivo, enquanto a adubação nitrogenada também promoveu incrementos na produção de forragem (Moreira et al., 2020).

A interação entre *A. brasilense* e a adubação nitrogenada pode aumentar também a eficiência de utilização do N e o crescimento de gramíneas forrageiras, devido à combinação entre fixação biológica de nitrogênio, produção de fitormônios e estímulo ao desenvolvimento radicular. Em *Urochloa* spp., a inoculação pode aumentar a produção de biomassa, especialmente quando associada à adubação nitrogenada (Hungria et al., 2021) (Tabela 1). Entretanto, os resultados variam conforme a espécie, a dose de N e as condições ambientais, indicando que *A. brasilense* deve ser utilizado como estratégia complementar, e não necessariamente como substituto da adubação nitrogenada (Castro et al., 2025; Fonseca López et al., 2024).

Resultados recentes também demonstram que a resposta à inoculação pode variar entre espécies e cultivares. Gomes et al. (2023) verificaram que a inoculação com *Azospirillum baldaniorum* aumentou o acúmulo de matéria seca e o número de raízes em algumas cultivares de *Urochloa*, incluindo Marandu, Llanero, Ruziziensis e Convert HD364. Esses resultados reforçam o potencial do *Azospirillum* como ferramenta para estimular o crescimento radicular e aumentar a capacidade produtiva das forrageiras.

Assim, a inoculação com *Azospirillum* pode ser utilizada como estratégia complementar à adubação nitrogenada, buscando estimular o crescimento das plantas e aumentar a eficiência de utilização dos nutrientes e com potencial para reduzir a dependência de fertilizantes em determinadas condições. Entretanto, os efeitos não são uniformes e dependem da interação entre a bactéria, a cultivar, as condições ambientais e o manejo da fertilização. Em *Urochloa humidicola*, por exemplo, estudo recente não encontrou efeito da inoculação sobre a produção de forragem, demonstrando que a aplicação de *Azospirillum* deve ser avaliada de acordo com as condições específicas de cada sistema de produção (Silva et al., 2025).

Figura 1: imagem de microscopia de varredura eletrônica de uma cepa de *Azospirillum* sp.



Fonte: dos Santos Ferreira et al., 2022.

Tabela 1: Biomassa da parte aérea e da raiz de *Urochloa brizantha* e *Urochloa decumbens* submetidas a diferentes tipos de inoculação.

Avaliação e adaptação dos sistemas de alojamento	Zhang et al.	Zhang et al.
sistemas de alojamento	sistemas de alojamento	sistemas de alojamento
Monitoramento de parâmetros fisiológicos por <i>machine learning</i>	Monitoramento de parâmetros fisiológicos por <i>machine learning</i>	Monitoramento de parâmetros fisiológicos por <i>machine learning</i>
(Porcas gestantes)	(Porcas gestantes)	(Porcas gestantes)
Massa seca da parte aérea	Massa seca da parte aérea	Massa seca da parte aérea
Massa seca da raiz	Massa seca da raiz	Massa seca da raiz
(g planta ⁻¹)	(g planta ⁻¹)	(g planta ⁻¹)
Controle 2,03 b	2,03 b	1,42 c
SI Azo 4,7 c	SI Azo 3,38 a	3,38 a
U. brizantha	U. brizantha	U. brizantha

Controle = não inoculado; SI Azo = inoculação das sementes com *A. brasilense*; LSI Azo = inoculação por pulverização foliar com *A. brasilense* no estádio V3; SI Pf = inoculação das sementes com *P. fluorescens*; LSI Pf = inoculação por pulverização foliar com *P. fluorescens* no estádio V3.

Os dados representam médias de seis repetições. Médias seguidas por letras diferentes diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); n.s. = não significativo.

Fonte: Adaptado de Hungria et al. (2021).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Azospirillum apresenta potencial como promotor de crescimento em *Urochloa*, favorecendo o desenvolvimento radicular, a absorção de nutrientes e a produção de biomassa. Entretanto, seus efeitos variam conforme a espécie, as condições ambientais e o manejo da adubação. Portanto, a inoculação deve ser considerada uma estratégia complementar à adubação nitrogenada, com potencial para aumentar a eficiência produtiva

e contribuir para a sustentabilidade das pastagens.

REFERÊNCIAS

- CASSÁN, F.; DÍAZ-ZORITA, M. Azospirillum sp. in current agriculture: from the laboratory to the field. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 103, p. 117-130, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2016.08.020>.
- CHERR, C. M. et al. Urochloa in tropical agroecosystems. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 4, 119, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00119>.
- DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: conceitos, processos e estratégias de recuperação e de prevenção**. Belém, PA: Edição do Autor, 2023. 59 p. ISBN 978-65-00-73154-5.
- DOS SANTOS FERREIRA, N.; CONIGLIO, A.; PUENTE, M.; SANT'ANNA, F. H.; MARONICHE, G.; GARCÍA, J.; MOLINA, R.; NIEVAS, S.; GAZOLLA VOLPIANO, C.; AMBROSINI, A.; PASSAGLIA, L. M. P.; PEDRAZA, R. O.; MASSENA REIS, V.; ZILLI, J. E.; CASSAN, F. Genome-based reclassification of Azospirillum brasilense Az39 as the type strain of Azospirillum argentinense sp. nov. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, v. 72, n. 8, 005475, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.005475>
- FERREIRA, R. C. U. et al. An overview of the genetics and genomics of the Urochloa species most commonly used in pastures. **Frontiers in Plant Science**, v. 12, 770461, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.770461>.
- FONSECA LÓPEZ, D.; VIVAS QUILA, N.; CUERVO MULET, R.; RODRÍGUEZ MOLANO, C. E. Contribution of forage grasses to biological nitrogen fixation and their response to diazotroph inoculation: review. **Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias**, v. 15, n. 2, p. 446-461, 2024. DOI: <https://doi.org/10.22319/rmcp.v15i2.6539>.
- FUKAMI, J.; CEREZINI, P.; HUNGRIA, M. Azospirillum: benefits that go far beyond biological nitrogen fixation. **AMB Express**, v. 8, 73, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13568-018-0608-1>.
- GOMES, L. B. E.; SILVA, T. F. R.; ALVES, G. C.; REIS, V. M. Growth promotion in different Urochloa species inoculated with Azospirillum baldaniorum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 58, e03079, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2023.v58.03079>.
- HUNGRIA, M.; RONDINA, A. B. L.; NUNES, A. L. P.; ARAUJO, R. S.; NOGUEIRA, M. A. Seed and leaf-spray inoculation of PGPR in brachiarias (Urochloa spp.) as an economic and environmental opportunity to improve plant growth, forage yield and nutrient status. **Plant and Soil**, v. 463, p. 171-186, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-021-04908-x>.
- MAPBIOMAS. **Mapeamento anual de cobertura e uso da terra no Brasil entre 1985 a 2023 – Coleção 9: Pastagem**. São Paulo: Projeto MapBiomass, 2024. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org>. Acesso em: 27 jul. 2026.
- MARTHA JUNIOR, G. B. et al. Degraded pastures in Brazil: improving livestock production

and forest restoration. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 376, 20210010, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1098/rstb.2021.0010>.

MENEZES, et al. Production potential of beef cattle in tropical pastures: a review. **Ciência Animal Brasileira**, v. 22, e-69609, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-6891v22e-69609>.

MOREIRA, A. et al. Inoculação do *Azospirillum* em sementes de capim Marandu: efeitos na produção de forragem e estado nutricional. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 41, n. 2, p. 465-476, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2020v41n2p465>.

OLIVEIRA, E. R. et al. Technology and degradation of pastures in livestock in the Brazilian Cerrado. **Sociedade & Natureza**, v. 32, p. 626-638, 2020. DOI: <https://doi.org/10.14393/SN-v32-2020-55795>.

OLIVEIRA, P. P. A.; OLIVEIRA, W. S.; BARIONI JUNIOR, W. **Produção de forragem e qualidade de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com *Azospirillum brasilense* e fertilizada com nitrogênio**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007. 6 p. (Circular Técnica, 54).

OKON, Y.; VANDERLEYDEN, J. Root-associated *Azospirillum* species can stimulate plants. **ASM News**, v. 63, p. 364-370, 1997.

PEREIRA, L. E. T.; HERLING, V. R.; TECH, A. R. B. Current scenario and perspectives for nitrogen fertilization strategies on tropical perennial grass pastures: a review. **Agronomy**, v. 12, n. 9, 2079, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy12092079>.

PEREIRA, L. E. T.; SOUSA, L. J.; BERTIPAGLIA, L. M. A.; HERLING, V. R.; TECH, A. R. B. Critical concentration and management of nitrogen fertilization in the establishment of *Brachiaria* hybrid Mavun. **Revista Ciência Agronômica**, v. 52, n. 4, e20207625, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20210052>.

REIS, E. M. B. et al. Technical and economic evaluation of nitrogen fertilization in *Urochloa brizantha* cv. Marandu in the Acre Valley Region, Brazil. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 1, e44411125314, 2022. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i1.25314>.

SANTOS, C. O. et al. Assessing the wall-to-wall spatial and qualitative dynamics of the Brazilian pasturelands 2010-2018, based on the analysis of the Landsat data archive. **Remote Sensing**, v. 14, n. 4, 1024, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs14041024>.

SILVA, L. et al. Economic evaluation of nitrogen fertilization levels in beef cattle production: implications for sustainable tropical pasture management. **Agriculture**, v. 13, n. 12, 2233, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture13122233>.

SILVA, W. L. et al. *Azospirillum brasilense* associado à adubação nitrogenada em pastos de *Urochloa humidicola* cultivada na savana amazônica. **Ciência Animal Brasileira**, v. 26, e-81007E, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-6891v26e-81007E>