

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
CÂMPUS OESTE, SÃO LUÍS DE MONTES BELOS
PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL E FORRAGICULTURA
MESTRADO PROFISSIONAL

LUCAS HENRIQUE FERREIRA SANTOS

**BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO E ADUBAÇÃO NITROGENADA
NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE CAPIM MAVUNO**

São Luís de Montes Belos
2024

LUCAS HENRIQUE FERREIRA SANTOS

**PRODUTIVIDADE DE CAPIM MAVUNO SOBRE O USO DE BACTÉRIAS
PROMOTORAS DE CRESCIMENTO E ADUBAÇÃO NITROGÊNADA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás Câmpus Oeste, São Luís de Montes Belos para obtenção do título de Mestre em Produção Animal e Forragicultura.

Linha de pesquisa: Forragicultura e Pastagem

Orientadora: Profa. Dra. Clarice Backes

Coorientador: Patrick Bezerra Fernandes

Coorientador: Alessandro José Marques Santos

São Luís de Montes Belos

2024

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UEG
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

F999c FERREIRA SANTOS, LUCAS HENRIQUE
Características produtivas e qualitativas do
capim-mavuno, inoculados com bactérias promotoras de
crescimento com uso de adubação nitrogenada / LUCAS
HENRIQUE FERREIRA SANTOS; orientador CLARICE BACKES;
co-orientador ALESSANDRO JOSÉ MARQUES SANTOS. -- Santa
Bárbara de Goiás, 2024.
51 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação
Mestrado Profissional em Produção Animal e
Forragicultura) -- Câmpus Oeste - Sede: São Luís de
Montes Belos, Universidade Estadual de Goiás, 2024.

1. Características produtivas e qualitativas do
capim-mavuno, inoculados com bactérias promotoras de
crescimento com uso de adubação nitrogenada. I. BACKES,
CLARICE, orient. II. MARQUES SANTOS, ALESSANDRO JOSÉ,
co-orient. III. Título.

LUCAS HENRIQUE FERREIRA SANTOS

**BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO E ADUBAÇÃO NITROGENADA
NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE CAPIM MAVUNO**

Dissertação apresentada à Universidade
Estadual de Goiás – Câmpus Oeste, para
a obtenção do título de Mestre em
Produção Animal e Forragicultura.

Aprovado em: 13 de dezembro de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 CLARICE BACKES
Data: 09/01/2025 12:21:18 -0300
Verifique em <https://validar.jf.gov.br>

Profa. Dra. Clarice Backes – UEG

Documento assinado digitalmente
 LUIZ FERNANDES CARDOSO CAMPOS
Data: 13/12/2024 23:48:52 -0300
Verifique em <https://validar.jf.gov.br>

Prof. Dr. Luiz Fernandes Cardoso Campos – UNIR

Documento assinado digitalmente
 DANILO AUGUSTO TOMAZELLO
Data: 13/12/2024 23:09:53 -0300
Verifique em <https://validar.jf.gov.br>

Prof. Dr. Danilo Augusto Tomazello – UEG

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, a minha esposa e minha família. Minha gratidão especial a Prof. Dra. Clarice Backers, minha orientadora e, sobretudo, uma querida e grande amiga, pela pessoa e profissional que é. Obrigado por sua dedicação, que a fez, por muitas vezes, deixar de lado seus momentos de descanso para me ajudar e me orientar.

RESUMO

Atualmente o uso de alternativas ecologicamente corretas e viáveis ao meio ambiente têm sido cada vez mais procuradas, para solucionar problemas agrícolas resultantes do uso exagerado de produtos químicos aos solos e seus impactos. A utilização de bactérias promotoras de crescimento (BPCP) como *Pseudomonas fluorescens* e *Azospirillum brasilense*, é mais uma alternativa executável, de menor custo de implantação e manutenção de pastagens. Para tanto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o uso de bactérias BPCP sobre produção de plantas forrageiras, comparando os índices produtivos dessas forragens. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da inoculação com bactérias promotoras de crescimento nas características produtivas e qualitativas do capim-mavuno. O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Estadual de Goiás – Campus São Luís de Montes Belos, Goiás. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições por tratamento. Foram utilizados oito tratamentos com estratégias de inoculação de microrganismos e adubação nitrogenada: Testemunha (sem inoculação e sem N); 100 kg ha⁻¹ de N; *Azospirillum brasilense*, no N; *Pseudomonas fluorescens*, no N; *A. brasilense* e *P. fluorescens*, no N; *A. brasilense*, mais 50 kg ha⁻¹ de N; *P. fluorescens*, mais 50 kg ha⁻¹ de N; e *A. brasilense* + *P. fluorescens*, acrescidos de 50 kg ha⁻¹ de N. A concentração de microrganismos presentes no produto foi de 1x10⁸ UFC mL⁻¹ de *A. brasilense* e 1x10⁸ UFC mL⁻¹ de *P. fluorescens*. Cada unidade experimental possuía 9 m², 3 m de comprimento e 3 m de largura. As características quantitativas avaliadas foram: altura do dossel forrageiro, densidade populacional de perfilhos, relação folha:colmo e produção de massa seca. Para a caracterização qualitativa, foi realizada análise bromatológica. A inoculação do capim mavuno, acrescido de N, proporcionou aumento na densidade populacional de perfilhos e produção de massa seca, além da melhora de algumas características bromatológicas. A inoculação do capim mavuno, sem N, não é suficiente para promover bons resultados. A bactéria *P. fluorescens* + 50 kg ha⁻¹ de N, em algumas situações, foi superior ao tratamento que utilizou co-inoculação com *A. brasilense*.

Palavras-chave: Sustentabilidade, Bactérias diazotróficas.

ABSTRACT

Currently, the use of ecologically correct and environmentally viable alternatives has been increasingly sought to solve agricultural problems resulting from the excessive use of chemical products in soils and their impacts. The use of growth-promoting bacteria (GPBP) such as *Pseudomonas fluorescens* and *Azospirillum brasilense* is another feasible alternative, with lower implementation and maintenance costs for pastures. Therefore, the present study aimed to evaluate the use of GPBP bacteria on the production of forage plants, comparing the productive indexes of these forages. The aim of this study was to evaluate the effect of inoculation with growth-promoting bacteria on the productive and qualitative characteristics of campim-mavuno. The experiment was conducted in the experimental area of the State University of Goiás - São Luís de Montes Belos Campus, Goiás. The experimental design used was randomized blocks, with four replicates per treatment. Eight treatments with microorganism inoculation and nitrogen fertilization strategies were used: Control (no inoculation and no N); 100 kg ha⁻¹ of N; *Azospirillum brasilense*, in the N; *Pseudomonas fluorescens*, in N; *A. brasilense* and *P. fluorescens*, in the N; *A. brasilense*, plus 50 kg ha⁻¹ of N; *P. fluorescens*, plus 50 kg ha⁻¹ of N; and *A. brasilense* + *P. fluorescens*, plus 50 kg ha⁻¹ of N. The concentration of microorganisms present in the product was 1x10⁸ CFU mL⁻¹ of *A. brasilense* and 1x10⁸ CFU mL⁻¹ of *P. fluorescens*. Each experimental unit had 9 m², was 3 m long and 3 m wide. The quantitative characteristics evaluated were: height of the forage canopy, population density of tillers, leaf:stem ratio and dry mass production. For the qualitative characterization, a bromatological analysis was performed. The inoculation of mavuno grass, added with N, provided an increase in the population density of tillers and dry mass production, in addition to the improvement of some bromatological characteristics. The inoculation of mavuno grass, without N, is not sufficient to promote good results. The bacterium *P. fluorescens* + 50 kg ha⁻¹ of N, in some situations, was superior to the treatment that was used co-inoculation with *A. brasilense*.

Keywords: Sustainability, Diazotrophic bacteria.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS	11
1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DA LITERATURA	12
2.1 Degradação de Pastagens	12
2.2 Uso do gênero <i>Uroclhoa</i> no Brasil	14
2.3 Adubação nitrogenada em plantas forrageiras aliado ao custo de adubação	15
2.4 <i>Pseudomonas fluorescens</i>	17
2.5 <i>Azospirillum</i> sp.	19
REFERÊNCIAS	21
CAPITULO 2 - ARTIGO	35
1 INTRODUÇÃO	36
2 MATERIAL E MÉTODOS	37
2.1 Caracterização da área experimental	37
2.2 Composição química do solo	38
2.3 Delineamento experimental	39
2.4 Implantação do experimento	39
2.5 Avaliações	40
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4 CONCLUSÕES	6
REFERÊNCIAS	7
CAPÍTULO 3 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	10

CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS

1 INTRODUÇÃO

A disponibilidade de nutrientes, a escolha da cultivar forrageira e o manejo adequado, são pilares que podem auxiliar na recuperação do cenário de degradação de pastagens no Brasil, uma vez que a longevidade e a qualidade nutricional dessas plantas forrageiras, somente é alcançada com a manutenção nutricional efetiva das mesmas (CECATO et al., 2014; OLIVEIRA, 2022).

O nitrogênio (N) é o principal nutriente requerido pelas pastagens, por proporcionar o crescimento e o desenvolvimento vegetal, devido ao surgimento de novas células e tecido (SILVA, 2019). Por outro lado, também é o elemento mineral que sofre mais perdas por volatilização, lixiviação e desnitrificação e na maioria das vezes não se encontra prontamente disponível para as plantas, sendo também exportado para fora do sistema solo-planta nos produtos de origem animal. Tais complexidades ocasionam a limitação de N acarretando em degradação nessas pastagens (REIS JÚNIOR et al., 2004).

A reposição de nutrientes via solo através da adubação química, não é uma estratégia adotada pela grande maioria dos produtores pecuários que utilizam a atividade de forma extensiva, apesar de a resposta ser bastante significativa e imediata. Estima-se que apenas 5% das propriedades destinadas a pecuária no Brasil realizam o manejo de adubação química visando à reposição de nutrientes. Isso ocorre, principalmente em função dos onerosos custos financeiros e riscos de contaminações ambientais, já que são fabricados com matérias-primas não renováveis advindas de combustíveis fósseis (MORAIS et al., 2012).

Nesse sentido, o uso de bactérias promotoras de crescimento simbióticas e associativas (BPCP) pode ser alternativa viável para compensação das perdas de N, melhorando assim a fixação biológica do N atmosférico e otimizando seu aproveitamento em gramíneas forrageiras, por meio da atuação dos fitormônios que estimulam a maior absorção de água e nutrientes, bem como o maior desenvolvimento do sistema radicular e demais órgãos das plantas (DOBBELAERE et al., 2002; BASHAN et al., 2004). Dentro dessa perspectiva, estudos demonstraram que diferentes gramíneas forrageiras, quando submetidas ao tratamento com bactérias diazotróficas (BPCP), apresentaram melhora efetiva nos parâmetros de crescimento e desenvolvimento como ocorreu na cultura do trigo (DIDONET et al., 1996); milho

(CAVALLET et al., 2000); *Urochloa humidicola*, *Urochloa decumbens* cv. Basilisk e *U. brizantha* cv. Marandú (REIS JÚNIOR et al., 2004); *Urochloa decumbens* (GUIMARÃES et al., 2011; BRENNECKE et al., 2016) *U. ruziziensis* (DUARTE et al., 2020).

Para tanto, neste trabalho objetivou-se avaliar o uso de bactérias promotoras de crescimento e adubação nitrogenada na produtividade e qualidade do capim mavuno.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Degradação de Pastagens

Durante a década de 1970 a 1985 houve intenso crescimento da atividade de pecuária bovina brasileira, com isso novas fronteiras ou extensões de terras foram abertas, passando de 12 milhões de hectares para 32 milhões, atingindo em 1991 400% de aumento no Cerrado (KHUTHCOUSHI et al., 1991). Nessa perspectiva a carne bovina atingiu produção de 25 milhões de toneladas em 2017, com rebanho bovino estimado em 218,23 milhões (EMBRAPA, 2018). E essa conjuntura denota ao fato que a cada década a fronteira agrícola vêm se intensificando, alavancando a produtividade dos rebanhos, transformando mutualmente o cenário da agropecuária e dos ecossistemas do território nacional (SOUZA; SOUZA et al, 2022).

Contudo, o baixo investimento nas terras adquiridas a baixo custo culminou em pastagens com baixo vigor, baixa produtividade, pouca capacidade de suporte animal, baixa tolerância a plantas invasoras, doenças e pragas, e sem viabilidade de recuperação natural, em razão de práticas de manejo inadequadas da exploração intensiva (MACEDO, 1995; PERON, 2004). Além disso, a ausência da reposição dos recursos extraídos, juntamente, com a falta de adoção de práticas conservacionistas, acarretou no empobrecimento do solo, redução da taxa de infiltração de água, que consequentemente provoca a diminuição da vazão de nascentes ou sua completa extinção, instabilidade nas vazões dos rios, aumento do assoreamento dos cursos d'água e perda da biodiversidade da fauna aquática (PEREIRA; FERREIRA; GUIMARÃES, 2018).

Antes da erosão hídrica propriamente dita acontecer, a baixa taxa de infiltração dos solos aliada ao alto nível de precipitação, permite o acúmulo de água na superfície do solo, e quando este acúmulo ocorre de forma exagerada gera o escoamento superficial (CASTRO et al., 2012). Tal fenômeno, possui a capacidade de carrear

nutrientes, suspendendo-os juntamente com a solução do solo ou promovendo sua completa absorção nas partículas do solo. Para mais, a matéria orgânica, sementes e defensivos também são transportados, gerando a degradação progressiva dos solos agrícolas (BRANDÃO; PRUSKI; SILVA, 2003).

Castro et al (2012) observaram que a cobertura do solo afetou atributos físicos hídricos do solo, em áreas ocupadas por pastagem degradada, proporcionando maiores densidades de solo e escoamento superficial, bem como menores porosidades totais e taxas de infiltração básica quando comparado a áreas ocupadas por floresta nativa. Os autores relataram ainda que o aumento do volume de água da chuva por unidade de área horizontal, ou seja, a medida da altura da lâmina de água da chuva acumulada sobre a superfície plana (altura precipitada), proporciona aumento do escoamento superficial independente da cobertura do solo.

A manipulação de pastagens que resulta em diminuição da cobertura vegetal conduz a maior perda de solo, portanto, o somatório de todas as ações antrópicas inadequadas que favoreçam a maior exposição do solo a intemperes, como chuva, diminuição de matéria orgânica, vento, e ausência de reposição de nutrientes levam ao fenômeno de degradação de pastagens (JÚNIOR, SILVA e GUIMARÃES, 2013).

De acordo com Pereira, Ferreira e Guimarães (2018), os níveis de degradação de pastagem em região de Mata Atlântica podem oscilar durante o ano por intermédio da precipitação, possuindo tendência de aumento no período seco e de diminuição no período chuvoso.

Dias Filho (2007) evidenciou que grande parte das pastagens instaladas em biomas nacionais como o Cerrado e a Amazônia, se mostraram degradadas ou em estágio de degradação. Essa realidade decorre do preparo inadequado da área, da alta taxa de lotação, pisoteio exorbitante, exploração intensiva do solo além da capacidade, alterando negativamente os agroecossistemas, modificando atributos físicos, químicos e biológicos do solo (DIAS FILHO, 2011).

O desempenho de bovinos durante a fase de engorda pode ser prejudicado em pastagens degradadas devido à produtividade de carne ser seis vezes inferior aquelas encontradas em pastagens em boa manutenção de adubação ou recuperadas (MACEDO et al., 2000).

Presumidamente, entende-se que os níveis de degradação possuem 6 tipos de classificação visuais conforme descrição de Spain e Gualdrón (1988), onde o nível 1 corresponde ao estágio leve em que a população forrageira simboliza 25% de perda

de vigor e qualidade; seguido pelo nível 2 considerado em estágio moderado que representa de 25% a 50% de alteração na população forrageira principal; passando para o nível 3 ou forte, onde ocorre o aparecimento de plantas invasoras entre 50 a 70% da comunidade forrageira levando em conta os níveis 1 e 2; continuado pelo nível muito forte conhecido como estágio 4 que inclui conjuntamente os outros níveis 1, 2, 3 com o 4, que resulta na maior exposição do solo em torno de 75%; seguido pelo nível 5, o qual, também é considerado um estágio muito forte de degradação e considera os demais níveis anteriores chegando a um nível de exposição de solo superior a 75% e finalizado pelo nível 6 ou muito forte que comporta todos os níveis 1, 2, 3, 4, 5 e 6 contendo o desgaste severo do solo ou erosão agravada.

Costa et al. (2012) retrataram que os indicadores físicos de atributos de qualidade do solo, como menor taxa de infiltração, diminuição no crescimento e desenvolvimento de raízes limitando a absorção, refletindo em menor produção de biomassa vegetal, são excelentes e mais precisos do que os métodos visuais em identificar e diferenciar áreas degradadas.

De acordo com Zimmer et al. (2012), apenas uma pequena minoria dos produtores pecuaristas do cerrado, desenvolvem efetivamente a reforma dos pastos ou recuperação das áreas degradadas, e os principais motivos são atrelados ao desprovimento de assessoria ou informações técnicas que objetivam alterar a realidade deste quadro.

2.2 Uso do gênero *Uroclhoa* no Brasil

O gênero *Uroclhoa* é originário do continente africano, sendo classificado taxonomicamente como integrante da ordem *Graminales*, família *Poaceae*, subfamília *Brachiareae*, englobando cerca de 100 espécies (GASTAL; NELSON, 1994). Segundo indícios históricos o primeiro exemplar a ser introduzido no território nacional foi a *U. mutica*, que no período do Brasil colonial sua palha era empregada como leito para escravos quando eram transportados dentro dos navios negreiros (TOLEDO et al., 2019). Já, a espécie *U. decumbens* foi inserida pela EMBRAPA na década de 1960 (CASTRO et al., 2009) e ocupou 50% das pastagens distribuídas no país. Isso remete ao fato de as espécies do gênero *Uroclhoa* apresentam excelente adaptação a diferentes agroecossistemas de climas tropicais e condições edafoclimáticas (MARTUSCELLO et al., 2009; FONSECA FILHO et al., 2017; BITTAR, 2017).

Além disso, as espécies do gênero *Uroclhoa* apresentam ótimo valor nutritivo, boa aceitabilidade por parte dos animais, vigor acentuado de rebrota e elevada capacidade de recuperação a desfolhação contínua (ALVIM et al., 2002).

Contudo, na região Centro-Oeste do país, desde sua introdução no mercado em 1984, *U. brizantha* cv. Marandu é uma das espécies forrageiras mais empregadas para finalidade de pastagens cultivadas (MACEDO, 2006; BARBERO et al., 2021), em premissa do maior incremento de biomassa e resistência a cigarrinha- das- pastagens, quando comparada a *U. decumbens* (NUNES et al., 1984). Entretanto, a espécie não deve ser posicionada e recomendada em áreas com elevados índices chuvosos, alagamentos constantes ou em solos com baixa capacidade de infiltração (JÚNIOR RALF et al., 2016).

Outra espécie popular do gênero é a *U. ruziziensis*, que devido a rusticidade do seu sistema radicular e produção de biomassa têm sido implantadas em áreas destinadas ao plantio direto para prática de cobertura do solo (BARBERO et al., 2021), que tem sido bastante utilizada nos cruzamentos para o lançamento dos híbridos.

O capim Mavuno é um híbrido originário do cruzamento de duas cultivares forrageiras, *U. ruziziensis* e *U. brizantha* cv. Marandu, que possui hábito cespitoso, tolerância à seca, à cigarrinha-das-pastagens e demanda solos de média e alta fertilidade (FONSECA, 2021; UNISAGRO, 2015). Seu nível de produção totaliza até 20 t ha⁻¹ de MS (matéria seca) ao ano. Morfologicamente trata-se de uma planta caracterizada como perene, tetraploide, que apresenta touceiras de 1,20 metros de altura (RODRIGUES, 2019), com lâminas foliares largas e longas (UNISAGRO, 2015).

Em trabalho realizado por Batista et al. (2023) foi comprovado que as cultivares Xaraés, G172 e Mavuno, foram as que viabilizaram maior acúmulo de forragem, lâmina foliar e porcentagem de lâmina foliar, tornando excelentes alternativas de substituição ao capim Marandu. Ressalta-se ainda, que em parâmetro de incremento de colmo Mavuno se sobressaiu em relação as demais cultivares.

2.3 Adubação nitrogenada em plantas forrageiras aliado ao custo de adubação

O N exerce papel relevante na fotossíntese, respiração celular, biossíntese de proteínas (OKUMURA; MARIANO; ZACCHEO, 2011), clorofila, formação de enzimas, e fonte de informação genética. Dentro das plantas o N é um elemento bastante móvel (TAIZ; ZEIER, 2013).

Essencialmente, para as gramíneas forrageiras o N é o elemento mineral requisitado em maior quantidade (BOURSCHEIDT et al., 2019) sobretudo em regiões tropicais (GUIMARÃES et al., 2016). Isso ocorre devido o N proporcionar maior resposta na produção de biomassa verde, que, por conseguinte permite uma maior taxa de lotação animal por área (OLIVEIRA et al., 2010; SILVA et al., 2023).

Fisiologicamente, a fertilização nitrogenada mantém a divisão celular e a atividade fotossintética das folhas das gramíneas ativa por um intervalo de tempo após o processo de desfolhação, que retarda a mobilização interna de N, em função da diminuição da interceptação solar, dos compostos orgânicos de crescimento, assim como da fotossíntese líquida do dossel (JUNIOR, 2008; DAVIDSON; MILTHORPE, 1966). Apesar disso, o acúmulo dos compostos nitrogenados de reserva e a absorção de N pelo sistema radicular assegura o fornecimento de C e N para as zonas de crescimento das plantas por meio da translocação de N (JUNIOR et al., 2008).

Martins, Pereira e Kikuti (2022), observaram que a aplicação de doses equivalentes a aproximadamente 100 kg ha⁻¹ de N em *U. brizantha* cv. Marandú proporcionaram maior produtividade de *U. brizantha* cv. Marandú.

Souza et al. (2023) trabalhando com forrageiras Marandú, Mavuno e Xaraés, distribuídas em parcelas e submetidas a adubação de cobertura com 0 e 80 kg ha⁻¹ de N, relataram maior acúmulo de produção de biomassa, lâmina foliar e porcentagem de lâmina foliar. Evidenciando que as cultivares estudadas G172, G153, Mavuno e Xaraés demonstraram maior eficiência em conversão de N em forragem.

Em estudo, sobre a adubação nitrogenada em diferentes híbridos de *U. brizantha*, Silva et al. (2018) reportaram que os híbridos Mavuno e Convert HD 364 foram responsivos ao manejo de adubação com doses de até 90 a 100 kg ha⁻¹ de N na fonte de uréia. E detectaram que Mavuno apresentou maior índice de altura e matéria natural quando comparado ao Convert HD 364 na dose de 90 kg ha⁻¹ de N. Já, o Convert HD 364 mostrou-se responsivo em doses acima de 90 kg ha⁻¹. Entretanto, nas avaliações bromatológicas para os parâmetros de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e matéria mineral (MM), ambos apresentaram resultados semelhantes.

Pereira et al. (2012) verificaram que o encurtamento do tempo de colheita e aumento na produção de forragem do capim-tifton 85, aconteceu quando o solo apresentou maiores teores de N, prontamente acessíveis.

Segundo Santos, Nogueira e Hungria (2021), cerca de 70% dos fertilizantes nitrogenados usados no país são advindos de importações, fato que eleva o custo de produção, visto que 40% do custo total da produção pecuária, têm como finalidade a adubação nitrogenada das forragens. O N não é advindo da rocha, ou seja, do material de origem do solo, sendo imprescindível e insubstituível para promoção do crescimento, morfogênese e rebrotação das pastagens (CABRAL et al., 2021; BACKES et al., 2018).

Santos et al. (2009) observaram que os custos de recuperação de pastagens são demasiadamente elevados. Quando se compara o custo de recuperação com uma adubação mínima de manutenção, verifica-se que este torna-se 60% maior, sendo viável, porém fazer a manutenção (EMBRAPA, 2016).

Contudo, quando o N é utilizado de forma descuidada e imprudente, com quantidades excessivas provoca a poluição de recursos hídricos e aumento da produção de CO₂ (YASUOKA et al., 2018).

Em vista disso, fontes alternativas de N menos onerosas e ecologicamente benéficas ao ambiente e ao desenvolvimento de uma pecuária sustentável, veem sendo estudadas ao longo dos anos, por meio do uso da inoculação de bactérias diazotróficas como *Azospirillum sp.* e *Pseudomonas fluorescens* em gramíneas forrageiras, associadas a adubação nitrogenada (BRENNECKE et al., 2016; LOPES et al., 2018; FREITAS et al., 2019; DUARTE et al., 2020; ROCHA et al., 2022).

2.4 *Pseudomonas fluorescens*

Pseudomonas spp. é um gênero de bactérias que se encontra amplamente distribuído nos recursos hídricos, solos, vegetação e recintos de atividade animal nos ecossistemas (CHANG et al., 2016; YAN et al., 2023). Algumas estirpes deste gênero podem produzir uma série de metabólitos como antibióticos, sideróforos, hormônios promotores do crescimento vegetal, exoenzimas líticas, cianeto de hidrogênio e propriedades solubilizantes de fosfatos (THOMASHOW; WELLER, 1996; ZAGO et al., 2020). Autores como Bagnasco et al. (1998) e Martin e Loper (1999), relataram que *Pseudomonas* spp. também possui a habilidade de antagonizar outros patógenos de plantas como *Rhizoctonia* e *Pythium*.

Sabe-se que o gênero comporta aproximadamente 128 espécies validadas, no qual, 23 são patogênicas a diferentes espécies de plantas como *Pseudomonas*

syringae e outras 16 são relacionadas como agentes etiológicos de doenças em animais e seres humanos (PEIX et al., 2009).

Geralmente, as cepas benéficas, são extraídas da espécie *P. fluorescens*. Um tipo de bactéria gram-negativa psicotrófica (ANDREANE et al., 2019), pertencente à família *Pseudomanadaceae*, na qual, opta por ambientes com temperaturas baixas objetivando favorecer o seu crescimento e multiplicação (WANG et al., 2021). Possui formato de bastonetes, apresentando numerosos flagelos em sua extremidade que oportunizam sua movimentação no solo (COELHO et al., 2007).

Em estudo com o uso da bactéria em forrageiras Bennecke et al. (2016) comprovaram que a inoculação de *P. fluorescens* em *U. decumbens* propiciou incremento nos números de folhas por perfilho e índice de alongamento de colmos.

Lopes et al. (2018) relataram que *P. fluorescens* e *Burkholderia pyrrocinia* coinoculados em plantas *U. brizantha*, aumentaram a quantidade de nitrato, proteína, concentração de N, área foliar, números de perfilhos, fotossíntese líquida e produção de biomassa total. Denotando, uma fonte potencialmente valiosa que contribuição da busca de alternativas ecologicamente corretas para melhoria da produtividade das pastagens.

Da mesma forma, os feitos da eficiência do sinergismo de *P. fluorescens* com as raízes das plantas, influenciando a promoção de crescimento, também foram reportados na literatura em diferentes culturas como algodão, trigo e tomate (HOWELL; STIPANOVIC, 1980; SANGUIN et al., 2008; KELL et al., 1992).

Em trabalho realizado por Crioulo et al. (2012), foi relatado que as cepas 4K 9 (pertencentes ao gênero *Stenotrophomonas*) e 5B (pertencentes ao gênero *Pseudomonas*) afetaram positivamente a taxa de crescimento vegetal de *Pennisetum clandestinum* aos 100 e 130 dias de cultivo, aumentando o peso fresco e seco da planta em relação ao controle químico, sob condições de inverno.

2.5 Azospirillum sp.

A partir da década de 1925, o gênero *Azospirillum* começou a ganhar notoriedade, ao ser estudado pela primeira vez pelo pesquisador Beijerinck, que o intitulou como *Spirillum*. Por conseguinte, em 1979 os achados da pesquisadora brasileira Johanna Döbereiner, fizera com que a nomenclatura sofresse alteração, ao verificar a associação e interação de *Spirillum* com gramíneas e sua capacidade em fixar N, reclassificando-o como *Azospirillum*, e tornando-o objeto de diversificados

estudos em anos remotos e subsequentes (TARRAND; DÖBEREINER, 1978; SANTOS; NOGUEIRA; HUNGRIA, 2021).

O gênero *Azospirillum* pertence à subdivisão proteobactéria (REIS et al., 2010), família *Rhodospirillaceae* (CASSÁN et al., 2020), sendo caracterizado por possuir formato bacilar, padrão flagelar misto, movimento vibratório, e tamanho de 0,8 μm de comprimento e 2,4 μm de largura (Bashan; Holguin, 1997), abrangendo cerca de 21 espécies catalogadas dentre as quais encontram-se, *A. brasilense*, *A. amazonense*, *A. irakense*, *A. canadense*, *A. lipoferum*, *A. lagirmobile*, *A. rugosum*, *A. melinis*, *A. doebereineriae*, *A. oryzae*, *A. thiophilum*, *A. zeae*, *A. palatum*, *A. halopraeferens*, *A. picis*, *A. formosense*, *A. fermentarium*, *A. himalayense*, *A. agrícola*, *A. humicireducens* e *A. soli* (TARRAND et al., 1978; HALL; KRIEG, 1984; ZAMBRANO et al., 2007; ZHOU et al., 2013; LIN et al., 2013; TYAGI; SINGH, 2014; LIN et al., 2015; LIN et al., 2016). Comumente essas bactérias são encontradas em regiões de clima tropical e temperado (PATRIQUIN et al., 1983) onde frequentemente associam-se a raízes de cereais e gramíneas (BASHAN; HOLGUIN, 1997).

São consideradas bactérias diazotróficas ou rizobactérias, pois ao mesmo tempo que possibilitam o crescimento das plantas, captam o N atmosférico, diminuindo sua lixiviação e volatilização (CUNHA et al., 2014). Geralmente, mensura-se que a morfologia dessas bactérias é distinta, já que as células são móveis no solo e em ambientes *in vitro*, impressionantemente, alterando sua flagelação a diferentes ambientes (OKON; LABANDERA-GONZALEZ, 1994; LICEA-HERRERA; QUIROZ-VELASQUEZ; HERNÁNDEZ-MENDOZA, 2020). Ademais, a temperatura ótima para colonização consiste na faixa entre 28 a 41°C (ECKERT et al., 2001).

De acordo com Unno et al. (2006) o gênero *Azospirillum* pode induzir também a produção da enzima glutamina sintase no sistema radicular, favorecendo a fixação biológica de N e sua incorporação, possibilitando que as plantas atinjam amplo desenvolvimento.

A espécie *A. brasilense* dentro deste gênero recebe demasiada visibilidade, em decorrência de ser a primeira espécie identificada e a mais relatada em resultados de pesquisas (CASTELLANO; ESPINOSA; FERNÁNDEZ, 2015).

Estudos conduzidos, na cultura do arroz testificaram benefícios de *Azospirillum* referentes a fatores de indução de resistência à patógenos e tolerância ao estresse hídrico (NÓBREGA et al., 2004).

Chaves et al. (2015) postularam que o uso de *A. brasilense* na cultura da cana-de-açúcar assegurou maior acúmulo de massa seca nas raízes. Resultados semelhante também foram obtidos por Moreira et al. (2020) nos tecidos radiculares de *Urochloa brizantha* cv. Marandu através de sementes inoculadas com doses de 5 a 10 mL kg⁻¹ de *A. brasilense*, que após semeadura foram submetidas a um período de rega de 2 a 4 dias, respectivamente.

González-Cañizares et al. (2020) observaram que a coinoculação de *A. brasilense* e *Rhizoglomus irregulare* em *Brachiaria hybrid* cv. Mulato II, obtiveram aumento significativo de substâncias promotoras de crescimento e ramificação do sistema radicular que por conseguinte, favoreceu o aumento dos sítios de colonização e formação de múltiplas estruturas micorrízicas. Os mesmos autores também mencionaram, que os fitohormônios giberelina e ácido indolilacético são os principais produtos procedente desse tipo de sinergismo.

Bulegon et al. (2017) ao trabalhar com “Respostas fisiológicas de *Urochloa ruziziensis* inoculada com *A. brasilense* à seca severa e condições de reidratação”, reportaram acréscimo na taxa fotossintética, como também maior tolerância a seca por parte da planta hospedeira.

Em experimento, Silva (2023) justificou que a inoculação com cepas Ab-V5 e Ab-V6 de *A. brasilense* em pastagens de Tifton 85, resultou em maior relação na interação lâmina foliar/colmo/bainha e maior rendimento na produção de forragem, não afetando o teor de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e nutrientes digestíveis totais (NDT).

Sá et al. (2019) avaliando o “rendimento de biomassa, acúmulo de N e valor nutritivo de capim Mavuno inoculado com bactérias promotoras de crescimento”, verificaram que os tratamentos com PGPB (*Azospirillum*, *Pseudomonas* e *Rizobium*) combinados com fertilizantes nitrogenados foram capazes de proporcionar maiores ganhos em produtividade, quando relacionados aos tratamentos sem inoculação. Os autores mencionaram ainda, que os fitohormônios secretados pelas bactérias incrementaram de maneira bastante significativa o crescimento radicular e a absorção total de N pela parte aérea, assim como, a combinação da inoculação com fertilizantes nitrogenados resultou em maiores índices relativos de clorofila, massa seca de perfilhos e absorção total de N.

REFERÊNCIAS

- ABIEC. **Números do Setor**. Disponíveis em: < <https://www.abiec.com.br/>> Acesso 14. Jun. 2024.
- ALVES, L. A.; DENARDIN, L. G. D. O.; FARIAS, G. D.; FLORES, J. P. M.; FILIPPI, D.; BREMM, C.; CARVALHO, P. C. F.; MARTINS, A. P.; GATIBONI, L. C.; TIECHER, T. Fertilization strategies and liming in no-till integrated crop–livestock systems: effects on phosphorus and potassium use efficiency. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 46, p. e0210125, 2022.
- ALVES, T. C. T.; CAVALLI, E. Análise de custo para reforma de pastagens degradadas no município de Novo Mundo-MT. **Unifama**, 2019. Disponíveis em < <https://sophiauta.s3.amazonaws.com/Agroneg%C3%B3cio/tcc+pdf+Thalya+da+Cunha.pdf>> Acesso 20. Jun. 2024.
- ALVIM, M.J.; BOTREL, M. A.; XAVIER, D. F. As principais espécies de Brachiaria utilizadas no País. **Comunicado técnico**22. Juiz de Fora, MG. Dez, 2002.
- ANDRADE, F. M. C.; CASALI, V. W. D. Homeopatia, agroecologia e sustentabilidade. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 6, n. 1, p. 49-56, 2011.
- ANDREANI, N.; CARRARO, L.; ZHANG, L.; VOS, M.; CARDAZZO, B. Transposon mutagenesis in *Pseudomonas fluorescens* reveals genes involved in blue pigment production and antioxidant protection. **Food microbiology**, v. 82, p. 497-503, 2019.
- ARAÚJO, M. L. M. N.; REINALDO, L. R. L. R.; SOUSA, J. D. S.; ALMEIDA, P. D., ALVES, L. D. S.; WANDERLEY, J. A. C. Impactos ambientais nas margens do Rio Piancó causados pela agropecuária. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental, Pombal**, v. 4, n. 1, p. 13-33, 2010.
- BACKES, C.; SANTOS, A. J. M.; BESSA, S. V.; RIBON, A. A.; TEODORO, A. G.; RODRIGUES, L. M.; TOMAZELO, D. A.; LEITE, L. L. F. Taxa de cobertura verde e exportação de macronutrientes pelo capim Marandu em função da aplicação de gesso. **Archivos de Zootecnia**, v. 67, n. 258, p. 234-242, 2018.
- BAGLINIÈRE, F.; F., MATÉOS, A.; TANGUY, G.; JARDIN, J.; BRIARD-BION, V.; ROUSSEAU, F.; ROBERT, B.; BEAUCHER, E.; GAILLARD, J. L.; AMIEL, C.; HUMBERT, G.; DARY, A.; GAUCHERON, F. Proteolysis of ultra-high temperature-treated casein micelles by AprX enzyme from *Pseudomonas fluorescens* F induces their destabilisation. **International Dairy Journal**, v. 31, n. 2, p. 55-61, 2013.
- BAGNASCO, P.; DE LA FUENTE, L.; GUALTIERI, G.; NOYA, F.; ARIAS, A. Fluorescent *Pseudomonas* spp. as biocontrol agents against forage legume root pathogenic fungi. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 30, n. 10-11, p. 1317-1322, 1998.
- BARBERO, R. P.; RIBEIRO, A. C. D. C.; MOURA, A. M.; LONGHINI, V. Z.; MATTOS, T. F. D. A.; BARBERO, M. M. D. Potencial de produção de bovinos de corte em pastagens tropicais: revisão de literatura. **Ciência Animal Brasileira**, v. 22, p. e69609, 2021.

BASHAN, Y.; HOLGUIN, G. Azospirillum–plant relationships: environmental and physiological advances (1990–1996). **Canadian journal of microbiology**, v. 43, n. 2, p. 103-121, 1997.

BASHAN, Y.; HOLGUIN, G.; DE-BASHAN, L. E. Azospirillum-plant relationships: physiological, molecular, agricultural and environmental advances. **Canadian Journal of Microbiology**, v.50 p.521-577, 2004.

BATISTA, C. S.; NETO, J. J. P.; ALEXANDRINO, E.; OLIVEIRA, M. L. C.; SOUZA, R. M. Produção de forragem no período das águas de forrageiras do gênero brachiaria com médio nível tecnológico. **REVISTA FOCO**, v. 16, n. 5, p. e1895-e1895, 2023.

BEIJERINCK, M. W. Über ein Spirillum, welches frei en Stick-stoff binden kann? **Zentralbl. Bakteriol.**, v. 63, p. 353-359, 1925.

BITTAR, D.Y. Características morfológicas e cúmulo de biomassa de forrageiras irrigadas em ambiente de domínio de Cerrado. 101f. 2017. **Dissertação de (Mestrado)**, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Ceres-Go, 2017.

BOM-FIM SILVA, E. M.; SILVA, T. J. A.; V. S.; GUIMARÃES, S. L.; POLIZEL, A. P. Capim-Marandu no primeiro ano de recuperação em sistemas de manejo no Cerrado. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 7, n. 12, p.1-9, 2011.

BONATO, C. M. Homeopatia em modelos vegetais. **Cultura homeopática**, v. 21, n. 1, p. 24-28, 2007.

BOURSCHEIDT, M. L. B. (2019). Estratégias de fornecimento de nitrogênio em pastagens: fertilizante mineral, inoculante bacteriano e consórcio com amendoim forrageiro. 12 v. Tese (**Doutorado**) - Curso de Zootecnia, Universidade Federal do Mato Grosso, Sinop. Cap. 3. ainfo.cnptia.embrapa.br.

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 3.ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2013. 716 p.

BRANDÃO, V. S.; PRUSKI, F. F.; SILVA, D. D. **Infiltração da água no solo**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2003. 98p.

BRASIL, M. S.; BALDANI, J. S.; BALDANI, V. L. D. Ocorrência e diversidade de bactérias diazotróficas associadas a gramíneas forrageiras do Pantanal sul-mato-grossense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n.2, p.179-190, 2005.

BRENNECKE, K.; BERTIPAGLIA, L. M. A.; ANTONIAZZI, A.; SOUZA, E. F. Inoculação da bactéria *Pseudomonas fluorescens* no índice de crescimento da *Brachiaria decumbens* spp. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, v. 14, p. 217-224, 2016.

BRENNECKE, K.; BERTIPAGLIA, L. M. A.; ANTONIAZZI, A.; SOUZA, E. F. Inoculação da bactéria *Pseudomonas fluorescens* no índice de crescimento da *Brachiaria decumbens* spp. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, v. 14, p. 217-224, 2016.

- BRITO, T. S.; EBERLING, T.; NETTO, L. A.; RITTER, G.; PAN, R.; SCHONS ECKHARDT, D. C.; GUIMARÃES, V. F. *Azospirillum brasilense* and macronutrients in the initial establishment of brachiaria. **Communications in Plant Sciences**, v. 9, 2019.
- CABALLERO, E.; DURANGO, E. M. P; PÉREZ-POLO, D. J. Nutritional content of pastures with phosphate fertilization in 2 calcareous soils. **Revista Caatinga**, v. 36, n. 1, p. 87-95, 2023.
- CABRAL, C. E. A.; CABRAL, C. H. A.; SANTOS, A. R. M.; MOTTA, A. M.; MOTA, L. G. Impactos técnico-econômicos da adubação de pastos. **Nativa**, v. 9, n. 2, p. 173-181, 2021.
- CANTARUTTI, R. B.; MARTINS, C. E.; CARVALHO, M. M.; FONSECA, D. M.; ARRUDA, M. L.; VILELA, H.; OLIVEIRA, F. T. T. Pastagens. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAZEZ V. V. H. (Eds.) **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa, 1999. p. 332-341.
- CASSÁN, F.; CONIGLIO, A.; LÓPEZ, G.; MOLINA, R.; NIEVAS, S.; CARLAN, C. L. N.; DONADIO, F.; TORRES, D.; ROSAS, S.; PEDROSA, F. O.; SOUZA, E.; ZORITA, M. D.; BASHAN, L.; MORA. Everything you must know about *Azospirillum* and its impact on agriculture and beyond. **Biology and Fertility of Soils**, v. 56, p. 461-479, 2020.
- CASTELLANO, M. H.; ESPINOSA, C. T; FERNÁNDEZ, M. A. Uso de *Azospirillum* en la agricultura. **Revista Científica Agroecosistemas**, v. 3, n. 1, p.401-413, 2015.
- CASTRO, C. R. T.; PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; MULLER, M. D. NASCIMENTO JÚNIOR, E. R. Características agronômicas, massa de forragem e valor nutritivo de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.60, p.19-25, 2009.
- CASTRO, M. A.; CUNHA, F. F.; LIMA, S. F.; PAIVA NETO, V. B.; RODRIGUES, A. P. L.; MAGALHÃES, F.; CRUZ, G. Atributos físico-hídricos do solo ocupado com pastagem degradada e floresta nativa no Cerrado Sul-Mato-Grossense. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities Research Medium**, v. 3, n. 2, p. 498-512, 2012.
- CAVALLET, L. E.; PESSOA, A. C. D. S.; HELMICH, J. J.; HELMICH, P. R.; OST, C. F. Produtividade do milho em resposta à aplicação de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum* spp. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, p. 129-132, 2000.
- CECATO, U.; GALBEIRO, S.; SOARES FILHO, C. V.; RIBEIRO, A.M.; MARI G. C. **Adubação e manejo de pastagem em sistemas intensivos de produção**. In II simpósio de adubação e manejo de pastagens. BOREL, p. 1-35. 2014.
- CHANG, D.; RHEE, M. S.; KIM, J. S.; LEE, Y.; PARK, M. Y.; KIM, H.; LEE, S.; KIM, B. C. *Pseudomonas kribbensis* sp. nov., isolated from garden soils in Daejeon, Korea. **Antonie Van Leeuwenhoek**, v. 109, p. 1433-1446, 2016.

CHAVES, V.A.; DOS SANTOS, S.G.; SCHULTZ, N.; PEREIRA, W.; SOUSA, J.S.; MONTEIRO, R.C.; REIS, V.M. Desenvolvimento Inicial de Duas Variedades de Cana-de-açúcar Inoculadas com Bactérias Diazotróficas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.39, p.1595–1602, 2015.

CHEN, C. R.; HOU, E. Q.; CONDRON, L. M.; BACON, G.; ESFANDBOD, M. OLLEY, J.; TURNER, B. L. Soil phosphorus fractionation and nutrient dynamics along the Cooloolool coastal dune chronosequence, southern Queensland, Australia. **Geoderma**, v. 257, p. 4-13, 2015.

COSTA, M.A.T.; TORMENA, C.A.; LUGÃO, S.M.B.; FIDALSKI, J.; NASCIMENTO, W.G.; MEDEIROS, F.M. Resistência do solo à penetração e produção de raízes e de forragem em diferentes níveis de intensificação do pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, p.993-1004, 2012.

COSTA, N. C.; ARAÚJO, R. L.; FREITAS, G. B. L. Homeopatia: Um campo terapêutico fundamental no cuidado veterinário de animais de produção. **Revista Salus**, v. 3, n. 2, p. 73-89, 2009.

CRIOLLO, P. J.; OBANDO, M.; SÁNCHEZ, L.; BONILLA, R. Efecto de bacterias promotoras de crecimiento vegetal (PGPR) asociadas a *Pennisetum clandestinum* en el altiplano cundiboyacense. **Ciencia y Tecnología Agropecuaria**, v. 13, n. 2, p. 189-195, 2012.

CUNHA, F. N.; SILVA, N. F.; BASTOS, F. J. D. C.; CARVALHO, J. J.; MOURA, L. M. D. F.; TEIXEIRA, M. B.; ROCHA, A. C.; SOUCHIE, E. L. Efeito da Azospirillum brasilense na produtividade de milho no sudoeste goiano. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 13, n. 3, p. 261-272, 2014.

DAVIDSON, J. L.; MILTHORPE, F. L. The effect of defoliation on the carbon balance in *Dactylis glomerata*. **Annals of Botany**, v.30, n.118, p.185-198, 1966.

DIDONET, A. D.; RODRIGUES, O.; KENNER, M. H. Acúmulo de nitrogênio e de massa seca em plantas de trigo inoculadas com Azospirillum brasilense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 31, p. 645-651, 1996.

DIXON, R. M.; ANDERSON, S. T.; KIDD, L. J.; FLETCHER, M. T. Management of phosphorus nutrition of beef cattle grazing seasonally dry rangelands: a review. **Animal Production Science**, v. 60, n. 7, p. 863-879, 2020.

DOBBELAERE, S.; CROONENBORGH, A.; TRY, A.; PTACEK, D.; OKON, Y.; VANDERLEYDEN, J. Effect of inoculation with wild type Azospirillum brasilense and A. irakense strains on development and nitrogen uptake of spring wheat and grain maize. **Biology and Fertility of Soils**, v.36, p. 284-297, 2002.

DUARTE, C. F. D.; CECATO, U., HUNGRIA, M., FERNANDES, H. J., BISERRA, T. T., MAMÉDIO, D.; GALBEIRO, S.; NOGUEIRA, M. A. Inoculação de bactérias promotoras do crescimento vegetal em Urochloa Ruziziensis. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. e630985978-e630985978, 2020.

ECKERT, B.; WEBER, O.B.; KIRCHHOF, G.; HALBRITTER, A.; STOFFELS, M.; HARTMANN, A. *Azospirillum doebereineriae* sp. new nitrogen-fixing bacterium

associated with the C4-grass *Miscanthus*. **Int J SystEvol Microbiol.** v. 51, p.17-26, 2001.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira.** Brasília, DF: Embrapa, 2018.

EMBRAPA. **Embrapa Sudeste usa homeopatia para redução de medicamentos de rebanho leiteiro.** 2020. Disponíveis em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/51146079/embrapa-pecuaria-sudeste-usa-homeopatia-para-reducao-de-medicamentos-no-rebanho-leiteiro> > Acesso em 21. Jul. 2024.

FERRAZ, J. B. S.; FELÍCIO, P. E. D. Production systems - An example from Brazil. **Meat Science**, v. 84, n. 2, p. 238-243, 2010.

FERREIRA, L. C. B. EMATER-DF. Leite orgânico. Brasília, 2004.

FLÁVIO PEREIRA, Luís; CARLOS FERREIRA, Cecília Fátima; FIÚZA GUIMARÃES, Ricardo Morato. Manejo, qualidade e dinâmica da degradação de pastagens na Mata Atlântica de Minas Gerais-Brasil. **Nativa**, v. 6, n. 4, 2018.

FONSÊCA FILHO, L. B.; ENDO, V. Y.; SILVA, T. M.; CHAVES, É. L.; PEREIRA, M. L. A.; SANTOS NASCIMENTO, J. C. Intoxicação por ingestão de *Brachiaria decumbens* em bovinos no Brasil e achados patológicos decorrentes: Revisão. **Pubvet**, v. 11, p. 538-645, 2017.

FONSECA, A. C. P. Produção e composição químico-bromatológica de feno de capim Mavuno (*Brachiaria* sp.–Híbrido Cv. Mixe DRWN 12. (2021). (**Monografia**) apresentada a Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para obtenção do título de Engenheira Agrônoma. Brasília, Distrito Federal, 2021.

FREITAS, P. V. D. X.; OMAZELLO, D. A.; ISMAR, M. G.; BRAW, T. T.; ROMUALDO, A. F.; MACIEL, A. A. L. P.; FIRMINO, A. E.; NETO, C. M. S.; FRANÇA, A. D. S. Produção de gramíneas forrageiras inoculadas com *Azospirillum brasilense* associada a adubação nitrogenada. **Rev Cient Rural**, v. 21, p. 31-46, 2019.

GASTAL, F.; NELSON, C.J. Nitrogen use within the growing leaf blade of tall fescue. **Plant Physiology**, v.105, p.191-197, 1994.

GONZÁLEZ, F. H. D. Uso do perfil metabólico para determinar o status nutricional em gado de corte. In: GONZÁLEZ, F. H. D. et al. (eds). **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais.** Porto Alegre: UFRGS, 2000. p.63-74.

GONZÁLEZ-CAÑIZARES, PEDRO J.; REYES-ROUSEAUX, R.; FERNÁNDEZ-MILANÉS, D.; JUAN-RODRÍGUEZ, S.; NELIS, A.; DOPICO-RAMÍREZ, D.; RAMÍREZ PEDROSO, J. F.; FUNDORA-SÁNCHEZ, L. R. L. Biofertilización con *Rhizoglosum irregulare* y *Azospirillum brasilense* en *Brachiaria* híbrido cv. Mulato II. **Cultivos Tropicales**, v. 41, n. 3, 2020.

GUIMARÃES, S. L.; SANTOS, C. S. A.; BONFIM-SILVA, E. M.; POLIZEL, A. C. Nutritional characteristics of marandu grass (*Brachiaria brizantha* cv. marandu)

subjected to inoculation with associative diazotrophic bacteria. **African Journal of Microbiology Research**, v. 10, n. 24, p. 873-882, 2016.

GUIMARÃES, S.; Bonfim-Silva, E. M.; Kroth, B.; Moreira, J. C.; Rezende, D. Crescimento e desenvolvimento inicial de *Brachiaria decumbens* inoculada com *Azospirillum* spp. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 13, 2011.

HAAN, M. M.; RUSSELL, J. R.; KOVAR, J. L.; POWERS, W. J.; BENNING, J. L. Effects of forage management on pasture productivity and phosphorus content. **Rangeland Ecology & Management**, v. 60, n. 3, p. 311-318, 2007.

HALING, R. E.; YANG, Z.; SHADWELL, N.; CULVERNOR, R. A.; STEFANSKI, A.; RYAN, M. H.; SANDRAL, G. A.; KIDD, D. R.; LAMBERS, H.; SIMPSON, R. J. Growth and root dry matter allocation by pasture legumes and a grass with contrasting external critical phosphorus requirements. **Plant and Soil**, v. 407, n. 1, p. 67-79, 2016.

HALL, PATRICK G.; KRIEG, NOEL R. Application of the indirect immunoperoxidase stain technique to the flagella of *Azospirillum brasilense*. **Applied and environmental microbiology**, v. 47, n. 2, p. 433-435, 1984.

HAVLIN, J. L.; BEATON, J. D.; TISDALE, S. L.; NELSON, W. L. Nitrogen. **Soil fertility and fertilizers: an introduction to nutrient management**, v. 7, 2005.

HEDLEY, M.; MCLAUGHLIN, M. Reactions of phosphate fertilizers and by-products in soils. **Phosphorus: agriculture and the environment**, v. 46, p. 181-252, 2005.

HEINRICHS, R.; MONREAL, C. M.; SANTOS, E. T.; SOARES FILHO, C. V.; REBONATTI, M. D.; TEIXEIRA, N. M.; MOREIRA, A. Phosphorus Sources and Rates Associated with Nitrogen Fertilization in Mombasa Grass Yield. Communications in Soil **Science and Plant Analysis**, v. 47, p. 657-669, 2016.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; SOUZA, E. M.; PEDROSA, F. O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and soil**, v. 331, p. 413-425, 2010.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. Inoculation of *Brachiaria* spp. with the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum brasilense*: An environment-friendly component in the reclamation of degraded pastures in the tropics. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 221, p. 125-131, 2016.

IBGE. **Censo Agropecuário 2017**.Disponíveis em:<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/d37d30efd337a9b66852d60148695df1.pdf Acesso 14. Jun. 2024.

IBGE. Pesquisa da Pecuária Municipal - 2017. Disponível em: <http://bit.ly/lDmrHi>. Acesso em: 10 set. 2020.

JOSHI, R. V.; PATEL, B. J.; PATEL, K. M. Effect of nitrogen levels and time of application on growth, yield, quality, nitrogen, phosphorus content and uptake for seed production of oat (*Avena sativa* L.). **Forage Res**, v. 41, n. 2, p. 104-108, 2015.

JUNIOR, P. R.; SILVA, V. M.; GUIMARÃES, G. Degradação de pastagens brasileiras e práticas de recuperação. **Enciclopédia biosfera**, v. 9, n. 17, 2013.

JUNIOR, R. M.; DOMICIANO, L. F.; RIBEIRO, L. F. C.; PEDREIRA, B. C. Growth responses of nine tropical grasses under flooding conditions. **Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales**, v. 4, n. 1, p. 1-7, 2016.

KEBEDE, G.; WORKU, W.; JIFAR, H.; FEYISSA, F. Effects of fertilizer levels and varieties on fodder yield productivity, nutrient use efficiency, and profitability of oat (*Avena sativa* L.) in the central highlands of Ethiopia. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 16, p. 101161, 2024.

KLUTHCOUSKI, J.; PACHECO, A.R.; TEIXEIRA, S.M.; OLIVEIRA, E.T. **Renovação de pastagens de cerrado com arroz**. I: Sistema Barreirão. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1991. 20p. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos 33).

KVAKIĆ, M.; PELLERIN, S.; CIAIS, P.; ACHAT, D. L.; AUGUSTO, L.; DENOROY, P.; GEBER, J. S.; GOLL, D.; MOLLIER, A.; MUELLER, N. D.; WANG, X.; RINGEVAL, B. Quantifying the limitation to world cereal production due to soil phosphorus status. **Global Biogeochemical Cycles**, v. 32, n. 1, p. 143-157, 2018.

LICEA-HERRERA, J. I.; QUIROZ-VELASQUEZ, J. C.; HERNÁNDEZ-MENDOZA, J. L. Impact of *Azospirillum Brasilense*, a rhizobacterium stimulating the production of indole-3-acetic acid as the mechanism of improving plants' grow in agricultural crops. **Revista Boliviana de Química**, v. 37, n. 1, p. 34-39, 2020.

LIN, S. Y.; HAMEED, A.; LIU, Y. C.; HSU, Y. H.; LAI, W. A.; SHEN, F. T.; YOUNG, C. C. *Azospirillum soli* sp. nov., a nitrogen-fixing species isolated from agricultural soil. **International journal of systematic and evolutionary microbiology**, v. 65, n. Pt_12, p. 4601-4607, 2015.

LIN, S. Y.; LIU, Y. C.; HAMEED, A.; HSU, Y. H.; HUANG, H. I.; LAI, W. A.; YOUNG, C. C. *Azospirillum agricola* sp. nov., a nitrogen-fixing species isolated from cultivated soil. **International journal of systematic and evolutionary microbiology**, v. 66, n. 3, p. 1453-1458, 2016.

LIN, S. Y.; LIU, Y. C.; HAMEED, A.; HSU, Y. H.; LAI, W. A.; SHEN, F. T.; YOUNG, C. C. *Azospirillum fermentarium* sp. nov., a nitrogen-fixing species isolated from a fermenter. **International journal of systematic and evolutionary microbiology**, v. 63, n. Pt_10, p. 3762-3768, 2013.

LIPPERT, M. A. M.; BONATO, C. M.; MIZOTE, A. T. Efeito do medicamento homeopático Sulphur e de suas dinamizações na germinação e no crescimento de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). **Arq Mudi**, v. 1, n. 11, p. 81-91, 2007.

LIZARRALDE, C. A.; MCDOWELL, R.; CONDRON, L.; BROWN, J. The potential for phosphorus loss to groundwater from soils irrigated with dairy factory wastewater. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 66, n. 3, p. 189-207, 2023.

LOPES, M. J. S.; DIAS FILHO, M. B.; CASTRO, T. D. R.; DE FILIPPI, M. C. C.; SILVA, G. B. Effect of *Pseudomonas fluorescens* and *Burkholderia pyrrrocinia* on the

growth improvement and physiological responses in *Brachiaria brizantha*. **American Journal of plant Sciences**, vol. 9, p. 250-265, 2018.

MACEDO, M. C. Interação lavoura-pecuária: alternativa para sustentabilidade da produção animal. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 18. 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 257-283.

MACEDO, M. C. M. Pastagens nos ecossistemas de cerrados; pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIRAS, 1995, Brasília, DF. **Anais...** Brasília: SBZ, 1995. P. 28-62.

MACEDO, M. C. M.; KICHEL, A. N.; ZIMMER, A. H. Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens. Campo Grande: **Embrapa**, 2000. 4p (Comunicado Técnico, 62).

MACEDO, M.C.M. Aspectos edáficos relacionados com a produção de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu. In: BARBOSA, R.A. Morte de pastos de braquiárias. Campo Grande: **Embrapa Gado de Corte**, 2006. p.35-65.

MAGALHÃES, M. C.T. Produtividade e rebrota do capim Mavuno *Brachiaria* sp.- híbrido cv. Mixe DRWN 12 em diferentes idades de utilização. 2021. (**Monografia**) apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo, Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal (2021).

MAIER, C.; HOFMANN, K.; HUPTAS, C.; SCHERER, S.; WENNING, M.; LÜCKING; LÜCKING, G. Simultaneous quantification of the most common and proteolytic *Pseudomonas* species in raw milk by multiplex qPCR. **Applied microbiology and biotechnology**, v. 105, p. 1693-1708, 2021.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Agronômica Ceres, 2006.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa de Potássio e do Fósforo, 1997.319p.

MARTHA JUNIOR, G. B.; VILELA, L. Pastagens no cerrado: baixa produtividade pelo uso limitado de fertilizantes em pastagens. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. 32p. **EMBRAPA CERRADOS**, DOCUMENTOS 50.

MARTIN, F. N.; LOPER, J. E. Soil borne plant diseases caused by *Pythium* spp.: ecology, epidemiology, and prospects for biological control. **Critical reviews in plant sciences**, v. 18, n. 2, p. 111-181, 1999.

MARTINS, M. V. R.; PEREIRA, C. E.; KIKUTI, H. Adubação nitrogenada na implantação de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Humaitá-AM. **Scientia Plena**, v. 18, n. 7, 2022.

MARTUSCELLO, J. A.; JANK, L.; GONTIJO NETO, M. M.; LAURA, V. A.; CUNHA, D. D. N. F. V. D. Produção de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 1183-1190, 2009.

MCDOWELL, R. W.; NASH, D. M.; ROBERTSON, F. Sources of phosphorus lost from a grazed pasture receiving simulated rainfall. **Journal of Environmental Quality**, v. 36, n. 5, p. 1281-1288, 2007.

MORAIS, R. F.; QUESADA, D. M.; REIS, V. M.; URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M. Contribution of biological nitrogen fixation to elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum.). *Plant and Soil*, v.356, p.23–34, 2012.

MOREIRA, B. D. A.; VIANA, R. D. S.; FAVATO, V. L.; DE FIGUEIREDO, P. A. M.; LISBOA, L. A. M.; MIASAKI, C. T.; MAGALHÃES, A. C.; RAMOS, S. B.; VIANA, C. R. A.; TRINDADE, V. D. R.; MAY, A. *Azospirillum brasilense* Can Impressively Improve Growth and Development of *Urochloa brizantha* under Irrigation. **Agriculture**, v. 10, n. 6, p. 220, 2020.

MUNDY, G. N.; NEXHIP, K. J.; AUSTIN, N. R.; COLLINS, M. D. The influence of cutting and grazing on phosphorus and nitrogen in irrigation runoff from perennial pasture. **Soil Research**, v. 41, n. 4, p. 675-685, 2003.

NASH, D. M.; MCDOWELL, R. W.; CONDRON, L. M.; MCLAUGHLIN, M. J. Direct exports of phosphorus from fertilizers applied to grazed pastures. **Journal of environmental quality**, v. 48, n. 5, p. 1380-1396, 2019.

NÓBREGA, R. S. A.; MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O.; LIMA, A. S. Caracterização fenotípica e diversidade de bactérias diazotróficas associativas isoladas de solos em reabilitação após a mineração de bauxita. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 2, p. 269-279, 2004.

NUNES S. G.; BOOCK, A.; PENTEADO M. I. O.; GOMES D. T. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Documentos Embrapa**, 21. Embrapa/CNPQC, Campo Grande, MS, Brazil, 1984.

OKON, Y.; LABANDERA-GONZALEZ, C. A. Agronomic applications of *Azospirillum*: an evaluation of 20 years worldwide field inoculation. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 26, n. 12, p. 1591-1601, 1994.

OKUMURA R. S.; MARIANO, D. C.; ZACCHEO, P. V. C. Uso de fertilizante nitrogenado na cultura do milho: uma revisão. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava, v. 4, n. 2, p. 26-244, 2011.

OLIVEIRA, A. P. P.; ROSSIELLO, R. O. P.; GALZERANO, L.; COSTA JÚNIOR, J. B. G.; SILVA, R. P.; MORENZ, M. J. F. Respostas do capim-Tifton 85 à aplicação de nitrogênio: cobertura do solo, índice de área foliar e interceptação da radiação solar. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, p. 429-438, 2010.

OLIVEIRA, J. S. B.; BONATO, C. M.; CARNEIRO, S. M. T. P. G.; PICOLI, M. H. S. Activation of biochemical defense mechanisms in bean plants for homeopathic preparations. **African Journal of Agricultural Research**, v. 9, n. 11, p. 971-981, 2014.

OLIVEIRA, M. L. C. Características estruturais e produtivas de forrageiras do gênero *Urochloa* submetidas a diferentes níveis de adubação nitrogenada e potássica.

2022. (**Monografia**) apresentada a Universidade Federal do Tocantins para obtenção do título de bacharel em zootecnia, Araguaína – Tocantins, 2022. 39p.

OLIVEIRA, P. P. A.; MARCHESIN, W.; LUZ, P. H. C.; HERLING, V. R. Guia de identificação de deficiências nutricionais em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. São Carlos: **EMBRAPA**, 2007. 38p. (Comunicado Técnico, 76).

PATRIQUIN, D. G.; NBEREINER, J.; JAIN, D. K. Sites and processes of association between diazotrophs and grasses. **Canadian Journal of Microbiology** 29, 900-915, 1983.

PEDREIRA, C. G. S.; SOLLENBERGER, L. E.; MISLEVY, P. Productivity and nutritive value of 'Florakirk' bermudagrass as affected by grazing management. **Agronomy Journal**, v. 91, n. 5, p. 796-801, 1999.

PEIX, A.; RAMÍREZ-BAHENA, M. H.; VELÁZQUEZ, E. Historical evolution and status of the taxonomy of genus *Pseudomonas*. **Infection, genetics and evolution**, v. 9, n. 6, p. 1132-1147, 2009.

PEREIRA, O. G.; ROVETTA, R.; RIBEIRO, K. G.; SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M. D.; CECON, P. R. Crescimento do capim-tifton 85 sob doses de nitrogênio e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, p. 30-35, 2012.

PERON, A. J.; EVANGELISTA, A. R. Degradação de pastagens em regiões de cerrado. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, p. 655-661, 2004.

PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. A.; CANTARELLA, H.; SILVA, A. G.; FREITAS, A. R.; VIVALDI, L. J. Adubação Nitrogenada em Capim-Coastcross: Efeitos na extração de nutrientes e recuperação aparente do nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 1, p. 68-78, 2004.

PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. A.; SILVA, A. G.; CANTARELLA, H. Nutrientes na fitomassa de capim-marandu em função de fontes e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 3, p. 562-568, 2006.

QUINTIERI, L.; FANELLI, F.; ZÜHLKE, D.; CAPUTO, L.; LOGRIECO, A. F.; ALBRECHT, D.; RIEDEL, K. Biofilm and pathogenesis-related proteins in the foodborne *P. fluorescens* ITEM 17298 with distinctive phenotypes during cold storage. **Frontiers in Microbiology**, v. 11, p. 512885, 2020.

REIS JUNIOR, F. B.; SILVA, M. F.; TEIXEIRA, K. D. S.; URQUIAGA, S.; REIS, E. V. Identificação de isolados de *Azospirillum amazonense* associados a *Brachiaria* spp., em diferentes épocas e condições de cultivo e produção de fitormônio pela bactéria. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 103-113, 2004.

REIS, V. M. Uso de bactérias fixadoras de nitrogênio como inoculante para aplicação em gramíneas. Seropédica, RJ: **Embrapa Agrobiologia**, 2007.

REIS, V. M.; SANTOS, P. E. D. L.; TENORIO-SALGADO, S.; VOGEL, J.; STOFFELS, M.; GUYON, S.; MAVINGUI, P.; BALDANI, V.L.D.; SCHIMID, M.; BALDANI, J. I.; BALANDREAU, J.; HARTMANN, A.; MELLADO-CABALLERO, J. *Burkholderia tropica* sp. nov., a novel nitrogen-fixing, plant-associated bacterium.

Internacional Journal of Systematic and Evolutionary. **Microbiology**, v. 54. n. 6, 2004, p. 2155-2162, 2004.

RICHARDS, I. R.; JOHNSTON, A. E.; ECOPT, D. F. The effectiveness of different precipitated phosphates as sources of phosphorus for plants. **Report on work undertaken for CEEP, EFMA (European Fertiliser Manufacturers Association), Anglian Water UK, Thames Water UK and Berlin Wasser Betriebe**, 2001.

ROCHA, E. C.; TERRA, A. B. C.; OLIVEIRA, T. E.; ARAÚJO, B. A.; SILVA, N. C. D.; REZENDE, A. V.; FLORENTINO, L. A. Utilização de bactérias diazotróficas associativas em áreas de pastagens: Alternativa para mitigação dos gases do efeito estufa. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 5, p. e20911527939-e20911527939, 2022.

RODRIGUES, L. F. Estratégias de manejo do capim mavuno no ecótono Cerrado-Amazônia. (**Doutorado**) Tese apresentada a Universidade Federal do Tocantins (UFT) para obtenção do Título de Doutor em Ciência Animal Tropical. Araguaína, Tocantins, 2019.

ROS, M. B.; KOOPMANS, G. F.; VAN GROENIGEN, K. J.; ABALOS, D.; OENEMA, O.; VOS, H. M.; VAN GROENIGEN, J. W. Towards optimal use of phosphorus fertilizer. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 17804, 2020.

SÁ, G. C. R.; CARVALHO, C. L. M.; MOREIRA, A.; HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; HEINRICHS, R.; SOARES FILHO, C. V. Biomass yield, nitrogen accumulation and nutritive value of Mavuno grass inoculated with plant growth-promoting bacteria. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 50, n. 15, p. 1931-1942, 2019.

SANTOS, M. S.; NOGUEIRA, M. A.; HUNGRIA, M. Outstanding impact of Azospirillum brasilense strains Ab-V5 and Ab-V6 on the Brazilian agriculture: Lessons that farmers are receptive to adopt new microbial inoculants. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 45, p. e0200128, 2021.

SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; BALBINO, E.M.; MONNERAT, J. P. I. D. S.; SILVA, S. P. D. Capim-braquiária diferido e adubado com nitrogênio: produção e características da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.650-656, 2009.

SAUBIDET, M. I.; FATTA, N.; BARNEIX, A. J. The effect of inoculation with Azospirillum brasilense on growth and nitrogen utilization by wheat plants. **Plant and soil**, v. 245, p. 215-222, 2002.

SILVA JÚNIOR, M. C. D.; PINTO, F. D. A. D. C.; FONSECA, D. M. D.; QUEIROZ, D. M. D.; MACIEL, B. F. Detecção do efeito da adubação nitrogenada em Brachiaria Decumbens utilizando um sistema de sensoriamento remoto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Minas Gerais, v.37, n.3, p. 411 – 419, Mar. 2008.

SILVA, A. R.; OLIVO, C. J.; GRANADA, D. M.; CASAGRANDE, L. G.; QUATRIN, M. P.; SAUTER, C. P. Productivity and nutritive value of Tifton 85 bermudagrass inoculated with Azospirillum brasilense in association with nitrogen fertilization. **Revista Ceres**, v. 70, p. 42-50, 2023.

SILVA, A. S.; LIMA, V. M. M.; TRINDADE, J. S.; SILVA, V. L. Adubação nitrogenada em diferentes híbridos de *Brachiaria brizantha* Nitrogen fertilization in different hybrids of *Brachiaria brizantha*. **Scientific Electronic Archives**, vol. 11, p. 50-56, 2018.

SILVA, D. V. Critério de manejo da desfolhação do capim marandu: número de folhas aparecidas e adubação nitrogenada. 2019. (**Dissertação**) apresentada a Universidade Federal Do Tocantins para obtenção do título de mestre em Ciência Animal Tropical. Araguaína - Tocantins. 2019. 90p.

SOUZA BATISTA, C.; PAULA NETO, J. J.; ALEXANDRINO, E.; DE OLIVEIRA, M. L. C.; SOUZA, R. M. PRODUÇÃO DE FORRAGEM NO PERÍODO DAS ÁGUAS DE FORRAGEIRAS DO GÊNERO *BRACHIARIA* COM MÉDIO NÍVEL TECNOLÓGICO. **REVISTA FOCO**, v. 16, n. 5, p. e1895-e1895, 2023.

SOUZA, J., S. O impacto ambiental atribuído à pecuária. **Revista CRMV-PR**. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, Ed. 30, 2010. Disponível em: <https://www.crmv-pr.org.br/artigosView/64_artigo.html>. Acesso em: 20. jun. 2024.

SOUZA, S. D. G.; SOUSA, M. L. M. Efeitos ambientais da modernização agrícola no Brasil: o avanço da agricultura e pastagem nos biomas brasileiros. **Revista Geografias**, v. 18, n. 1, p. 63-76, 2022.

SPAIN, J. M.; GUALDRÓN, R. Degradación y rehabilitación de pasturas. **Establecimiento y renovación de pasturas: conceptos, experiencias y enfoque de investigación**. Cali: CIAT, p. 269-283, 1991.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Plant physiology, 5th edn. Artmed, Porto Alegre, Brazil. **New Forest**, 2013.

TAPIA-TORRES, Y.; GARCÍA-OLIVA, F. La disponibilidad del fósforo es producto de la actividad bacteriana en el suelo en ecosistemas oligotróficos: una revisión crítica. **Terra Latinoamericana**, v. 31, n. 3, p. 231-242, 2013.

TARRANT, J. J.; KRIEG, N. R.; DÖBEREINER, J. A taxonomic study of the *Spirillum lipoferum* group, with descriptions of a new genus, *Azospirillum* gen. nov. and two species, *Azospirillum lipoferum* (Beijerinck) comb. nov. and *Azospirillum brasilense* sp. nov. **Canadian journal of microbiology**, v. 24, n. 8, p. 967-980, 1978.

THOMASHOW, L. S.; WELLER, D. M. Current concepts in the use of introduced bacteria for biological disease control: mechanisms and antifungal metabolites. **Plant-microbe interactions**, p. 187-235, 1996.

TOLEDO, C. N.; et al. COMPOSTOS ALELOPÁTICOS EM *BRACHIARIA* spp. E SUA INTERAÇÃO COM BACTÉRIAS DIAZOTRÓFICAS ASSOCIATIVAS. **Nucleus Animalium**, v. 11, n. 2, 2019.

TYAGI, S.; SINGH, D. K. *Azospirillum himalayense* sp. nov., a nifH bacterium isolated from Himalayan valley soil, India. **Annals of microbiology**, v. 64, p. 259-266, 2014.

UNISAGRO. **MAVUNO - *Brachiaria* híbrida**. WOLFSEEDS: 2 p. 2015.

UNITED NATIONS. DEPT. OF ECONOMIC (Ed.). **World Population Prospects: The 2002 Revision. Comprehensive tables**. United Nations Publications, 2003.

UNNO, H.; UCHIDA, T.; SUGAWARA, H.; KURISU, G.; SUGIYAMA, T.; YAMAYA, T.; SAKAKIBARA, H.; HASE, T.; KUSUNOKI, M. Atomic structure of plant glutamine synthetase: a key enzyme for plant productivity. **Journal of Biological Chemistry**, v. 281, n. 39, p. 29287-29296, 2006.

VERDI, R.; VERDI, R.; NUNES, A.; FAEDO, L. F.; BOFF, P. MANEJO HOMEOPÁTICO NO CULTIVO DE ARROZ IRRIGADO. **BRAZILIAN JOURNAL OF DEVELOPMENT**, V. 6, N. 9, P. 65540-65549, 2020.

VISTOSO, E.; IRAIRA, S.; SANDAÑA, P. Phosphorus use efficiency in permanent pastures in Andisols. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 21, n. 4, p. 2587-2599, 2021.

WANG, Y.; HAN, X.; CHEN, X.; DENG, Y. Potential harmful of extracellular proteases secreted by *Pseudomonas fluorescens* W3 on milk quality. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 45, n. 3, p. e15192, 2021.

WILMAN, D. Some changes in grass crops during periods of uninterrupted growth. **The Journal of Agricultural Science**, v. 142, n. 2, p. 129-140, 2004.

YAN, N.; XIA, H.; HOU, W.; WANG, H.; WANG, H.; ZHOU, M. Biological Characterization of *Pseudomonas fluorescens* Phage Pf17397_F_PD1 and Its Application in Food Preservation. **Journal of Food Protection**, v. 86, n. 9, p. 100125, 2023.

YANG, B.; LIU, S.; ZHANG, G. GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF PHOSPHORUS IN SURFACE SEDIMENTS FROM THE CONTINENTAL SHELF REGION OF THE NORTHERN SOUTH CHINA SEA. **MARINE CHEMISTRY**, V. 198, P. 44-55, 2018.

YASUOKA, J. I.; PEDREIRA, C. G. S.; SILVA, V. J.; ALONSO, M. P.; SILVA, L. S.; GOMES, F. J. Canopy height and N affect herbage accumulation and the relative contribution of leaf categories to photosynthesis of grazed brachiariagrass astures. **39 Grass and Forage Science**, v. 73, n. 1, p. 183-192. 2018.

ZAGO, V. C. P. *Pseudomonas* spp. fluorescentes-Bactérias promotoras de crescimento de plantas e biocontroladoras de fitopatógenos em sistemas de produção agrícola. **Embrapa Agrobiologia**, 2000.

ZAMBRANO, E. R.; JIMÉNEZ SALGADO, T.; TAPIA HERNÁNDEZ, A. Estudo de bactéria associadas a orquídeas (*Orchidaceae*). **Lankesteriana**, n. 71-2, p. 322-325, 2007.

ZHANG, Y.; BHATTACHARYYA, R.; DALAL, R. C.; WANG, P.; MENZIES, N. W.; KOPITTKKE, P. M. Impact of land use change and soil type on total phosphorus and its fractions in soil aggregates. **Land degradation & development**, v. 31, n. 7, p. 828-841, 2020.

ZHOU, S.; HAN, L.; WANG, Y.; YANG, G.; ZHUANG, L.; HU, P. *Azospirillum humicireducens* sp. nov., a nitrogen-fixing bacterium isolated from a microbial fuel

cell. **International journal of systematic and evolutionary microbiology**, v. 63, n. Pt_7, p. 2618-2624, 2013.

ZIMMER, A.H.; MACEDO, M.C.M.; KICHEL, A.N.; ALMEIDA, R.G. Degradação, recuperação e renovação de pastagens. **Embrapa Gado de Corte**, 2012. 42p.

CAPITULO 2 - ARTIGO

CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E QUALITATIVAS DO CAPIM-MAVUNO, INOCULADOS COM BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO COM USO DE ADUBAÇÃO NITROGENADA

Lucas Henrique Ferreira Santos;
Clarice Backes;
Alessandro José Marques Santos;
Patrick Bezerra Fernandes.

Resumo: Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da inoculação de bactérias promotoras de crescimento e adubação nitrogenada nas características produtivas e qualitativas do capim-mavuno submetidas a adubação nitrogenada. O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Estadual de Goiás – Campus de São Luís de Montes Belos, Goiás. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Foram utilizados oito tratamentos com estratégias de inoculação de microrganismos e adubação nitrogenada: Controle (sem inoculação e sem N); 100 kg ha⁻¹ de N; *Azospirillum brasilense*, sem N; *Pseudomonas fluorescens*, sem N; *A. brasilense* e *P. fluorescens*, sem N; *A. brasilense*, mais 50 kg ha⁻¹ de N; *P. fluorescens*, mais 50 kg ha⁻¹ de N; e *A. brasilense* + *P. fluorescens*, mais 50 kg ha⁻¹ de N. A concentração de microrganismos presentes no produto era de 1x10⁸ UFC mL⁻¹ de *A. brasilense* e 1x10⁸ UFC mL⁻¹ de *P. fluorescens*. Cada unidade experimental possuía 9 m², com 3 m de comprimento e 3 m de largura. As características quantitativas avaliadas foram: altura do dossel forrageiro, densidade populacional de perfilhos, relação folha:colmo e produção de massa seca. Para a caracterização qualitativa realizou-se a análise bromatológica. A inoculação do capim-mavuno, acrescidos de N proporcionou aumento da densidade populacional de perfilhos e produção de massa seca, além da melhoria de algumas características bromatológicas. A inoculação do capim-mavuno, sem N, não é suficiente para promover bons resultados em curto prazo. A bactéria *P. fluorescens* + 50 kg ha⁻¹ de N, em algumas situações, foi superior ao tratamento que foi utilizado a coinoculação com *A. brasilense*.

Palavras-chave: *Azospirillum brasilense*, *Pseudomonas fluorescens*, forrageira, adubação nitrogenada.

Abstract: The aim of this study was to evaluate the effect of inoculation with growth-promoting bacteria and nitrogen fertilization on the productive and qualitative characteristics of campim-mavuno. The experiment was conducted in the experimental area of the State University of Goiás – São Luís de Montes Belos Campus, Goiás. The experimental design used was randomized blocks, with four replicates per treatment. Eight treatments with microorganism inoculation and nitrogen fertilization strategies were used: Control (no inoculation and no N); 100 kg ha⁻¹ of N; *Azospirillum brasilense*, no N; *Pseudomonas fluorescens*, no N; *A. brasilense* and *P. fluorescens*, no N; *A. brasilense*, plus 50 kg ha⁻¹ of N; *P. fluorescens*, plus 50 kg ha⁻¹ of N; and *A. brasilense*

+ *P. fluorescens*, plus 50 kg ha⁻¹ of N. The concentration of microorganisms present in the product was 1x10⁸ CFU mL⁻¹ of *A. brasilense* and 1x10⁸ CFU mL⁻¹ of *P. fluorescens*. Each experimental unit had 9 m², was 3 m long and 3 m wide. The quantitative characteristics evaluated were: height of the forage canopy, population density of tillers, leaf:stem ratio and dry mass production. For the qualitative characterization, a bromatological analysis was performed. The inoculation of mavuno grass, added with N, provided an increase in the population density of tillers and dry mass production, in addition to the improvement of some bromatological characteristics. The inoculation of mavuno grass, without N, is not sufficient to promote good results. The bacterium *P. fluorescens* + 50 kg ha⁻¹ of N, in some situations, was superior to the treatment that was used co-inoculation with *A. brasilense*.

Keywords: *Azospirillum brasilense*, *Pseudomonas fluorescens*, grass, nitrogen fertilization.

1 INTRODUÇÃO

No contexto atual da pecuária brasileira, a sustentabilidade das pastagens assume um papel crucial, especialmente considerando que o Brasil abriga mais de 170 milhões de hectares destinados a essa finalidade (Bolfé et al., 2024). Predominantemente cultivadas com espécies do gênero *Urochloa*, essas áreas enfrentam desafios significativos devido à degradação e à baixa fertilidade do solo. A manutenção da capacidade produtiva das pastagens é, portanto, uma questão de vital importância para a economia agropecuária e para a segurança alimentar do país, exigindo estratégias eficazes e sustentáveis para a recuperação e otimização do uso dessas terras (Dias et al., 2019).

A manutenção dessas áreas, contudo, vem acompanhada de custos elevados, especialmente no que se refere à fertilização (Seibt et al., 2018). Os fertilizantes, apesar de essenciais para o aumento da produção forrageira, representam um dos maiores gastos na gestão de pastagens. Além disso, o uso intensivo desses insumos pode levar a sérios problemas ambientais, como a eutrofização de corpos d'água e emissões de gases de efeito estufa (Normaniza et al., 2008). Portanto, é imperativo buscar alternativas que reduzam a dependência de fertilizantes químicos, sem comprometer a produtividade das pastagens (Alasa, 2021).

Nesse contexto, a exploração de métodos alternativos como a fixação biológica de nutrientes, por microrganismos diazotróficos apresenta-se como uma opção promissora (Fancelli, 2010). Esses microrganismos são capazes de converter por exemplo o nitrogênio atmosférico em formas acessíveis para as plantas,

proporcionando um suprimento sustentável de nitrogênio e reduzindo a necessidade de fertilizantes sintéticos. Além disso, muitas dessas bactérias promovem o crescimento das plantas por mecanismos adicionais, como a produção de hormônios de crescimento e a melhoria da resistência ao estresse hídrico (Silvam et al., 2019).

Contudo, a aplicação de bactérias diazotróficas em gramíneas forrageiras representa uma abordagem inovadora que promete ser altamente benéfica. A introdução desses microrganismos nos sistemas de pastagens pode enriquecer o solo com nutrientes essenciais, na fixação de nitrogênio, visando atender às demandas nutricionais das pastagens e, consequentemente, aumentar a produção forrageira. Esta técnica emerge como uma tecnologia promissora, alinhando produtividade com práticas de manejo sustentável (Leite et al., 2019).

Dessa forma, objetivou-se avaliar o uso de bactérias promotoras de crescimento e adubação nitrogenada na produtividade e qualidade de *Urochloa* híbrido Mavuno (*U. ruziziensis* x *U. brizantha* cv. Marandu).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Estadual de Goiás – Campus de São Luís de Montes Belos, Goiás, Brasil (16° 32' 30" S, 50 o 25' 21" W e 569 m). O experimento teve duração de dois anos, considerando apenas o período com ocorrência de precipitações: no primeiro ano de novembro de 2022 a maio de 2023; o segundo ano de novembro de 2023 a em maio de 2024.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima na região é do tipo Aw, com temperatura média de 23,5 °C, variando de 20,7 °C (junho) a 25,0 °C (dezembro). A precipitação média anual é de 1.785 mm, dos quais 87% são concentrados entre os meses de outubro e março. A região tem um período médio de déficit de precipitação de quatro meses durante o ano (Alvares et al., 2014). Os dados de precipitação e temperatura durante o decorrer do experimento são apresentados na Figura 1.

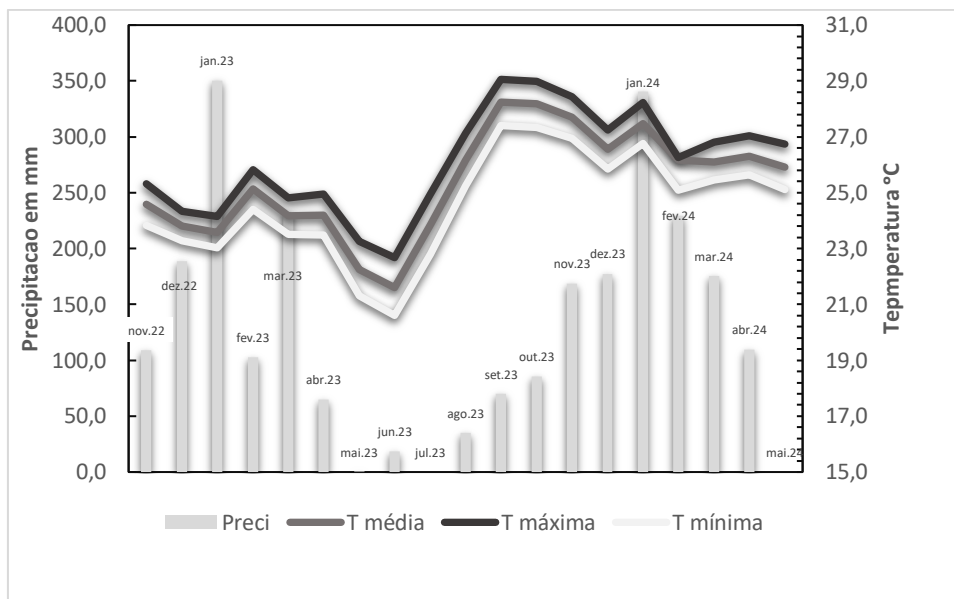


Figura 1. Precipitação e temperaturas média, mínima e máxima durante o decorrer do experimento (novembro de 2022 a maio de 2024).

2.2 Composição química do solo

Antes da implantação do experimento, foi realizada a caracterização química e física do solo, sendo coletadas 15 amostras na camada de 0,0 – 0,20 m. Posteriormente, foi realizada uma amostra composta e encaminhada ao laboratório, para análise segundo o método descrito pela Embrapa (2017).

O solo foi classificado como tipo Latossolo Vermelho eutrófico (Santos et al., 2018), de textura argilosa (510, 130 e 360 g kg⁻¹ de areia, silte e argila, respectivamente), e foi verificado a seguinte composição química: 5,2 de potencial hidrogeniônico (pH em CaCl₂); 20 g dm⁻³ de matéria orgânica (M.O); 1,2 mg dm⁻³ de fósforo (P Mehlich); 3,4 cmol_c dm⁻³ de acidez potencial (H+Al); 0,256 cmol_c dm⁻³ de potássio (K); 2,7 cmol_c dm⁻³ de cálcio (Ca); 1,3 cmol_c dm⁻³ de magnésio (Mg); 7,7 cmol_c dm⁻³ de capacidade de troca de cátions (CTC), 55% de saturação de bases (V%).

2.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições por tratamento. Foram utilizados oito tratamentos com estratégias de inoculação de microrganismos e adubação nitrogenada: Controle (sem inoculação e sem N); 100 kg ha⁻¹ de N; *Azospirillum brasilense*, sem N; *Pseudomonas fluorescens*, sem N; *A. brasilense* e *P. fluorescens*, sem N; *A. brasilense*, mais 50 kg ha⁻¹ de N; *P. fluorescens*, mais 50 kg ha⁻¹ de N; e *A. brasilense* + *P. fluorescens*, mais 50 kg ha⁻¹ de

N. A concentração de microrganismos presentes no produto era de 1×10^8 UFC mL⁻¹ de *A. brasilense* (Ab-V5 CNPo 2083 e Ab-V6 CNPSO 2084) e 1×10^8 UFC mL⁻¹ de *P. fluorescens* (CNPSO 2719). Cada unidade experimental possuía 9 m², com 3 m de comprimento e 3 m de largura.

2.4 Implantação do experimento

No ensaio experimental utilizou a forrageira do gênero *Uroclhoa* híbrido cv. Mavuno, resultante do cruzamento de *U. brizantha* com *U. ruziziensis*. A área experimental foi preparada de forma convencional (uma aração e duas gradagens), não foi realizada a calagem, pois a saturação por bases estava próxima do recomendado para pastos de *Uroclhoa* cultivados no Cerrado (Vilela et al., 2004). No dia 29 de novembro de 2022 as sementes foram inoculadas no laboratório, de acordo com os respectivos tratamentos, utilizando-se a dose recomendada de 8 mL a cada kg de semente e em seguida foi realizada a semeadura de 15 kg ha⁻¹ de sementes incrustadas, com 80% de valor cultural. A semeadura foi realizada a lanço, com incorporação manual com uso de rastelo. No momento da semeadura foi realizada a adubação de base de acordo com a análise do solo e com a necessidade da cultura, aplicando-se 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 40 kg ha⁻¹ de K₂O.

Foi necessário o controle químico de plantas daninhas, com a aplicação de herbicida seletivo 2,4Dna a dose de 2 L ha⁻¹, 60 dias após a semeadura da forrageira, utilizou-se a bomba costal com capacidade de 20 litros para a pulverização.

No dia 04/02/2023 (96 dias) foi realizado o corte de uniformização com 50 cm de altura e a aplicação de N, de acordo com os tratamentos na dose de 50 kg ha⁻¹ de N, utilizando como fonte a ureia (45% de N). A segunda parcela da adubação nitrogenada do tratamento com 100 kg ha⁻¹ de N foi realizada após o corte de uniformização da primeira avaliação (11/03/2023). No dia 11/11/2023, com a estabilização das chuvas (início do segundo ciclo), foi realizado o corte de uniformização (50 cm de altura) e no dia 28 de novembro de 2023, quando as plantas apresentavam taxa de cobertura de solo de 40%, os inoculantes foram reaplicados via foliar, de acordo com os respectivos tratamentos. A dose utilizada de cada inoculante (*A. brasilense*, *P. fluorescens*) foi de 300 mL ha⁻¹, já do protetor, (produto para proteger as bactérias), utilizou-se 150 mL ha⁻¹. Nos tratamentos com a inoculação de apenas uma das bactérias, foi realizada a mistura do protetor com o inoculante no pulverizador e os tratamentos com as duas bactérias a mistura dos três produtos. Foi realizada

também no dia 28/11/2023 a adubação nitrogenada na dose de 50 kg ha⁻¹ de N, assim como no primeiro ciclo e no dia 15/12/2023 a segunda parcela de N, para o tratamento com a dose de 100 kg ha⁻¹ de N.

2.5 Avaliações

As avaliações do capim Mavuno foram realizadas nas seguintes datas no primeiro ciclo: 11/03/2023; 13/04/2023 e 24/05/2023; e no segundo ciclo de crescimento nas datas: 15/12/2023; 10/01/2024; 15/02/2024; 22/03/2024 e 02/05/2024.

Foi quantificada a altura do dossel forrageiro (AD, cm), densidade populacional de perfilhos (DPP, m²), relação folha/colmo (F/C), massa seca de forragem (MS, kg ha⁻¹) e análise bromatológica.

A AD foi mensurada em cada parcela com régua em cinco pontos distintos, medindo-se do nível do solo até o nível médio da curvatura das lâminas das folhas superiores completamente expandidas. Para a DPP, foi determinado por contagem em três pontos da unidade experimental, usando um quadrado de ferro com as dimensões de 0,25 x 0,25m.

Para a determinação da relação F/C foram coletados 10 perfilhos ao acaso e destes foram separados folhas e colmos, colocados em sacos de papel, levados a estufa de circulação forçada à 65 °C até peso constante. Após secos, foram obtidos os valores das massas e por divisão calculou-se a relação F/C.

A MS foi mensurada utilizando um quadrado de metal, com dimensões de 1x1 m, arremessado de forma aleatória no centro da parcela e toda forragem dentro e com altura de 15 cm acima do solo foi cortada e pesada. Posteriormente foi retirada uma alíquota de 300 g separada para determinação da matéria seca em estufa de circulação de ar forçada à 65° C até peso constante.

Após a determinação da MS, as amostras foram moídas em moinho de facas tipo Wiley com peneira de 2 mm e posteriormente foram misturadas para a obtenção de amostras compostas (primeira de 3 cortes referentes ao primeiro ano e a segunda com 5 cortes referente ao segundo ano de produção). Este material foi utilizado para a determinação da análise bromatológica, verificação de sua composição química.

Os dados obtidos foram analisados utilizando testes de média Scott e Knott a 5% de probabilidade. O programa estatístico foi o Sisvar.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não se verificou resultado significativo entre os tratamentos para a AD forrageiro em nenhuma das avaliações realizadas, tanto no primeiro como no segundo ano de condução (Tabela 1). A recomendação de altura de entrada dos animais para pastejo para o híbrido Mavuno é de 40 a 50 cm.

De acordo com Euclides et al. (2019), valores de altura superiores ao recomendado indicam acúmulo indesejável de componentes morfológicos com maior concentração de frações fibrosas e polímeros de lignina, e.g., pseudocolmo (colmo+bainha) e material morto. Somente na primeira avaliação no primeiro e segundo ciclo de avaliação foram obtidas alturas maiores que as recomendadas, porém não foi verificada a influência na relação folha:colmo destes mesmos períodos (Tabela 3).

Tabela 1. Altura do dossel forrageiro do capim Mavuno em função de estratégias de inoculação com *Azospirillum brasilense*, *Pseudomonas fluorescens* e adubação nitrogenada, durante o período de dois anos.

Tratamentos	Altura do dossel (cm)		
	1º Ciclo		
	1º corte	2º corte	3º corte
Controle	67,8 a	45,7 a	43,0 a
100 kg ha ⁻¹ de N	66,0 a	50,2 a	42,9 a
<i>Azospirillum brasilense</i> , sem N	67,4 a	49,9 a	44,1 a
<i>Pseudomonas fluorescens</i> , sem N	67,4 a	48,4 a	44,1 a
<i>A. brasilense</i> e <i>P. fluorescens</i> , sem N	65,0 a	47,0 a	44,7 a
<i>A. brasilense</i> + 50 kg ha ⁻¹ de N	66,1 a	50,6 a	44,3 a
<i>P. fluorescens</i> + 50 kg ha ⁻¹ de N	70,2 a	49,6 a	44,5 a
<i>A. brasilense</i> e <i>P. Fluorescens</i> + 50 kg ha ⁻¹ de N	72,6 a	47,8 a	44,7 a
CV	7,56	4,54	4,66

Tratamentos	Altura do dossel (cm)				
	2º ciclo				
	1º corte	2º corte	3º corte	4º corte	5º corte
Controle	52,0 a	57,7 a	54,7 a	51,6 a	45,6 a
100 kg ha ⁻¹ de N	50,4 a	53,5 a	52,9 a	49,7 a	43,3 a
<i>Azospirillum brasilense</i> , sem N	52,8 a	55,3 a	47,8 a	48,9 a	46,5 a
<i>Pseudomonas fluorescens</i> , sem N	53,8 a	57,2 a	47,9 a	51,9 a	45,7 a
<i>A. brasilense</i> e <i>P. fluorescens</i> , sem N	53,2 a	58,3 a	50,1 a	48,8 a	47,4 a
<i>A. brasilense</i> + 50 kg ha ⁻¹ de N	52,0 a	54,8 a	49,0 a	48,9 a	47,8 a
<i>P. fluorescens</i> + 50 kg ha ⁻¹ de N	50,6 a	58,4 a	50,8 a	54,7 a	46,7 a
<i>A. brasilense</i> e <i>P. Fluorescens</i> + 50 kg ha ⁻¹ de N	54,5 a	54,9 a	50,5 a	49,0 a	44,7 a

CV	6,93	4,73	4,73	7,87	5,32
----	------	------	------	------	------

Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Scott e Knott a 5% de probabilidade.

Para a densidade de perfilho, no primeiro ciclo, verificou-se no primeiro e segundo cortes que as maiores densidades foram obtidas no tratamento com *Pseudomonas fluorescens* + 50 kg ha⁻¹ de N. Já no terceiro corte este tratamento não diferiu do tratamento com a estratégia da associação das duas bactérias com a adubação nitrogenada (Tabela 2).

Tanto no primeiro como no segundo corte, do segundo ano de avaliação, as maiores densidades populacionais de perfilhos foram obtidas nos tratamentos que receberam a adubação nitrogenada (100 kg ha⁻¹), *P. fluorescens* + 50 kg ha⁻¹ de N e *A. brasilense* e *P. Fluorescens* também acrescido de 50 kg ha⁻¹ de N. Já no terceiro corte somente o tratamento controle proporcionou menores valores, quando comparados aos demais (Tabela 2).

Tabela 2. Densidade populacional de perfilhos do capim Mavuno em função de estratégias de inoculação com *Azospirillum brasilense*, *Pseudomonas fluorescens* e adubação nitrogenada, durante o período de dois anos.

Tratamentos	Densidade (perfilho/m ²)		
	1º Ciclo		
	1º corte	2º corte	3º corte
Controle	429 c	507 c	446 c
100 kg ha ⁻¹ de N	497 b	613 b	448 c
<i>Azospirillum brasilense</i> , sem N	496 b	506 c	465 c
<i>Pseudomonas fluorescens</i> , sem N	493 b	483 c	500 b
<i>A. brasilense</i> e <i>P. fluorescens</i> , sem N	459 c	540 c	512 b
<i>A. brasilense</i> + 50 kg ha ⁻¹ de N	488 b	532 c	503 b
<i>P. fluorescens</i> + 50 kg ha ⁻¹ de N	608 a	717 a	554 a
<i>A. brasilense</i> e <i>P. Fluorescens</i> + 50 kg ha ⁻¹ de N	521 b	634 b	573 a
CV	4,89	5,99	7,71

Tratamentos	Densidade (perfilho/m ²)				
	2º ciclo				
	1º corte	2º corte	3º corte	4º corte	5º corte
Controle	351 b	218 c	261 b	287 c	237 b
100 kg ha ⁻¹ de N	392 a	395 a	399 a	398 a	241 b
<i>Azospirillum brasilense</i> , sem N	337 b	318 b	371 a	285 c	264 b
<i>Pseudomonas fluorescens</i> , sem N	353 b	305 b	330 a	313 c	274 b
<i>A. brasilense</i> e <i>P. fluorescens</i> , sem N	330 b	328 b	342 a	318 c	257 b
<i>A. brasilense</i> + 50 kg ha ⁻¹ de N	363 b	312 b	352 a	349 b	266 b
<i>P. fluorescens</i> + 50 kg ha ⁻¹ de N	376 a	334 a	362 a	355 b	301 a

<i>A.brasilense</i> e <i>P. Fluorescens</i> + 50 kg ha ⁻¹ de N	400 a	372 a	358 a	348 b	323 a
CV	6,82	8,69	9,29	9,09	9,22

Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Scott e Knott a 5% de probabilidade.

No quarto corte o capim adubado somente com o N proporcionou maior perfilhamento, seguidos de *A.brasilense*, *P. fluorescens* e *A.brasilense* + *P. Fluorescens* todos acrescidos de 50 kg ha⁻¹ de N. E no quinto corte novamente os maiores valores foram obtidos nos capins inoculados com *P. fluorescens* e *A.brasilense* + *P. Fluorescens* todos acrescidos de 50 kg ha⁻¹ de N. Vieira et al. (2023) verificaram que a inoculação com *A. brasilense* resultou em um aumento significativo no número de perfilhos no capim-mombaça, com efeitos significativos observados nos 60 e 90 dias após a semeadura. Carvalho et al. (2020) obtiveram efeitos positivos no crescimento das folhas, significativos na produção de perfilhos de capim Zuri quando inoculado com *P. fluorescens*. A inoculação com *P. fluorescens* promoveu melhorias significativas no desenvolvimento estrutural de *Uroclhoa decumbens*, evidenciadas pelo maior alongamento do caule e pelo aumento no número de folhas por perfilho (Brennecke et al., 2016).

O perfilhamento é responsável pelo aumento da produtividade das gramíneas. Verás et al. (2020) estudando seis cultivares de *Urochloa spp.* (Basilisk, Marandu, BRS Paiaguás, Piatã e Xaraés), verificaram que existe correlação moderada a alta entre a densidade populacional de perfilhos e a massa de forragem. Assim, ao realizar o manejo de inoculação e adubação nitrogenada é necessário se atentar a dinâmica de perfilhamento da forrageira, pois é uma característica determinante na produção de massa de forragem.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos para a relação folha/colmo (Tabela 3). Maiores médias foram verificados no primeiro ciclo, nos três cortes realizados, em comparação ao segundo ciclo, porém ainda dentro do que é considerado adequado. Valores elevados da relação folha-colmo resultam em maior valor proteico da forragem, melhor digestibilidade e consumo, além de favorecer a gramínea com melhor adaptação ao corte (Rodrigues et al., 2008). De acordo com Pinto et al. (1994), considera-se como limite crítico a relação folha-colmo igual a 1,0, com vistas na quantidade e qualidade da forragem.

Tabela 3. Relação Folha:Colmo do capim Mavuno em função de estratégias de inoculação com *Azospirillum brasilense*, *Pseudomonas fluorescens* e adubação nitrogenada, durante o período de dois anos.

Tratamentos	Relação Folha/Colmo		
	1º Ciclo		
	1º corte	2º corte	3º corte
Controle	1,9 a	1,9 a	1,9 a
100 kg ha ⁻¹ de N	1,9 a	1,9 a	1,8 a
<i>Azospirillum brasilense</i> , sem N	1,9 a	2,0 a	1,9 a
<i>Pseudomonas fluorescens</i> , sem N	2,0 a	2,2 a	1,9 a
<i>A. brasilense</i> e <i>P. fluorescens</i> , sem N	1,9 a	2,1 a	1,8 a
<i>A. brasilense</i> + 50 kg ha ⁻¹ de N	1,9 a	2,0 a	1,8 a
<i>P. fluorescens</i> + 50 kg ha ⁻¹ de N	2,1 a	2,2 a	2,0 a
<i>A. brasilense</i> e <i>P. Fluorescens</i> + 50 kg ha ⁻¹ de N	2,0 a	2,1 a	1,9 a
CV	4,51	6,44	7,20

Tratamentos	Relação Folha/Colmo				
	2º ciclo				
	1º corte	2º corte	3º corte	4º corte	5º corte
Controle	1,2 a	1,1 c	1,2 b	1,1 a	1,5 a
100 kg ha ⁻¹ de N	1,3 a	1,1 c	1,2 b	1,1 a	1,6 a
<i>Azospirillum brasilense</i> , sem N	1,3 a	1,1 c	1,3 a	1,1 a	1,7 a
<i>Pseudomonas fluorescens</i> , sem N	1,2 a	1,3 a	1,3 a	1,1 a	1,5 a
<i>A. brasilense</i> e <i>P. fluorescens</i> , sem N	1,2 a	1,3 a	1,3 a	1,2 a	1,7 a
<i>A. brasilense</i> + 50 kg ha ⁻¹ de N	1,2 a	1,3 a	1,3 a	1,1 a	1,5 a
<i>P. fluorescens</i> + 50 kg ha ⁻¹ de N	1,3 a	1,3 a	1,1 b	1,2 a	1,5 a
<i>A. brasilense</i> e <i>P. Fluorescens</i> + 50 kg ha ⁻¹ de N	1,2 a	1,4 a	1,3 a	1,1 a	1,6 a
CV	7,11	8,82	5,97	7,56	7,02

Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Scott e Knott a 5% de probabilidade.

No primeiro ciclo a menor produção de MS foi verificada no primeiro corte para tratamento que recebeu 100 kg ha⁻¹ de N, os demais tratamentos não diferiram entre si. No segundo corte as maiores produções de MS foram obtidas nos tratamentos que receberam a adubação nitrogenada (100 kg ha⁻¹), *P. fluorescens* + 50 kg ha⁻¹ de N e *A. brasilense* e *P. Fluorescens* também acrescido de 50 kg ha⁻¹ de N. Já no terceiro corte a maior MS foi obtida no capim inoculado com *P. fluorescens* + 50 kg ha⁻¹ de N, seguido dos tratamentos com 100 kg ha⁻¹ e *A. brasilense* e *P. Fluorescens* + 50 kg ha⁻¹ de N (Tabela 4).

No segundo ciclo, segundo corte, o capim inoculado com *P. fluorescens* e *A. brasilense* + *P. Fluorescens* ambos acrescidos de N acrescido de 50 kg ha⁻¹ de N apresentaram maiores produções. No quarto corte o comportamento foi semelhante,

porém estes tratamentos não diferiram no capim que recebeu 100 kg há⁻¹ de N. No terceiro corte o tratamento com *P. fluorescens* + 50 kg há⁻¹ de N proporcionou maior massa seca, seguido do tratamento com a coinoculação *A. brasilense* + *P. Fluorescens* também acrescido de N.

No quarto corte, que corresponde ao período de transição os melhores resultados foram obtidos no tratamento que recebeu somente o N e no inoculado com as duas bactérias, mas 50 kg ha⁻¹ de N (Tabela 4). Leite et al. (2018) observaram maior perfilhamento e produção de forragem do capim-marandu quando inoculado com *A. brasilense*, independentemente dos níveis de fertilização nitrogenada utilizados

Tabela 4. Produção de massa seca do capim Mavuno em função de estratégias de inoculação com *Azospirillum brasilense*, *Pseudomonas fluorescens* e adubação nitrogenada, durante o período de dois anos.

Tratamentos	Massa seca (kg ha ⁻¹)		
	1º Ciclo		
	1º corte	2º corte	3º corte
Controle	2.648 a	2.371 b	1.478 d
100 kg ha ⁻¹ de N	2.250 b	3.315 a	1.852 b
<i>Azospirillum brasilense</i> , sem N	2.605 a	2.218 b	1.745 c
<i>Pseudomonas fluorescens</i> , sem N	2.720 a	2.362 b	1.691 c
<i>A. brasilense</i> e <i>P. fluorescens</i> , sem N	2.888 a	2.471 b	1.711 c
<i>A. brasilense</i> + 50 kg ha ⁻¹ de N	2.577 a	2.583 b	1.997 b
<i>P. fluorescens</i> + 50 kg ha ⁻¹ de N	2.688 a	3.012 a	2.167 a
<i>A. brasilense</i> e <i>P. Fluorescens</i> + 50 kg ha ⁻¹ de N	2.740 a	3.055 a	1.898 b
CV	7,35	17,23	7,57

Tratamentos	Massa seca (kg ha ⁻¹)				
	2º ciclo				
	1º corte	2º corte	3º corte	4º corte	5º corte
Controle	1.329 b	1.902 c	1.181 d	1.054 d	1.439 b
100 kg ha ⁻¹ de N	1.336 b	2.324 b	1.602 b	1.600 a	1.777 a
<i>Azospirillum brasilense</i> , sem N	1.675 a	1.919 c	1.251 d	1.415 b	1.553 b
<i>Pseudomonas fluorescens</i> , sem N	1.541 a	1.923 c	1.360 c	1.215 c	1.534 b

<i>A. brasilense</i> e <i>P. fluorescens</i> , sem N	1.613 a	2.037 c	1.451 c	1.273 c	1.452 b
<i>A. brasilense</i> + 50 kg ha ⁻¹ de N	1.441 b	2.098 c	1.413 c	1.244 c	1.547 b
<i>P. fluorescens</i> + 50 kg ha ⁻¹ de N	1.682 a	2.675 a	1.795 a	1.602 a	1.543 b
<i>A. brasilense</i> e <i>P. Fluorescens</i> + 50 kg ha ⁻¹ de N	1.447 b	2.628 a	1.616 b	1.641 a	1.668 a
CV	8,31	5,62	6,84	4,41	6,03

Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Scott e Knott a 5% de probabilidade.

Para a digestibilidade do FDN não verificou-se diferença significativa ($p > 0,05$) para as primeiras horas avaliadas, 30 e 48h no primeiro ciclo e 30, 48 e 120h no segundo ciclo de avaliação (Tabela 5), demonstrando que degradação ocorre de forma simultânea digerindo a parte mais solúvel do material, compatível com o tempo nas primeiras horas.

No primeiro ciclo para 120 e 240h a digestibilidade da FDN foi maior para os tratamentos *A. brasilense* + 50 kg ha⁻¹ de N e *P. fluorescens* + 50 kg ha⁻¹ de N. Comportamento esse que pode estar associado a características química bromatológica próprias da forrageira sob influência desses tratamentos, pois essa combinação proporcionou maiores valores de PB e também menores valores de lignina, com 11,84 e 11,75 e 5,25 e 5,26%, respectivamente (Tabela 6). o que pode refletir na digestibilidade por esse componente, a lignina está inversamente relacionada a digestibilidade da fibra, o que retrata que seu aumento impacta na digestibilidade do material, uma vez que a lignina é uma substância altamente complexa e resistente à ação de enzimas digestivas, se liga fortemente à celulose e à hemicelulose nas paredes celulares das plantas, pois dificulta a ação das enzimas digestivas, o que reflete diretamente a qualidade e o aproveitamento do alimento (Van Soest, 1965; Vieira et al., 2020).

Tabela 5. Digestibilidade média do FDN do capim Mavuno em função de estratégias de inoculação com *Azospirillum brasilense*, *Pseudomonas fluorescens* e adubação nitrogenada, durante o período de dois anos.

Tratamentos	Digestibilidade do FDN (% MS)			
	1º Ciclo			
	30h	48h	120h	240h
Controle	58,16 a	72,76 a	76,16 c	78,57 b
100 kg ha ⁻¹ de N	58,34 a	71,36 a	77,06 c	79,78 b
<i>Azospirillum brasilense</i> , sem N	57,89 a	72,24 a	76,42 c	78,96 b

<i>Pseudomonas fluorescens</i> , sem N	57,23 a	72,40 a	77,27 c	79,32 b
<i>A.brasilense</i> e <i>P. fluorescens</i> , sem N	57,58 a	72,56 a	76,49 c	78,90 b
<i>A. brasilense</i> + 50 kg ha ⁻¹ de N	59,35 a	74,01 a	79,09 a	81,69 a
<i>P. fluorescens</i> + 50 kg ha ⁻¹ de N	59,16 a	73,28 a	78,90 a	81,42 a
<i>A.brasilense</i> e <i>P. Fluorescens</i> + 50 kg ha ⁻¹ de N	50,82 a	73,17 a	77,18 b	79,68 b
CV	8,90	2,56	1,92	1,60
Digestibilidade do FDN (% MS)				
Tratamentos	2º Ciclo			
	30h	48h	120h	240h
Controle	58,87 a	78,54 a	79,43 a	80,95 a
100 kg ha ⁻¹ de N	59,23 a	78,59 a	79,90 a	81,23 a
<i>A. brasilense</i> , sem N	58,55 a	77,32 a	77,94 a	79,28 b
<i>P. fluorescens</i> , sem N	59,65 a	79,11 a	79,97 a	80,78 a
<i>A.brasilense</i> e <i>P. fluorescens</i> , sem N	57,39 a	75,99 a	77,73 a	78,85 b
<i>A. brasilense</i> + 50 kg ha ⁻¹ de N	60,21 a	78,82 a	79,84 a	81,06 a
<i>P. fluorescens</i> + 50 kg ha ⁻¹ de N	60,23 a	79,14 a	80,19 a	81,83 a
<i>A.brasilense</i> e <i>P. Fluorescens</i> + 50 kg ha ⁻¹ de N	58,69 a	77,08 a	78,30 a	80,10 b
CV	2,39	2,53	2,15	1,56

Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Scott e Knott a 5% de probabilidade.

No segundo ciclo a digestibilidade da forragem apresentou diferença apenas para o tempo de 240h, para a combinação *A. brasilense* + 50 kg ha⁻¹ de N e *P. fluorescens* + 50 kg ha⁻¹ de N (Tabela 5) também como no primeiro ciclo os teores de lignina se apresentaram menores quanto aos outros tratamentos o que pode explicar esse resultado (Tabela 6).

Ressalta o comportamento do tratamento controle que também apresentou resultado superior para digestibilidade, no segundo ciclo para o tempo de 240h (Tabela 5). Esse resultado pode ser atribuído a menor produção de biomassa, pois apresentou valores inferiores em todos os cortes do segundo ciclo (Tabela 4). Com a ausência do aporte de N a planta encontra limitação no desenvolvimento e acúmulo de tecido da parte aera, pois o maior acúmulo de biomassa reflete em aumento de carboidratos estruturais os quais reduzem a digestibilidade do capim (Tsuzukibashi et al., 2016).

Quanto a PB, no primeiro ciclo houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos em que os tratamentos 100 kg ha⁻¹ de N, *A. brasilense* + 50 kg ha⁻¹ de N e *P. fluorescens* + 50 kg ha⁻¹ de N apresentaram melhores valores para essa análise (Tabela 6). O N é um macronutriente essencial aos vegetais, presente em vários

compostos orgânicos está associado a aminoácidos e proteínas das plantas, diretamente associado a fotossíntese e ao incremento do teor nutricional de proteína (Bourscheid et al., 2019). Isso justifica o maior valor encontrado de PB para o tratamento que recebeu o N via adubação, tanto no primeiro quanto no segundo ciclo, essa adubação foi capaz de disponibilizar uma maior quantidade de N e consequentemente uma maior conversão em PB pelas plantas. Não diferindo da adução completa com 100 kg ha⁻¹ de N, os tratamentos *A. brasilense* + 50 kg ha⁻¹ de N e *P. fluorescens* + 50 kg ha⁻¹ de N também apresentaram valores superiores na avaliação de PB. Isso porque a inoculação pode promover o incremento de nitrogênio acumulado, atribuído a fixação biológica de nitrogênio (Aguirre et al., 2020).

Porém somente a inoculação com os microrganismos não é capaz de promover efeito superiores a PB do capim, demonstrado pelos tratamentos que receberam somente a inoculação, *Azospirillum brasilense* sem N, *Pseudomonas fluorescens* sem N e combinação entre eles *A. brasilense* e *P. fluorescens* sem N, esses apresentaram valores inferiores. Foi necessária uma combinação com 50 kg ha⁻¹, com isso, expressaram valores estatisticamente iguais a adubação com 100 kg ha⁻¹ de N.

Para os teores de FDN o capim apresentou diferença significativa para os tratamentos apenas no segundo ciclo de avaliação, em que os tratamentos 100 kg ha⁻¹ de N, *A. brasilense* + 50 kg ha⁻¹ de N e *P. fluorescens* + 50 kg ha⁻¹ de N apresentaram semelhança entre si e diferença ao demais, que pode ser associado a maior disponibilidade de N nesses tratamentos apresentando uma solubilidade maior de componentes da parede celular como celulose e hemicelulose e redução dos teores de FDN menor comparado aos demais (Van Soest (1994).

A redução nos teores de FDN de capim tende a reduzir com aporte maior de N a gramínea seja via adubação seja via inoculação com microrganismos fixadores como *A. brasilense* (Galindo et al., 2018 e Bulegon et al., 2019). Os valores de amido, cinzas, extrato etéreo (EE) e carboidratos não fibrosos (CNF) não diferiram entre si, não havendo diferença inciativa em nenhum dos dois ciclos avaliados.

Tabela 6. Análise bromatológica do capim Mavuno em função de estratégias de inoculação com *Azospirillum brasilense*, *Pseudomonas fluorescens* e adubação nitrogenada, durante o período de dois anos.

Tratamentos	1º Ciclo										
	PS	PB	FDA	FDN	FDNmo	Lignina	Amido	Cinzas	EE	CNF	NDT
	(%PB)					%MS					
Controle	10,95	10,50	35,14	59,39	56,04 a	5,69 a	3,96 a	10,32	3,16 a	18,29	60,40
	b	b	a	a				a		a	a
100 kg ha ⁻¹ de N	1475 a	11,08	34,47	59,72	56,44 a	5,41 b	3,21 a	9,28 a	3,02 a	18,61	56,55
		a	b	a						a	a
<i>Azospirillum brasilense</i> , sem N	9,03 c	10,13	35,55	60,13	56,57 a	5,46 a	3,64 a	10,59	3,12 a	17,70	55,01
		b	a	a				a		a	a
<i>Pseudomonas fluorescens</i> , sem N	11,12	10,13	35,50	60,55	57,64 a	5,68 a	3,29 a	9,96 a	3,00 a	18,24	55,02
	b	b	a	a						a	a
<i>A. brasilense</i> e <i>P. fluorescens</i> , sem N	10,31	10,24	35,51	60,06	56,69 a	5,70 a	3,15 a	10,17	2,95 a	18,22	55,07
	b	b	a	a				a		a	a
<i>A. brasilense</i> + 50 kg ha ⁻¹ de N	10,49	11,84	33,65	58,56	55,22 a	5,25 b	3,40 a	9,87 a	3,09 a	18,43	57,12
	b	a	b	a						a	a
<i>P. fluorescens</i> + 50 kg ha ⁻¹ de N	14,23	11,75	34,11	59,78	56,53 a	5,26 b	3,37 a	9,64 a	3,03 a	17,60	56,87
	a	a	a	a						a	a
<i>A. brasilense</i> e <i>P. Fluorescens</i> + 50 kg ha ⁻¹ de N	9,56 c	10,51	35,52	60,11	56,70 a	5,63 a	3,58 a	10,13	3,22 a	17,80	55,82
		b	a	a				a		a	a
CV	13,82	7,51	2,76	1,95	2,17	3,77	12,35	5,34	6,47	4,92	6,03
						2º Ciclo					
	OS	PB	FDA	FDN	FDNmo	Lignina	Amido	Cinzas	EE	CNF	NDT
	(%PB)					%MS					
Controle	10,96	11,18	38,34	62,25	58,86 a	5,84 b	3,16 a	9,77 a	3,47 a	14,32	55,85
	b	b	a	a						a	b
100 kg ha ⁻¹ de N	14,75	13,86	38,40	61,58	58,50 a	5,83 b	2,68 a	9,37 a	3,37 a	14,19	56,69
	a	a	a	b						a	a
<i>Azospirillum brasilense</i> , sem N	9,03 c	10,63	39,39	63,04	59,51 a	6,01 a	3,52 a	9,72 a	3,49 a	15,09	55,46
		b	a	a						a	b
<i>Pseudomonas fluorescens</i> , sem N	11,12	11,06	38,68	63,01	52,39 a	5,95 a	3,41 a	9,47 a	3,43 a	15,33	56,37

	b	b	a	a						a	a
<i>A.brasilense</i> e <i>P. fluorescens</i> , sem N	10,31	10,95	39,75	62,99	59,88 a	6,22 a	3,11 a	9,59 a	3,41 a	15,05	54,87
	b	b	a	a						a	b
<i>A. brasilense</i> + 50 kg ha ⁻¹ de N	10,49	12,11	37,52	61,70	58,83 a	5,79 b	2,85 a	9,58 a	3,52 a	15,19	57,14
	b	b	a	b						a	a
<i>P. fluorescens</i> + 50 kg ha ⁻¹ de N	14,23	13,30	37,49	61,27	58,35 a	5,70 b	2,70 a	9,97 a	3,52 a	14,09	56,92
	a	a	a	b						a	a
<i>A.brasilense</i> e <i>P. Fluorescens</i> + 50 kg ha ⁻¹ de N	9,57 c	11,39	39,29	62,54	59,72	6,02 a	3,13 a	9,73 a	3,47 a	14,62	55,95
		b	a	a	a					a	b
CV	8,83	8,72	2,68	1,33	9,15	3,48	17,03	3,33	4,53	6,11	1,76

Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Scott e Knott a 5% de probabilidade.

PS: Peso seco; PB: Proteína Bruta; FDA: Fibra em Detergente Ácido; FDN: Fibra em Detergente Neutro FDNmo: Fibra em Detergente Ácido na Matéria Orgânica EE: Extrato Etéreo; CNF: Carboidrato Não Fibroso. NDT: Nitrogênio Digestíveis Totais.

4 CONCLUSÕES

A inoculação do capim-mavuno, acrescidos de N proporciona aumento da densidade populacional de perfilhos e produção de massa seca, além da melhoria de algumas características produtivas e bromatológicas.

A inoculação do capim-mavuno, sem N, não é suficiente para promover bons resultados produtivos a curto espaço de tempo, como a fixação de nitrogênio.

A bactéria *P. fluorescens* + 50 kg ha⁻¹ de N, em algumas situações de apresentou aumento de produção, sendo superior ao tratamento que foi utilizado a coinoculação com *A.brasilense*.

REFERÊNCIAS

- AGUIRRE, P. F.; GIACOMINI, S. J.; OLIVO, C. J.; BRATZ, V. F.; QUATRIN, M. P.; SCHAEFER, G. L. Biological nitrogen fixation and urea-N recovery in 'Coastcross-1' pasture treated with *Azospirillum brasilense*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 55, p.1-10, 2020. doi: 10.1590/S1678-3921.pab2020.v55.01242
- ALASA, M. C. Utilisation of Ensiled Guinea Grass with Legumes for Meat Production by Bunaji Cattle in Oyo Town. **NIU Journal of Social Sciences**, v. 7, n. 2, p. 227-232, 2021.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2014.
- BOLFE, É.L.; VICTORIA, D.d.C.; SANO, E.E.; BAYMA, G.; MASSRUHÁ, S.M.F.S.; de OLIVEIRA, A.F. Potential for Agricultural Expansion in Degraded Pasture Lands in Brazil Based on Geospatial Databases. *Land* 2024, 13, 200.
<https://doi.org/10.3390/land13020200>.
- BOURSCHEID, M. L. B.; PEDREIRA, B. C.; PEREIRA, D. H.; ZANETTE, M. C.; DEVENS, J. Nitrogen input strategies in pastures: mineral fertilizer; bacterial inoculant and consortium with forage peanuts. **Scientific Electronic Archives** [Internet]. 2019, 12(3):137-148.
https://pdfs.semanticscholar.org/89ad/fcede758a8a2d62076599fd54a7785b86994.pdf?_ga=2.99698910.1145095548.1633464262-187099728.1630188603
- BRENNECKE, K.; ABAKER BERTIPAGLIA, L. M.; ANTONIAZZI, A.; FERREIRA SOUZA, E. Inoculação da bactéria *Pseudomonas fluorescens* no índice de crescimento da *Brachiaria decumbens* spp. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, [S. l.], v. 14, p. 217–224, 2016. DOI: 10.7213/academica.14.2016.24.
- BULEGON, L.G.; SUSS, A.D.; CECATTO-JÚNIOR, R.; GUIMARÃES, V.F.; CASTAGNARA, D.D.; OLIVEIRA, P.S.R.; RAMPIM, L. Biometric and Bromatological Characteristics of *Brachiaria* Inoculated With *Azospirillum brasilense* Associated With Nitrogen Fertilization. **Journal of Agricultural Science**, v.11, n.16, 2019. doi: 10.5539/jas.v11n16p98
- CARVALHO, C. D., DUARTE, A. N. M., HUNGRIA, M., NOGUEIRA, M. A., MOREIRA, A., & SOARES FILHO, C. V. Nitrogen in Shoots, Number of Tillers, Biomass Yield and Nutritive Value of Zuri Guinea Grass Inoculated with Plant-Growth Promoting Bacteria. **International journal for innovation education and research**, v. 8 n. 5, 2020.
- DIAS, M. DE S., FLORENTINO, L. A., RABÊLO, F. H. S., REZENDE, A. V. DE ., SOUZA, F. R. DA C., BORGIO, L. Morphological, productive, and chemical traits of xaraés grass: nitrogen topdressing versus inoculation with diazotrophic bacteria. **Ciência Animal Brasileira**, v. 20, p. e–38586, 2019.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. revisada e ampliada – Brasília, DF: Embrapa, 2017. 574 p.

EUCLIDES, V. P. B.; CARPEJANI, G. C.; MONTAGNER, D. B.; JUNIOR N. D.; BARBOSA, R. A.; DIFANTE, S. G. Maintaining post-grazing sward height of *Panicum maximum* (cv. Mombaça) at 50 cm led to higher animal performance compared with post-grazing height of 30 cm. 2018. **Grass and Forage Science**. 73(1):174–182. doi:10.1111/gfs.12292

LEITE, R. C.; SANTOS, A. C.; SANTOS, J. G. D.; LEITE, R. C.; OLIVEIRA, L. B. T.; HUNGRIA, M. Mitigation of mombasa grass (*megathyrsus maximus*) dependence on nitrogen fertilization as a function of inoculation with *azospirillum brasilense*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 43, p.1-14, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/18069657rbc20180234>

LEITE, R. D. C., DOS SANTOS, J. G., SILVA, E. L., ALVES, C. R., HUNGRIA, M., LEITE, R. D. C., & DOS SANTOS, A. C. Productivity increase, reduction of nitrogen fertiliser use and drought-stress mitigation by inoculation of Marandu grass (*Urochloa brizantha*) with *Azospirillum brasilense*. **Crop and Pasture Science**, v. 61–67, 2019. DOI : <https://doi.org/10.1071/CP18105>.

NORMANIZA, O.; FAISAL, H. A.; BARAKBAH, S. S. Engineering properties of *Leucaena leucocephala* for prevention of slope failure. **Ecological engineering**, v. 32, n. 3, p. 215-221, 2008.

PINTO, J. C.; GOMIDE, J. A.; MAESTRI, M. Produção de matéria seca e relação folha/colmo de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.3, p.313-326, 1994.

RODRIGUES, R. C.; MOURÃO, G. B.; BRENNECKE, K.; LUZ, P. H. de C.; HERLING, V. R. Produção de matéria seca, relação folha/colmo e alguns índices de crescimento do *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés cultivado com a combinação de doses de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p.394-400, 2008.

SANTOS, D.C.; GUIMARÃES-JÚNIOR, R.; VILELA, L.; MACIEL, G.A.; FRANÇA, A.F.S. Implementation of silvopastoral systems in Brazil with *Eucalyptus urograndis* and *Brachiaria brizantha*: Productivity of forage and an exploratory test of the animal response. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.266, p.174-180, 2018. doi: 10.1016/j.agee.2018.07.017

SEIBT, D. C., OLIVO, C. J., ALESSIO, V., SILVA, A. R., QUATRIN, M. P., & ANJOS, A. N. A. DOS. Forage production in mixed grazing systems of elephant grass with arrowleaf clover or forage peanut. **Revista Ceres**, v. 65, n. 2, p. 174–180, mar. 2018.

SILVA, K. P., SILVA, G. O. A., OLIVEIRA, T. É., REZENDE, A. V., & FLORENTINO, L. A. Growth promotion of Guinea grass by diazotrophic bacteria. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 49, p. e56732, 2019.

TSUZUKIBASHI, D.; COSTA, J.P.R.; MORO, F.V.; RUGGIERI, A.C.; MALHEIROS, E.B. Anatomia quantitativa, digestibilidade *in vitro* e composição química de cultivares de *Brachiaria brizantha*. **Revista de Ciências Agrárias**, v.39, n.1, p.46-53, 2016. doi: 10.19084/RCA14141.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2nd ed. New York: Cornell University Press, 1994.

VAN SOEST, P.J. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. **Journal of Animal Science**, v.24, p.834-843, 1965. doi: 10.2527/jas1965.243834x.

VÉRAS, E. L. L.; DIFANTE, G. S.; GURGEL, A. L. C.; COSTA, C. M.; EMERENCIANO NETO, J. V.; RODRIGUES, J. G. *et al.* Tillering capacity of *Brachiaria* cultivars in the Brazilian Semi-arid region during the dry season. **Tropical Animal Science Journal**, v.43, n.2, p.133-140, 2020.

VIEIRA, C. L.; ZILOCCHI, M. G.; FIGUEIREDO, E. O.; SILVA, G. V. B.; ROCHA, R. R.; OLIVEIRA, A. J. Unraveling the potential: assessment of the effect of *Azospirillum brasilense* inoculated via seeds on the growth and production of Mombaça grass. **Scientific Electronic Archives**, [S. l.], v. 17, n. 1, 2023. DOI: 10.36560/17120241841.

VIEIRA, M. C., RODRIGUES, J. A., ABREU, J. G., SANTANA, A. P. L., e BARBOSA JUNIOR, J. B. Capim-Mavuno em diferentes períodos de diferimento. Revista Eletrônica **Nutritime**, v. 17, n. 3, p. 8722-8729. 2020. ISSN 1983-9006. Disponível em: <www.nutritime.com.br>.

CAPÍTULO 3 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de bactérias promotoras de crescimento (BPC) em conjunto com adubação nitrogenada representa uma abordagem promissora para melhorar a produtividade agrícola e a sustentabilidade dos sistemas de cultivo. Os resultados obtidos neste estudo indicam que a aplicação de BPC pode favorecer o crescimento das plantas, além de melhorar a eficiência do uso do nitrogênio. A simbiose entre as bactérias e as plantas, por meio de processos como a fixação biológica de nitrogênio mostrou-se um elemento chave que pode reduzir a dependência de fertilizantes químicos, contribuindo para práticas agrícolas sustentáveis.

No entanto, a interação entre as BPC e a adubação nitrogenada deve ser cuidadosamente gerenciada, considerando os diferentes tipos de solo, as espécies de plantas e as condições ambientais.