



**FORMAS DE APLICAÇÃO DE AZOSPIRILLUM BRASILENSE NA
PRODUTIVIDADE E COMPOSIÇÃO BOTÂNICA DO CAMPO NATURAL**

***APPLICATION METHODS OF AZOSPIRILLUM BRASILENSE ON FORAGE
PRODUCTIVITY AND BOTANICAL COMPOSITION IN NATURAL GRASSLAND***

Franco de Almeida Ollé

Universidade Federal de Pelotas - UFPel, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5250-8656>

E-mail: francoolle@hotmail.com

Herlon Thadeu da Silva Mendel

Universidade Federal de Pelotas - UFPel, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1333-2680>

E-mail: herlontadeu@gmail.com

Carlos Eduardo da Silva Pedroso

Universidade Federal de Pelotas - UFPel, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3253-6152>

E-mail: carlos.pedroso@ufpel.edu.br

Karoline Barcellos da Rosa

Universidade Federal de Pelotas - UFPel, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4890-4696>

E-mail: karolbarcellos_@hotmail.com

Rodrigo Flores Escobar

Universidade Federal de Pelotas - UFPel, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1548-512X>

E-mail: rodrigoescobar94@gmail.com

Otoniel Geter Lauz Ferreira

Universidade Federal de Pelotas - UFPel, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0302-8482>

E-mail: oglferreira@gmail.com

Submetido: 17 abr. 2026

Aprovado: 26 jun. 2026

Publicado: 4 set. 2026

E-mail para correspondência:

oglferreira@gmail.com



Resumo: O *Azospirillum brasilense* é uma bactéria promotora de crescimento vegetal capaz de aumentar a eficiência de uso do nitrogênio e estimular o desenvolvimento radicular de gramíneas, embora seu uso seja predominantemente estudado em cultivos agrícolas. Este trabalho objetivou avaliar a resposta do campo natural à inoculação com *A. brasilense*, via aplicação no solo (sulco) ou pulverização foliar. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, utilizando monólitos de campo natural, em delineamento de blocos completos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram em: (1) controle, sem inoculação; (2) aplicação foliar; e (3) aplicação no solo. As avaliações incluíram massa de forragem seca, teor de matéria seca, taxa de acúmulo e composição botânica. A aplicação no solo promoveu aumento significativo na produtividade de forragem, possivelmente associado à intensificação das interações rizosféricas, porém com maior participação de outras espécies na composição botânica. A aplicação foliar reduziu o intervalo entre cortes, indicando efeito sobre a dinâmica de crescimento das plantas. Ambas as formas de inoculação alteraram a massa de forragem, ainda que por mecanismos distintos. A inoculação no solo também influenciou a estrutura da comunidade vegetal. O uso de *A. brasilense* em campo natural mostra potencial como estratégia de manejo, contudo a complexidade desses ecossistemas demanda estudos adicionais para compreender seus efeitos a longo prazo.

Palavras-chave: bioma Pampa; campos sulinos; inoculação microbiana; fixação biológica de nitrogênio; bactérias promotoras de crescimento.

Abstract: *Azospirillum brasilense* is a plant growth-promoting bacterium capable of enhancing nitrogen use efficiency and stimulating root development in grasses, although its application has been predominantly studied in agricultural systems. This study aimed to evaluate the response of natural grassland to inoculation with *A. brasilense* applied either to the soil (in-furrow) or via foliar spraying. The experiment was conducted under greenhouse conditions using intact natural grassland monoliths, arranged in a randomized complete block design with four replicates. Treatments consisted of: (1) control, without inoculation; (2) foliar application; and (3) soil application. Evaluations included forage dry matter productivity, dry matter content, forage accumulation rate, and botanical composition. Soil application significantly increased forage productivity, likely associated with enhanced rhizosphere interactions, but also resulted in a greater proportion of non-grass species in the botanical composition. In contrast, foliar application reduced the interval between harvests, indicating an effect on plant growth dynamics. Both inoculation methods altered forage mass, although through distinct mechanisms. Soil inoculation also influenced plant community structure. The use of *A. brasilense* in natural grassland shows potential as a management strategy; however, the complexity of these ecosystems requires further studies to better understand its long-term effects.

Keywords: biological nitrogen fixation; microbial inoculation; Pampa biome; plant growth-promoting bacteria; southern grasslands.



Introdução

A baixa disponibilidade de nutrientes constitui uma das principais limitações à produtividade dos campos naturais, condicionando a resposta desses ecossistemas às práticas de manejo e à necessidade de conciliar o aumento da produção com a conservação ambiental. Entre os nutrientes, o nitrogênio assume papel central, sendo amplamente reconhecido como o principal limitante produtivo em sistemas forrageiros ^(1, 2).

O nitrogênio é componente essencial de moléculas fundamentais ao metabolismo vegetal, como proteínas, ácidos nucleicos e enzimas, estando diretamente relacionado ao crescimento e à atividade fotossintética das plantas. Apesar de sua abundância na atmosfera na forma de N₂, sua assimilação depende da conversão em formas inorgânicas, como amônio (NH₄⁺) e nitrato (NO₃⁻), por meio de processos microbiológicos no solo ⁽³⁾. Entre esses processos, a fixação biológica de nitrogênio (FBN) constitui uma das principais vias de entrada de nitrogênio nos ecossistemas, sendo realizada por microrganismos capazes de converter o nitrogênio atmosférico em formas assimiláveis ^(4,5).

A FBN tem sido amplamente explorada como estratégia para aumentar a eficiência de uso do nitrogênio em sistemas agrícolas e pastoris, reduzindo a dependência de fertilizantes minerais e contribuindo para a sustentabilidade produtiva. Nesse cenário, destaca-se *Azospirillum brasilense*, bactéria promotora de crescimento vegetal que, além de sua capacidade de fixação de nitrogênio, atua na produção de fitormônios, como auxinas ^(6, 7), estimulando o desenvolvimento radicular e ampliando a absorção de água e nutrientes ^(8, 9). Por apresentar comportamento associativo e endofítico, *A. brasilense* pode estabelecer interação com a planta tanto pela colonização da rizosfera quanto dos tecidos internos, tornando viáveis diferentes formas de inoculação, como a aplicação no solo e a pulverização foliar.

Embora os efeitos positivos de *A. brasilense* estejam bem estabelecidos em sistemas cultivados, sua aplicação em ecossistemas naturais permanece pouco explorada. Os campos naturais do Bioma Pampa caracterizam-se por elevada diversidade de espécies, intensas interações interespecíficas e múltiplos fatores limitantes à produção, decorrentes da heterogeneidade ambiental e da dinâmica ecológica desses sistemas ^(10, 11). Nessas condições, processos como competição, complementaridade funcional e disponibilidade de



recursos podem modular a resposta das plantas à inoculação, resultando em padrões distintos daqueles observados em sistemas agrícolas.

Diante disso, persistem lacunas quanto aos efeitos da inoculação com *A. brasilense* sobre a produtividade e, especialmente, sobre a estrutura e a composição da comunidade vegetal em campos naturais. Parte-se da hipótese de que a inoculação com *A. brasilense* aumenta a produtividade e altera a vegetação do campo natural, em função do aumento da eficiência de uso do nitrogênio e do estímulo ao crescimento vegetal.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta do campo natural à inoculação com *A. brasilense* sob duas formas de aplicação, no solo (sulco) e via pulverização foliar.

Metodologia

O experimento foi conduzido em casa de vegetação telada pertencente ao Departamento de Zootecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), no município de Capão do Leão, RS. Amostras de campo natural foram coletadas na forma de monólitos no Centro Agropecuário da Palma/UFPel, localizado no km 535 da BR-116, na região fisiográfica do Litoral Sul do Rio Grande do Sul. As coordenadas geográficas da área são 31°52'00" S, 52°21'24" W, com altitude de 7 m.

O solo da área experimental pertence à unidade de mapeamento Pelotas, classificado como Planossolo Háplico Eutrófico solódico ⁽¹²⁾. Antes da instalação do experimento, foi realizada análise química do solo, que apresentou os seguintes valores: pH em água: 4,5; índice SMP: 5,8; Ca, Mg, Al e H+Al (cmolc dm⁻³): 0,2; 1,16; 1,0 e 5,5, respectivamente; CTC pH 7,0 (CTC): 7,5 cmolc dm⁻³; Al: 33,3%; saturação por bases (V%): 26%; matéria orgânica: 2,21%; Argila: 14%; P e K: 16,4 e 44 mg dm⁻³, respectivamente.

Os monólitos foram acondicionados em bandejas plásticas (50 × 30 × 13 cm) e mantidos sob disponibilidade hídrica próxima à capacidade de campo por meio de irrigação automática. O experimento foi conduzido no período de 01/12/2022 a 30/03/2023, totalizando 119 dias.

O delineamento experimental foi em blocos completos ao acaso, com três tratamentos e quatro repetições: Sem inoculação (Controle); aplicação foliar de *A. brasilense* (AZ Folha); e aplicação no solo de *A. brasilense* (AZ Solo). Foi utilizado inoculante comercial contendo as estirpes Ab-V5 e Ab-V6, na concentração de 4 × 10⁸ células mL⁻¹, na formulação líquida. A



aplicação foliar foi realizada na dose de 300 mL ha⁻¹ do produto, utilizando volume de calda equivalente a 300 L ha⁻¹, com pulverizador manual. Para a aplicação no solo, foram abertos dois sulcos com aproximadamente 4 cm de profundidade, espaçados 17 cm entre si, no sentido longitudinal das bandejas, simulando a operação de sulcadores de semeadora, sendo aplicado sobre os sulcos volume de calda equivalente a 150 L ha⁻¹.

As avaliações foram realizadas em um quadro amostral de 10 × 40 cm delimitado em cada monólito, visando garantir uniformidade fitossociológica entre as unidades experimentais. O primeiro corte foi realizado quando a altura média do dossel atingiu 12 cm, com rebaixamento para 6 cm. Os cortes subsequentes foram realizados quando a altura atingiu 10 cm, com rebaixamento para 5 cm ^(13, 14). A altura do dossel foi determinada em quatro pontos dentro do quadro amostral. Antes de cada corte, a cobertura vegetal foi estimada visualmente (0–100%) por três avaliadores previamente treinados.

A massa de forragem verde foi obtida por pesagem das amostras recém-coletadas. Em seguida, as amostras foram secas em estufa de ventilação forçada a 55–60 °C por 72 h para determinação da massa de forragem seca (MFS). Após a secagem, foi realizada a separação botânica das amostras em gramíneas, leguminosas e outras espécies. O teor de matéria seca (MS) foi determinado pela relação entre massa seca e massa verde, e a taxa de acúmulo de forragem (TAF) foi calculada pela razão entre a MFS e o número de dias entre cortes sucessivos.

Os dados foram submetidos à análise de variância, considerando os efeitos de tratamentos, cortes e a interação tratamento × corte. Quando observadas diferenças significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). As análises foram realizadas utilizando o software SAS® (*Statistical Analysis System*).

Resultados e Discussões

A massa de forragem seca (MFS) apresentou interação significativa entre tratamento e corte ($P = 0,0001$). No primeiro corte, a maior MFS foi observada no tratamento AZ Solo, diferindo dos tratamentos AZ Folha e Controle, que não diferiram entre si (Tabela 1). No segundo corte, a maior MFS foi registrada no tratamento AZ Folha, sendo superior ao Controle e semelhante ao AZ Solo, que apresentou comportamento intermediário. No terceiro corte,



não houve diferença entre os tratamentos AZ Folha e Controle, enquanto o tratamento AZ Solo não foi avaliado por não atingir a altura preconizada para o corte.

Tabela 1 – Interação entre tratamentos e cortes para massa de forragem seca (MFS) e efeitos de corte sobre taxa de acúmulo de forragem (TAF) e conteúdo de matéria seca (MS).

Tratamento	1° Corte	2° Corte	3° Corte	Total
MFS (kg ha ⁻¹)				
Controle	1750,00 Ba	431,87 Bb	593,75 Ab	2775,62
AZ Solo	2758,33 Aa	781,25 ABb	-	3539,58
AZ Folha	1125,00 Ba	1125,62 Aa	518,75 Aa	2769,37
Variável	1° Corte	2° Corte	3° Corte	Média
TAF (kg MFS ha ⁻¹ dia ⁻¹)	24,54 c	52,57 a	39,73 b	38,95
MS (g kg ⁻¹)	424,55 a	419,01 a	305,41 b	382,99

*Médias seguidas por letras maiúsculas na coluna (comparação entre tratamentos dentro de cada corte) e minúsculas na linha (comparação entre cortes dentro de cada tratamento) não diferem pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Fonte: Ollé et al. (2026).

A inoculação com *A. brasilense* promoveu respostas distintas na MFS, dependentes da forma de aplicação e do momento de avaliação. A resposta mais precoce observada no tratamento AZ Solo sugere que o contato imediato da bactéria com a rizosfera tenha favorecido o estabelecimento inicial da interação planta-microrganismo, ambiente em que *A. brasilense* atua predominantemente como bactéria associativa ^(6, 7). Em contraste, a resposta mais tardia observada no tratamento AZ Folha sugere que os mecanismos desencadeados por essa forma de inoculação possam requerer maior tempo até se refletirem em incremento de forragem. Segundo Hungria et al. ⁽⁹⁾, os mecanismos relacionados à pulverização foliar podem estar associados principalmente à sinalização sistêmica, pela qual estímulos desencadeados na parte aérea promovem respostas fisiológicas nas raízes, favorecendo o desenvolvimento radicular e a absorção de água e nutrientes. Embora esse mecanismo possa



explicar a resposta observada no presente estudo, os autores não relataram manifestação tardia em comparação à inoculação via semente, indicando que fatores relacionados às condições experimentais podem ter contribuído para esse comportamento, conforme também observado por Escobar ⁽¹⁵⁾.

Ao longo dos cortes, o Controle e o AZ Solo apresentaram redução da MFS após o primeiro corte, enquanto o tratamento AZ Folha manteve produtividade semelhante entre os cortes. A partir desse período, entretanto, a manutenção da resposta produtiva parece ter passado a depender da disponibilidade de recursos para sustentar o crescimento das plantas.

No presente estudo, a disponibilidade de recursos para sustentar a rebrota e o crescimento das plantas pode ter sido limitada pelas características da estrutura experimental utilizada (monólitos em casa de vegetação). Embora o cultivo em monólitos seja adequado para avaliar respostas iniciais à inoculação, ele restringe a expansão do sistema radicular e limita o volume de solo disponível para exploração pelas raízes. Em um sistema com volume de solo restrito, os cortes sucessivos tendem a reduzir progressivamente a disponibilidade de nutrientes, limitando a manutenção da resposta produtiva. Assim, embora *A. brasilense* favoreça o aproveitamento dos recursos disponíveis no solo, a expressão desse benefício permanece condicionada à disponibilidade de nutrientes no sistema.

Além das limitações impostas pela estrutura experimental, a disponibilidade de nitrogênio constitui um dos principais fatores que condicionam a resposta das plantas à inoculação com *A. brasilense*. Embora a bactéria possa aumentar a eficiência de utilização desse nutriente e, em determinadas condições, contribuir para a redução da necessidade de adubação nitrogenada, respostas produtivas mais consistentes são frequentemente observadas quando há disponibilidade de nitrogênio mineral no sistema ^(16, 17). Lima et al. ⁽¹⁸⁾, por exemplo, não observaram incremento significativo na produtividade do capim BRS Zuri com a inoculação isolada, sendo necessária sua associação à adubação nitrogenada para obtenção de resposta produtiva. Considerando que, no presente estudo, os tratamentos receberam apenas o inoculante, sem suplementação de nitrogênio, é possível que a ausência desse nutriente também tenha contribuído para limitar a expressão do potencial promotor de crescimento de *A. brasilense* ao longo das avaliações.

A taxa de acúmulo de forragem (TAF) foi influenciada pelos fatores corte ($P < 0,0001$) e tratamento ($P = 0,0285$), sem interação entre eles. O maior valor de TAF foi observado no segundo corte, seguido pelo terceiro e pelo primeiro, todos diferindo entre si (Tabela 1). Essa



variação deve ser interpretada em conjunto com a dinâmica de crescimento da vegetação durante o experimento, uma vez que os intervalos entre cortes foram distintos (74,3; 16,3 e 14 dias, respectivamente) e o momento da colheita foi definido com base na altura do dossel. Assim, além da taxa de crescimento, a estrutura da vegetação também contribuiu para determinar o intervalo entre cortes. Os valores de TAF observados foram superiores aos relatados para campo natural na mesma estação do ano, em torno de $25,4 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ^(19, 20), evidenciando elevada taxa de crescimento da forragem nas condições experimentais adotadas.

O conteúdo de matéria seca (MS) foi influenciado apenas pelo fator corte ($P = 0,0058$), sendo maior no primeiro e no segundo cortes, que não diferiram entre si, e menor no terceiro (Tabela 1). Os maiores valores de MS observados nos dois primeiros cortes podem ser atribuídos ao maior período de crescimento da forragem, especialmente no primeiro corte, favorecendo maior desenvolvimento estrutural dos tecidos e maior participação de material senescente ⁽²¹⁾. Em contrapartida, o menor valor de MS no terceiro corte provavelmente reflete a menor idade fisiológica da forragem no momento da colheita. Assim, as variações observadas estiveram associadas principalmente à dinâmica de crescimento da vegetação ao longo do período experimental, sem evidências de efeito da inoculação com *A. brasilense*.

Entre os tratamentos, a TAF foi maior no Controle e no AZ Solo, que não diferiram entre si, enquanto o tratamento AZ Folha apresentou menor valor (Tabela 2). Isso indica que incrementos na MFS observados em determinados cortes não necessariamente se refletem em maior TAF média, uma vez que essa variável corresponde à taxa média de acúmulo ao longo do período experimental. Dessa forma, o maior acúmulo de forragem registrado no segundo corte do tratamento AZ Folha esteve associado ao maior intervalo de crescimento até o corte, e não necessariamente a uma maior taxa média de crescimento.

Tabela 2 – Taxa de acúmulo de forragem (TAF), cobertura do solo e composição botânica nos tratamentos (média dos cortes).

Variável	Controle	AZ Solo	AZ Folha	Média
TAF ($\text{kg MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$)	42,1 a	43,94 a	32,22 b	39,42
Cobertura do solo (%)	71,25	70,62	68,75	70,21



Gramíneas (%)	93,80 a	79,03 b	95,10 a	89,31
Leguminosas (%)	4,25	0,73	3,35	2,78
Outras espécies (%)	1,90 b	20,23 a	1,54 b	7,89

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha, não diferem significativamente para o teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Fonte: Ollé et al. (2026).

A cobertura do solo e o percentual de leguminosas não foram influenciados pelos tratamentos ($P > 0,05$), apresentando médias de 70,21% e 2,78%, respectivamente (Tabela 2). A ausência de resposta indica que a inoculação com *A. brasilense* não foi suficiente para promover alterações nesses componentes da comunidade vegetal durante o período experimental.

O percentual de gramíneas diferiu entre os tratamentos ($P = 0,0299$), sendo maior no Controle e no AZ Folha, que não diferiram entre si (Tabela 2). Embora *A. brasilense* seja frequentemente associado ao favorecimento de gramíneas ⁽⁷⁾, esse padrão não foi observado no presente estudo. Esse resultado reforça que a resposta à inoculação depende não apenas da presença da bactéria, mas também da interação entre as espécies vegetais e das condições de cultivo. Guimarães et al. ⁽²²⁾ demonstraram que a resposta à inoculação varia entre espécies e cultivares, evidenciando a especificidade da interação entre planta e microrganismo.

O percentual de outras espécies foi superior no tratamento AZ Solo ($P = 0,0045$), indicando alteração na composição da comunidade vegetal (Tabela 2). As alterações observadas podem estar associadas aos efeitos fisiológicos promovidos por *A. brasilense*, como o estímulo ao desenvolvimento radicular e o aumento da capacidade de aquisição de recursos ^(8, 9), os quais podem ter favorecido diferenças na capacidade competitiva entre as espécies presentes na comunidade vegetal. Entretanto, em ecossistemas de campo natural, alterações na composição botânica devem ser avaliadas, pois podem favorecer tanto espécies de elevado valor forrageiro quanto espécies menos desejáveis.

Sob a perspectiva do manejo de campos naturais, os resultados obtidos indicam que a inoculação com *A. brasilense* pode influenciar não apenas a produtividade de forragem, mas



também a composição da vegetação, com respostas dependentes da forma de aplicação e do momento de avaliação. Entretanto, a extrapolação desses resultados para condições de campo deve ser realizada com cautela, considerando a elevada complexidade florística desses ecossistemas e as limitações inerentes ao cultivo em monólitos. Assim, estudos de longa duração conduzidos em condições de campo são necessários para avaliar a persistência dos efeitos da inoculação, sua interação com diferentes estratégias de manejo e seu potencial para contribuir para sistemas de produção mais sustentáveis, reduzindo a dependência de insumos químicos sem comprometer a produtividade e a conservação da biodiversidade.

Considerações Finais

A inoculação com *Azospirillum brasilense* em campo natural promoveu aumento na massa de forragem, com respostas dependentes da forma de aplicação e do momento de avaliação. A aplicação no solo apresentou efeito mais precoce, enquanto a aplicação foliar foi mais tardia. A aplicação no solo alterou a composição da vegetação, com maior participação de outras espécies. Dessa forma, o estudo confirma parcialmente a hipótese proposta, ao demonstrar que o uso de *A. brasilense* influencia a produtividade de forragem e a estrutura da vegetação.

Este estudo contribui de forma pioneira para a avaliação do uso de *A. brasilense* em campo natural. O delineamento experimental adotado foi adequado para avaliar a resposta inicial das plantas à inoculação. Recomenda-se, portanto, a realização de estudos de maior duração em condições de campo, que permitam superar as limitações inerentes ao cultivo em monólitos sob ambiente controlado.



Referências

1. Fedrigo JK, et al. Spring deferment and N-P fertilization in natural grasslands vulnerable to summer water deficit. *Agrociencia Uruguay*. 2021;25(2):354.
2. Ollé FA, et al. Potencial da fertilização nitrogenada em pastagem natural diferida em mitigar o vazio forrageiro outonal. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*. 2024;17(4):e12388.
3. Wang Q, et al. The utilization and roles of nitrogen in plants. *Forests*. 2024;15(7):1191.
4. Zhang X, et al. Managing nitrogen for sustainable development. *Nature*. 2020;528:51-59.
5. Ladha JK, et al. Biological nitrogen fixation and prospects for ecological intensification in cereal-based cropping systems. *Field Crops Research*. 2016;190:128-141.
6. Pelagio-Flores R, Ravelo-Ortega G, García-Pineda E, López-Bucio J. A century of *Azospirillum*: plant growth promotion and agricultural promise. *Plant Signaling & Behavior*. 2025;20(1):2551609.
7. Souza TAF, Martins LMV, Hungria M, Fernandes-Júnior PI. Survey of scientific production on bio-inputs in Northern and Northeastern Brazil (2010-2025): a focus on plant growth-promoting microorganisms in legumes and grasses. *Brazilian Journal of Microbiology*. 2026;57(1):117.
8. Cassán F, et al. Everything you must know about *Azospirillum* and its impact on agriculture and beyond. *Biology and Fertility of Soils*. 2020;56:461-479.
9. Hungria M, et al. Seed and leaf-spray inoculation of PGPR in brachiarias. *Plant and Soil*. 2021;463:171-186.
10. Carvalho PCF, et al. Produção animal no Bioma Campos Sulinos. *Brazilian Journal of Animal Science*. 2006;35:156-202.
11. Andrade BO, Overbeck GE, Pillar VD, et al. 12,500+ and counting: biodiversity of the Brazilian Pampa. *Frontiers of Biogeography*. 2023;15(3).
12. Miguel P, Pedron FA, Bueno JMM, Dalmolin RSD. Solos da região de Pelotas no Litoral Sul do Rio Grande do Sul. In: Fontana A, Loss A, Pedron FA. (ed.). *Compêndio de solos do Brasil: volume 2*. 2. ed. Santa Maria, RS: Núcleo Regional Sul da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2025.
13. Gonçalves EN. Comportamento ingestivo de bovinos e ovinos em pastagem natural da depressão central do Rio Grande do Sul. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2007.



14. Souza AP. Composição botânica, estrutura e produção do campo nativo em resposta a diferentes estratégias de manejo em sistema de pastoreio intermitente. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Pelotas; 2020.
15. Escobar RF. *Paspalum notatum* submetido a inoculação com *Azospirillum brasilense* combinado com distintas fertilizações [dissertação]. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia; 2026. f. 57.
16. Bonadiman R, et al. Efeito da adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* sobre as características estruturais de azevém anual. Revista Eletrônica de Veterinária. 2018;19(3):1-12.
17. Sá GCR, Carvalho CLM, Moreira A, Hungria M, Nogueira MA, Heinrichs R, et al. Biomass yield, nitrogen accumulation and nutritive value of Mavuno grass inoculated with plant growth-promoting bacteria. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 2019;50(15):1931-1942.
18. Lima GC, et al. Yield, yield components and nutrients uptake in Zuri Guinea grass inoculated with plant growth-promoting bacteria. International Journal for Innovation Education and Research. 2020;8(4):103-124.
19. Asuaga A, Berterreche M. Uso sostenible del campo natural: FPTA No 73. Montevideo: INIA; [s.d.]. Disponível em: <http://www.inia.uy>.
20. Carvalho PC, et al. Nativão: mais de 30 anos de pesquisa em campo nativo. Uruguiana: Viapampa; 2019. p. 37.
21. Silva GHM, Menezes LS, Piccin F, Overbeck GE. The effects of grazing on flowering and fruiting phenology in South Brazilian subtropical grasslands. Flora. 2024;313:152479.
22. Guimarães GS, et al. Inoculation with plant growth-promoting bacteria improves the sustainability of tropical pastures with *Megathyrus maximus*. Agronomy. 2023;13(3).



10.31072/rcf.v17i1.1564

Este é um trabalho de acesso aberto e distribuído sob os Termos da *Creative Commons Attribution License*. A licença permite o uso, a distribuição e a reprodução irrestrita, em qualquer meio, desde que creditado as fontes originais.



Open Access