

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI

MARIA CLARA DE SOUSA MORAIS

**EFEITOS DO USO DE ADUBAÇÃO FOSFATADA E BACTÉRIAS
PROMOTORAS DE CRESCIMENTO NA PRODUÇÃO DO CAPIM
ANDROPOGON CV. BRS SARANDI**

SÃO JOÃO DEL-REI
NOVEMBRO DE 2025

MARIA CLARA DE SOUSA MORAIS

**EFEITOS DO USO DE ADUBAÇÃO FOSFATADA E BACTÉRIAS
PROMOTORAS DE CRESCIMENTO NA PRODUÇÃO DO CAPIM
ANDROPOGON CV. BRS SARANDI**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Bacharelado em
Zootecnia, da Universidade Federal de
São João Del-Rei - *Campus* Tancredo de
Almeida Neves, como parte das
exigências para a obtenção do diploma
de Bacharel em Zootecnia.

Orientadora: Profa. Dra. Janaina Azevedo
Martuscello Vieira da Cunha

SÃO JOÃO DEI-

REI
NOVEMBRO DE 2025

MARIA CLARA DE SOUSA MORAIS

**EFEITOS DO USO DE ADUBAÇÃO FOSFATADA E BACTÉRIAS
PROMOTORAS DE CRESCIMENTO NA PRODUÇÃO DO CAPIM
ANDROPOGON CV. BRS SARANDI**

Defesa aprovada pela comissão examinadora em 18/11/2025.

Comissão Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 JANAINA AZEVEDO MARTUSCELLO VIEIRA DA CUNHA
Data: 14/12/2025 19:25:24-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profª Dra. Janaina Azevedo Martuscello Vieira da
Cunha
Universidade Federal de São João Del-Rei (UFSJ)

Documento assinado digitalmente
 ELSON MARCOS DE OLIVEIRA
Data: 15/12/2025 12:22:10-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Me. Elson Marcos de Oliveira
Universidade Federal de São João Del-Rei (UFSJ)

Documento assinado digitalmente
 MARINA APARECIDA LIMA
Data: 14/12/2025 19:33:08-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Marina Aparecida Lima
EPAMIG

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pela realização de mais um sonho e por todas as conquistas.

À minha família, especialmente minha mãe, Lana, por sempre acreditar no meu potencial e me incentivar a fazer o que me deixaria feliz, e meu tio, Luciano, por me apresentar o mundo do agronegócio e me inspirar a cursar Zootecnia.

Não poderia deixar de citar minha saudosa avó, Maria Helena, que continua ao meu lado me abençoando todos os dias, mesmo que não fisicamente.

Ao meu pai, Henrique, e meu avô, Vicente, pelo apoio e por citarem minha profissão com tanto orgulho.

À minha orientadora Prof^a. Dr^a. Janaina Martuscello, por me acolher, pela confiança depositada em mim, por todos os conselhos e ensinamentos.

Aos docentes do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de São João Del Rei (DEZOO-UFSJ), por todos os ensinamentos que foram fundamentais para eu chegar até aqui.

Aos meus amigos da graduação, que se tornaram minha família, por todo o companheirismo durante minha jornada. Amo cada um de vocês.

Aos membros do Grupo de Estudos em Forragicultura e Pastagens (GEFOR), por toda a ajuda durante o experimento.

Um agradecimento especial ao Pedro Henrique, meu querido amigo Gelado, por me disponibilizar seu projeto.

Às empresas por viabilizarem o experimento, disponibilizando o material necessário.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Média mensal das temperaturas durante o período experimental	
.....	16
Figura 2: Disposição dos vasos na casa de vegetação	
.....	18
Figura 3: Raízes lavadas	
	20
Figura 4: Raízes da repetição 1 lavadas e posicionadas para comparação: tratamentos 1, 2, 3 e 4, respectivamente	
.....	20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição química do solo da casa de
vegetação 17

Tabela 2: Produção de Matéria Seca Total do capim Andropogon
nos diferentes tratamentos durante 3
cortes 21

Tabela 3: Produção de Matéria Seca de Raiz e Número de Perfilhos do
capim Andropogon nos diferentes tratamentos durante o corte
analisado 22

SUMÁRIO

RESUMO	8
ABSTRACT	
.....	9
1. INTRODUÇÃO	
10	
2. REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1. FÓSFORO	
....	11
2.2. PHOSACTIV®	
....	12
2.3. NITROGÊNIO	
..	13
2.4. BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO	
14	
2.5. <i>Andropogon gayanus</i> cv. BRS SARANDI	
.....	15
3. MATERIAL E MÉTODOS	
16	
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	
20	
5. CONCLUSÃO	

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
-------------------------------------	----

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a produção de massa seca da parte aérea e das raízes do capim *Andropogon* cv. BRS Sarandi submetido a adubação fosfatada e à inoculação de bactérias promotoras de crescimento (*Azospirillum brasilense*). O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Federal de São João del-Rei, utilizando 16 vasos dispostos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos: T1 - testemunha (adubação somente com N); T2 - adubação com 13,32 g de Fosfato Natural Reativo (FNR) + N; T3 - adubação com 13,32 g de FNR + 1,33 g de bactéria promotora de crescimento + N; T4 - adubação com 13,32 g de FNR + 2,66 g de bactéria promotora de crescimento + N, e quatro repetições. Foram avaliadas a massa seca total da parte aérea e da raiz e produção de perfilhos. A partir da análise estatística,

observa-se que o tratamento 3 se destaca em todas as variáveis analisadas. Conclui-se que as bactérias promotoras de crescimento, incorporadas ao FNR na densidade correta, podem ser utilizadas como uma opção sustentável para incrementar a produtividade e o desenvolvimento das plantas, reduzindo a dependência de fertilizantes minerais e promovendo maior resiliência fisiológica das plantas.

Palavras-chave: fosfato natural reativo, fósforo, forragem, adubação.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the shoot and root dry mass production of *Andropogon* grass cv. BRS Sarandi subjected to phosphate fertilization and inoculation with plant growth-promoting bacteria (*Azospirillum brasilense*). The experiment was conducted in a greenhouse at “Universidade Federal de São João del-Rei, using sixteen 8.5-liter pots arranged in a randomized design with four treatments: T1 – control (fertilization with N only); T2 – fertilization with 13.32 g of Reactive Natural Phosphate (RNP) + N; T3 – fertilization with 13.32 g of RNP + 1.33 g of plant growth-promoting bacteria + N; and T4 – fertilization with 13.32 g of RNP + 2.66 g of plant growth-promoting bacteria + N, with four replications. The total dry mass of the shoot and root, as well as tiller production, were evaluated. Based on the statistical analysis, it is observed that treatment 3 performed better in all evaluated variables. It was concluded that plant growth-promoting bacteria, when incorporated into RNP at the appropriate density, can be used as a sustainable alternative to increase plant productivity and development, reducing dependence on mineral fertilizers and promoting greater physiological resilience in plants.

Key words: reactive natural phosphate, phosphorus, forage, fertilization.

1. INTRODUÇÃO

Em decorrência da intensificação da agricultura e recuperação das áreas degradadas, é necessário que haja, nos próximos anos, um aumento significativo do uso de fertilizantes no país. Porém, devem ser utilizadas alternativas para um uso mais eficiente, como microrganismos que garantam alta produtividade e baixo custo, além de diminuir a dependência de importações e favorecer uma agricultura mais sustentável e menos poluente. Nesse contexto, as bactérias promotoras do crescimento de plantas (BPCP) são opções relevantes e estratégicas (Embrapa Soja, 2011).

Nutrientes são indispensáveis para o crescimento e desenvolvimento das plantas. Como parte dos nutrientes essenciais, tem-se o fósforo (P) e o nitrogênio (N). O fósforo é responsável por auxiliar as plantas a desenvolverem raízes mais fortes e absorverem água e nutrientes do solo. O N é um nutriente difícil de ser mantido no solo ao alcance das raízes, por esse motivo a adubação nitrogenada deve ser feita de forma mais intensa. Sua importância se deve pela presença em proteínas e clorofila, dentre outras funções. Por isso, quando em baixas quantidades, limita o crescimento vegetal e causa redução da divisão e expansão celular, da área foliar e afeta diretamente a fotossíntese.

Dessa forma, as bactérias promotoras de crescimento de plantas vêm sendo uma opção por influenciar a absorção de N pelas plantas, solubilizar fosfatos, induzir o crescimento radicular e

melhorar a absorção de água.

O capim *Andropogon* cv. BRS Sarandi é uma gramínea forrageira adaptada a solos de baixa fertilidade que tem rápida rebrota no início das chuvas (Embrapa, 2022). É uma planta que apresenta boa produtividade e proporção de folhas, proporciona aos animais um maior ganho de peso no período de transição água-seca, além de produzir maior quantidade de perfilhos, sendo estes mais finos.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a produção do capim *Andropogon* cv. BRS Sarandi diante de diferentes tratamentos, observando os efeitos da adubação fosfatada, adubação nitrogenada e inoculação com bactérias promotoras de crescimento no desenvolvimento desta forrageira.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Fósforo

O fósforo (P) faz parte dos nutrientes que a planta exige em maior quantidade, os macronutrientes. Dentre os macronutrientes, como o Nitrogênio (N) e o Potássio (K), é exigido em menor quantidade pelas plantas, porém, é aplicado em maiores quantidades em adubação no Brasil (NETO et al., 2001). Os solos brasileiros são pobres em P em decorrência do intenso processo de intemperismo, agravado pelo clima predominantemente tropical. Nas plantas, o P tem grande importância no crescimento radicular, assim como no perfilhamento das gramíneas, ação essa fundamental para se obter maior produtividade e persistência das plantas forrageiras (SANTOS et al., 2006).

Segundo NOVAIS et al. (1982), os teores críticos de P no solo e na planta

diminuem intensamente com a idade das plantas. Assim, devido também à reação de P com óxidos de ferro e alumínio, deixando-o indisponível para a absorção pelas raízes, a adubação fosfatada deve ser feita em quantidades maiores do que a exigência, para suprir a demanda da forrageiras (NETO et al., 2001).

Nos últimos anos, o uso de fontes alternativas de P tem ganhado grande importância, pelo alto custo dos fertilizantes a base de fósforo e notável eficiência agronômica para pastagens (SANTOS et al, 2006). Como essas fontes têm uma lenta liberação de P, é esperado que sejam mais eficientes para o cultivo de plantas forrageiras (LOBATO et al., 2006).

Neste contexto, há duas opções de fosfatos naturais, com distintas origens e eficiências. Segundo SOARES et al., 2000, o Fosfato Natural (FN) é originado de rochas vulcânicas, e seu alto grau de cristalização dificulta a dissolução no solo, possuindo uma baixíssima solubilidade. Já o Fosfato Natural Reativo (FNR) é advindo de rochas sedimentares, caracterizado, então, por maior pureza e maior teor de P em sua composição, garantindo uma maior solubilidade e fornecendo prontamente uma maior quantidade de P, sendo liberado de forma gradual e constante, quando comparado ao FN. Como o FNR, além do P, também contém carbonato em sua composição, pode ajudar parcialmente a corrigir a acidez do solo, reduzindo assim a necessidade de calagem (BENÍCIO. 2023).

2.2. PHOSACTIV®

O FNR originado em Marrocos é conhecido comercialmente como Phosactiv® e considerado um dos mais reativos. Esse produto é produzido e

comercializado pela empresa marroquina OCP, fundada em 1920. Sua extração e transporte são feitos de forma que não seja transformado, garantindo sua natureza orgânica. Durante o processamento, é enriquecido com P e Cálcio (Ca), além de ganhar uma estrutura macia e porosa, para fornecer eficiente e progressivamente os nutrientes para a planta, de forma contínua (OCP Brasil, 2023).

Em relação às garantias do FNR Phosactiv®, possui no mínimo 27% de P_2O_5 total, 32% de Ca total, 30% de solubilidade em ácido cítrico, o que equivale a 8,1 ponto de P, e 55% de solubilidade em ácido fórmico, equivalente a 14,85 pontos de P (OCP Brasil. 2023).

Esse produto pode ser utilizado em diferentes culturas, sendo elas perenes, semiperenes ou anuais. Seus benefícios incluem o auxílio na correção da acidez do solo, fornecimento balanceado de nutrientes no ciclo das plantas, elevados teores de P e Ca, tem fácil armazenamento e aplicação e um menor custo por ponto de fósforo. Assim, garante uma maior eficiência na produção por menor custo (OCP Brasil, 2023).

2.3. Nitrogênio

O nitrogênio (N) é um macronutriente essencial para as plantas, pois está presente nas biomoléculas mais importantes, como aminoácidos, proteínas e várias enzimas. Em diversos sistemas de produção, sua disponibilidade é um fator limitante, o que influencia o crescimento da planta mais que qualquer outro nutriente. Assim, é importante estudá-lo para maximizar a eficiência de seu uso. A quantidade de N absorvida durante o ciclo de desenvolvimento da planta varia de acordo com a quantidade de raízes e taxa de absorção por

unidade de peso de raiz (BREDEMEIER & MUNDSTOCK, 1999).

A assimilação do N compreende os processos de redução de nitrato a amônio e sua incorporação em aminoácidos. A taxa e quantidade do nutriente assimilado durante o desenvolvimento das plantas dependem da atividade enzimática do ciclo do nitrogênio e da disponibilidade de energia necessária para o processo, sendo alta a exigência. Quando absorvido, o N pode ser assimilado na raiz ou ser transportado para as folhas (BREDEMEIER & MUNDSTOCK, 1999).

Em sistemas de produção com pastagens tropicais, é necessário elevar a disponibilidade de N, com o objetivo de obter uma maior produção de matéria seca (MS) e melhor valor nutritivo (VN) (GURGEL et al., 2020). Assim, é possível aumentar a capacidade de suporte da área (ASSMANN et al., 2004).

A resposta à adubação nitrogenada depende de vários fatores, como o teor de matéria orgânica (MO) no solo, disponibilidade de água, forma de aplicação, época do ano, e condições climáticas (BERNARDI et al., 2018). Em algumas condições, aplicar doses elevadas de N pode não incrementar a produtividade devido às perdas do nutriente (ANAS et al., 2020).

Portanto, o potencial de resposta das plantas forrageiras tropicais ao N é alto (ROCHA et al., 2000).

2.4. Bactérias promotoras de crescimento

As bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP) são um grupo de microrganismos de vida livre que estimulam o desenvolvimento das plantas, de forma direta ou indireta. Podem colonizar a rizosfera ou adentrar nos tecidos vegetais, estabelecendo uma relação simbiótica planta-microrganismo

(GLICK, 2012).

Ao beneficiar o desenvolvimento das plantas de forma direta, ocorre a aquisição de nutrientes e síntese de fitohormônios que afetam diretamente o desenvolvimento vegetal, enquanto o mecanismo indireto interage com o microbioma em que a planta se encontra, conferindo proteção e/ou tolerância ao estresse biótico ou abiótico (DIAS & SANTOS, 2022).

A utilização de BPCP é uma alternativa que garante baixo impacto ambiental para aumentar a eficiência do uso de fertilizantes (SPOLAOR et al., 2016), influenciar a captação de N pelas plantas (DIAS & SANTOS, 2022), além de ser relacionada com a produção de fitormônios que induzem o crescimento radicular e melhoram a absorção de água e nutrientes pelas plantas (SPOLAOR et al., 2016).

Em relação ao P, esses microrganismos são capazes de solubilizar fostatos, sendo uma alternativa viável para a aplicação de fertilizantes fosfatados (HAYAT et al., 2019).

2.5. *Andropogon gayanus* cv. BRS Sarandi

A forrageira *Andropogon gayanus* é originária da África, sendo trazida à América do Sul, selecionada e melhorada a partir de 1970. No Brasil, o programa de melhoramento dessa planta é feito na Embrapa Cerrados (CARVALHO et al., 2021).

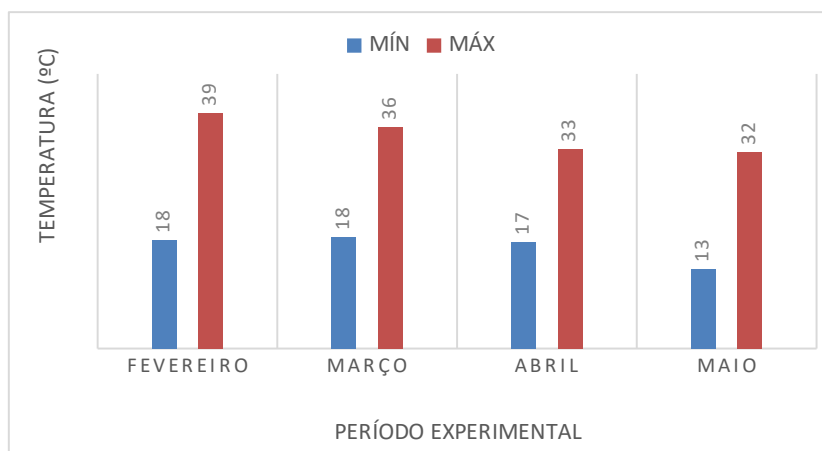
A cultivar BRS Sarandi foi lançada pela Embrapa Cerrados em 2022, desenvolvida em parceria com outras instituições. É uma gramínea forrageira adaptada a solos de baixa fertilidade que produz uma grande quantidade de perfilhos e poder proporcionar uma boa qualidade nutricional, dependendo de

seu valor nutritivo e digestibilidade. Além disso, tem rápida rebrota no início das chuvas, proporcionando um bom desempenho de bovinos em pastejo, que, durante a estação chuvosa, podem ganhar diariamente até 1 kg de peso vivo (Embrapa, 2022).

Algumas características deram destaque a essa planta, sendo elas uma maior produtividade e proporção de folhas, maior ganho de peso no período de transição água-seca, maior quantidade de perfilhos, sendo estes mais finos. Seu porte mais baixo, com a altura de entrada de 80 cm, garante uma maior facilidade de manejo. Manter a altura de manejo correta é crucial para a produtividade do pasto, que reflete no desempenho dos animais. É uma cultivar recomendada para ambientes com restrições quanto ao clima (seca) e solos de baixa fertilidade (CARVALHO et al., 2021).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de São João del-Rei, no campus Tancredo Neves (CTAN), na cidade de São João del-Rei/MG, em casa de vegetação. Os dados foram avaliados no



intervalo de 4 meses, com temperatura média mínima de 17 °C e máxima de 35 °C (Figura 1).

Figura 1: Média mensal das temperaturas durante o período

experimental.

Em 2023 foi feita análise de solo, determinando assim a terra utilizada como solo do tipo 3, ou seja, solo de textura argilosa, apresentando teor de argila de 44%. A relação dos nutrientes está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1: composição química do solo da casa de vegetação

pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC	V%
H ₂ O	dag/dm ³	mg/dm ³		cmolc/dm ³					%
4,9	1,5	1	30	0,3	0,1	1	4,1	4,58	10

pH: Potencial Hidrogeniônico; MO: Matéria Orgânica; P: Fósforo; K: Potássio; Ca: Cálcio; Mg: Magnésio;
Al: Alumínio; H+Al: Hidrogênio+Alumínio; CTC: Capacidade de troca de cátions; V%: Saturação por bases.

Foram utilizados 16 vasos de 8,5 litros, contendo 6 kg de terra, já corrigida e própria para plantio e desenvolvimento da planta, e neles foram plantadas 10 sementes de capim Andropogon. A acidez foi corrigida com 4,29 g de calcário por vaso.

Os vasos foram dispostos em um delineamento inteiramente casualizado (Figura 2), com quatro tratamentos e quatro repetições, sendo os seguintes tratamentos: T1 - testemunha + N; T2 - adubação com 13,32 g de Fosfato Natural Reativo (FNR) Phosactiv (equivalente a 120 kg/ha de P_2O_5); T3 - adubação com 13,32 g de FNR Phosactiv + dose de 1,33 g de bactérias promotoras de crescimento; T4 - adubação com 13,32 g de FNR Phosactiv + dose dobrada (2,66 g) de bactérias promotoras de crescimento. A BPCP utilizada foi da espécie *Azospirillum brasilense*. A adubação fosfatada foi feita somente no dia do plantio. Após cada corte as parcelas foram adubadas com Sulfammo®, fonte de N, com uma dose de 4 g. Os vasos foram irrigados a cada 48 horas, de forma manual e sem formar lâmina d'água, para evitar riscos de estresse hídrico.

Figura 2: Disposição dos vasos na casa de vegetação.



Em abril de 2025, foi feito um corte de uniformização das plantas, igualando-as a 10 cm, e, em seguida, a matéria verde foi identificada, pesada em uma balança digital de precisão e enviada para a estufa de ventilação forçada a 55 °C, por 72 horas para estimativa da produção de massa seca. A cada 28 dias era feita a contagem dos perfilhos e o corte das plantas a 10 cm. Após o terceiro e último corte, foi feita a lavagem das raízes (Figuras 3 e 4), que foram identificadas e levadas para a estufa, para obter o peso seco. Foram avaliadas a produção de massa seca total (MST), massa seca da raiz (MSR) e número de perfilhos (NP).

Figura 3:



Raízes lavadas.

Figura 4: Raízes da repetição 1 lavadas e posicionadas para



comparação: tratamentos 1, 2, 3 e 4, respectivamente.

Os dados foram analisados utilizando o software R, submetidos aos testes de normalidade, Shapiro-Wilk, e homogeneidade das variâncias, Bartlett. Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se teste F e as

médias foram comparadas pelo teste de Duncan, ambos assumindo nível de significância de 5% e 10%, respectivamente. Os resultados foram analisados com os valores a 5%.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes à produção do capim *Andropogon* nas condições deste trabalho estão apresentados nas Tabelas 2 e 3. Observa-se que, para todas as variáveis analisadas, houve um efeito positivo nos tratamentos adubados com FNR em conjunto com as bactérias promotoras de crescimento, porém, o tratamento 3, com inoculação de 1,33 g, foi o mais produtivo estatisticamente no corte 3, tanto em matéria seca total (MST), matéria seca de raiz (MSR) e número de perfilhos (NP). Nos cortes 1 e 2, somente a testemunha obteve desempenho inferior.

Tabela 2: produção de Matéria Seca Total do capim *Andropogon* nos diferentes tratamentos durante os 3 cortes.

TRATAMENTO	MST (g)		
	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3
Testemunha + N	6,12b	5,43b	4,28c
FNR + N	8,7a	11,74a	10,88b
FNR + B1	10,44a	15,18a	14,63a
FNR + B2	10,16a	12,74a	12,35b
Valor -p	0,0048	0,0009	2,1944x10⁻⁶
CV (%)			

16,51	22,05	13,75
-------	-------	-------

As médias com letras distintas na coluna diferem entre si a 5% de significância;

MST: matéria seca total; B1: dose de 1,33 g de BPCP; B2: dose dobrada de 2,66 g de BPCP; CV: coeficiente de variação.

Tabela 3: produção de Matéria Seca de Raiz e Número de Perfilhos do capim Andropogon nos diferentes tratamentos durante o corte analisado.

TRATAMENTO	CORTE 3	
	MSR (g)	NP
Testemunha + N	8,84b	36,00b
FNR + N	14,44a	36,00b
FNR + B1	14,55a	54,75a
FNR + B2	12,63a	45,25ab
Valor -p	0,013	0,078
CV (%)	17,96	24,52

As médias com letras distintas na coluna diferem entre si a 5% de significância;

MSR: matéria seca de raiz; NP: número de perfilhos; B1: dose de 1,33 g de BPCP; B2: dose dobrada de 2,66 g de BPCP; CV: coeficiente de variação.

O fato do tratamento com a dose única de BPCP apresentar desempenho superior ao tratamento com dose dobrada no terceiro

corte, sugere que uma maior concentração bacteriana pode levar à competição entre microrganismos, limitação de substrato ou mesmo efeitos autoinibitórios. Além disso, doses excessivas de inoculantes podem reduzir a eficiência das interações planta-microrganismo, devido à limitação de nichos radiculares e competição microbiana (Ahmad et al., 2022; de Andrade et al., 2023).

Assim, os resultados indicam que não há efeito adicional com a dose dobrada, sendo melhor economicamente manter a inoculação somente com uma dose.

A adição de FNR teve impacto positivo no desenvolvimento do capim *Andropogon*, sendo os tratamentos submetidos à adubação fosfatada mais produtivos que a testemunha, que recebeu apenas nitrogênio. Além disso, foi comprovado o efeito do fósforo no desenvolvimento radicular e aumento da área foliar. A forrageira foi beneficiada também pela produção de uma maior quantidade de perfilhos, principalmente quando o FNR foi associado às bactérias promotoras de crescimento.

Esses resultados indicam o importante papel das BPCP na produção de fitormônios (auxinas, citocininas e giberelinas), na solubilização de fósforo e na fixação biológica de nitrogênio, processos que aumentam a área foliar e o acúmulo de biomassa seca (Prisa, 2023; Kumar et al., 2024).

5. CONCLUSÃO

A partir dos resultados apresentados, é possível concluir que a união de FNR com bactérias promotoras de crescimento têm efeito no aumento da produção do capim *Andropogon*, tanto na quantidade de biomassa seca, enraizamento e na produção de perfilhos.

A inoculação das BPCP em gramíneas forrageiras pode reduzir a necessidade de adubação nitrogenada, mantendo a produtividade e a qualidade da forragem.

Assim, as BPCP, incorporadas ao FNR na densidade correta, podem ser utilizadas como uma opção sustentável para incrementar a produtividade e o desenvolvimento das plantas, reduzindo a dependência de fertilizantes minerais e promovendo maior resiliência fisiológica das plantas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMAD, H. M. et al. **Plant Growth-Promoting Rhizobacteria eliminate the effect of drought stress by altering root morphology and physiology.** *Frontiers in Plant Science*, v. 13, p. 1–14, 2022.

ANAS, Muhammad *et al.* **Fate of nitrogen in agriculture and environment: agronomic, eco-physiological and molecular approaches to improve nitrogen use efficiency.** *Biological Research*, 2018. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7565752/pdf/40659_2020_Article_312.pdf. Acesso em: 03 nov. 2025.

ASSMANN, Alceu Luiz *et al.* **Produção de Gado de Corte e Acúmulo de Matéria Seca em Sistema de Integração Lavoura-Pecuária em Presença e Ausência de Trevo Branco e Nitrogênio.** Revista Brasileira de Zootecnia, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/h5KRvs6hcsRNmPXwNZBf7z/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 03 nov. 2025.

BERNARDI, A. *et al.* **Estudo metanalítico da resposta de gramíneas perenes de verão à adubação nitrogenada.** Scielo, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/mnYv7vhYkRP3wxsgkQKkp4s/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 11 set. 2025.

BREDEMEIER, Christian; MUNDSTOCK, Claudio Mario. **Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas.** Scielo, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/fgh7ZhdCGrrHMSF6XZsS8ZK/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 12 set. 2025.

CARVALHO, Marcelo Ayres *et al.* **BRS Sarandi: nova cultivar de *Andropogon gayanus* para pastagens.** Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1133767/brs-sarandi-nova-cultivar-de-andropogon-gayanus-para-pastagens>. Acesso em: 12 set. 2025.

DIAS, Anderson Dos Santos; SANTOS, Cleberton Correia. **Bactérias Promotoras de Crescimento de Plantas: Conceitos e Potencial de Uso.**

Nova Xavantina, MT, Brasil: Pantanal Editora, 2022.

Embrapa Cerrados. ***Andropogon gayanus* BRS Sarandi**. Embrapa, 2022.

Disponível em:

<https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/9712/andropogon-gayanus-brs-sarandi>. Acesso em: 12 set. 2025.

GLICK, Bernard R. *et al.* **Plant growth-promoting bacteria: mechanisms and applications**. Scientifica, 2012. Disponível em:

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3820493/pdf/SCIENTIFICA2012-963401.pdf>. Acesso em: 03 nov. 2025.

GURGEL, Antonio Leandro Chaves *et al.* **Nitrogen fertilisation in tropical pastures: what are the impacts of this practice?**. Australian Journal of Crop Science, 2020. Disponível em:

https://www.cropj.com/grugel_14_6_2020_978_984.pdf. Acesso em: 03 nov. 2025.

HAYAT, Rifat *et al.* **Soil beneficial bacteria and their role in plant growth promotion: a review**. Annals of Microbiology, 2010. Disponível em:

https://annalsmicrobiology.biomedcentral.com/articles/10.1007/s13213-010-0117-1?utm_. Acesso em: 03 nov. 2025.

HUNGRIA, Mariangela. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: Inovação em rendimento a baixo custo**. Londrina, PR: Embrapa Soja, 2011.

KUMAR, G. et al. **Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and resilience**. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, v. 8, p. 1–12, 2024.

LOBATO, Edson *et al.* **Adubação fosfatada em pastagens**. 1986. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1163909?locale=pt_BR. Acesso em: 03 nov. 2025.

NETO, Antônio Eduardo Furtini *et al.* **Fertilidade do Solo**. Lavras, MG: Universidade Federal de Lavras (UFLA), 2001.

NOVAIS, R. F. *et al.* **Níveis críticos de fósforo no solo para o eucalipto**. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 6, n. 1, p. 29-37, jan./jun. 1982.

OCP Brasil. **Phosactiv®: O fosfato natural reativo da OCP Brasil para construir a fertilidade do solo**. OCP Brasil, 2023.

PIZOL, José Vitor. **Fósforo nas plantas: Qual a importância deste nutriente**. *Nutrição de Safras*, 2023. Disponível em: <https://nutricaoodesafras.com.br/importancia-do-fosforo-nas-plantas>. Acesso em: 14 set. 2025.

PIZOL, José Vitor. **Nitrogênio para as plantas: Para que serve e quais as vantagens na adubação mineral?**. *Nutrição de Safras*, 2022. Disponível em: <https://nutricaoodesafras.com.br/nitrogenio-para-as-plantas>. Acesso em: 14

set. 2025.

PRISA, D. **Microbial Biofertilisers in Plant Production and Resistance.**

Agriculture (MDPI), v. 13, n. 1, p. 97, 2023.

ROCHA, G. P. *et al.* **Nitrogênio na produção de matéria seca, teor e rendimento de proteína bruta de gramíneas tropicais.** Tropical

Grasslands, 2000. Disponível em:

https://www.tropicalgrasslands.info/public/journals/4/Elements/DOCUMENTS/2000-vol22-rev1-2-3/Vol22_rev1_00_art2.pdf. Acesso em: 11 set. 2025.

SANTOS, Ívina Paula Almeida Dos *et al.* **Frações de fósforo em gramíneas forrageiras tropicais sob fontes e doses de fósforo.** Scielo, 2006.

Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/cagro/a/Xqw7B6vnxDMkFqDJgvwYqnQ/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 11 set. 2025.

SPOLAOR, Leandro Teodoski *et al.* **Bactérias promotoras de crescimento associadas a adubação nitrogenada de cobertura no desempenho agrônômico de milho pipoca.** Scielo, 2010. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/brag/a/CzYMYzhDPc4TCyjrfaqkggQF/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 11 set. 2025.