

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**ELIZIANE FRANCIELI SALVADORI**

**PRODUÇÃO DE GRAMA ESTRELA AFRICANA (*Cynodon nlemfuensis*)  
INOCULADA COM *Azospirillum brasilense***

**DOIS VIZINHOS**

**2025**

**ELIZIANE FRANCIELI SALVADORI**

**PRODUÇÃO DE GRAMA ESTRELA AFRICANA (*Cynodon nlemfuensis*)  
INOCULADA COM *Azospirillum brasilense***

**Production of African star grass (*Cynodon nlemfuensis*) inoculated with  
*Azospirillum brasilense***

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Zootecnia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).  
Orientador: Prof. Dr. Fernando Reimann Skonieski

**DOIS VIZINHOS  
2025**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos.  
Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**Eliziane Francieli Salvadori**

**PRODUÇÃO DE GRAMA ESTRELA AFRICANA (*Cynodon nlemfuensis*)  
INOCULADA COM *Azospirillum brasilense***

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação  
apresentado como requisito do título de Bacharel  
em nome do Curso de Zootecnia da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus  
Dois Vizinhos

Data de aprovação: 03/Julho/2025

---

Prof. Dr. Fernando Reimann Skonieski  
(Orientador)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Profa. Dra. Andressa Radtke Baungratz  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Me. Marcio Simionatto  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**DOIS VIZINHOS**

**2025**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por ter me sustentado com seu amor e pela misericórdia derramada sobre a minha vida, bem como iluminando meu caminho nos momentos difíceis e dando força para seguir.

Aos meus pais Ildo e Cleusa por todo apoio, amor, dedicação, por todos os valores que me ensinaram e principalmente por me incentivar a ir em busca dos meus sonhos. A vocês todo meu amor e gratidão.

Aos meus irmãos Cleverson e Ediane, por me ensinarem a amar, dividir e lutar. Enfim, a todos meus familiares por de alguma forma terem me ajudado nesta caminhada.

Ao meu orientador, Dr. Fernando Reimann Skonieski, que me auxiliou e esteve presente sempre que necessitei, contribuindo com o desenvolvimento do trabalho. E a todos os professores da Universidade que contribuíram e estão contribuindo para minha formação profissional e pessoal.

Por fim, quero agradecer a todos os meus amigos que fiz na trajetória até aqui, principalmente a TÁCILA pelo companheirismo, amizade e por ter se tornado minha família ao longo da graduação.

Gratidão!

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar se a inoculação com *Azospirillum brasilense* afeta o desenvolvimento da grama estrela africana (*Cynodon nlemfuensis*) ao longo do seu ciclo vegetativo. O trabalho foi conduzido na Unidade de Ensino e Pesquisa de Bovinocultura de Leite da UTFPR Campus Dois Vizinhos. Foi avaliada a pastagem de estrela africana, já estabelecida há 5 anos, entre os meses de outubro de 2023 a março de 2024 com adição de inoculante (*A. brasilense*) e o controle, sem a adição do mesmo. Antes do início das avaliações, todas as parcelas foram roçadas a 10 cm acima do nível do solo. A aplicação do nitrogênio em cobertura ( $50 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ ) foi realizada em dose única, 30 dias após a roçada inicial. Foi realizada a avaliação por corte e total da altura, produção de matéria seca (MS), folhas, colmos da pastagem. Os resultados foram submetidos a teste de normalidade e posteriormente à análise de variância e as médias foi empregado o teste F a nível de 5% de significância. A inoculação com bactérias *Azospirillum brasilense* não interferiu na altura da pastagem, produção de matéria seca, folhas, colmos por corte e total e na relação folha colmo. Conclui-se que o inoculante a base de *Azospirillum brasilense* não altera a produção de matéria seca e de folhas, e não interfere na relação folha/colmo da pastagem.

**Palavras-chave:** ciclo vegetativo; matéria seca; produção vegetal.

## ABSTRACT

This study aimed to evaluate whether inoculation with *Azospirillum brasilense* affects the development of African star grass (*Cynodon nlemfuensis*) throughout its vegetative cycle. The study was conducted at the Dairy Cattle Teaching and Research Unit of UTFPR, Dois Vizinhos Campus. A five-year-established African star grass pasture was evaluated from October 2023 to March 2024, with and without the application of the *A. brasilense* inoculant. Prior to the evaluations, all plots were mowed to 10 cm above ground level. A single nitrogen topdressing (50 kg ha<sup>-1</sup> N) was applied 30 days after the initial mowing. Evaluations included cut-by-cut and total measurements of pasture height, dry matter (DM) production, leaves, and stems. The results were subjected to normality testing followed by analysis of variance, and means were compared using the F-test at a 5% significance level. Inoculation with *Azospirillum brasilense* did not affect pasture height, dry matter production, leaf and stem yields per cut and total, or the leaf-to-stem ratio. It is concluded that the *Azospirillum brasilense* based inoculant does not alter dry matter or leaf production, and does not interfere with the leaf/stem ratio of the pasture.

**Keywords:** vegetative cycle; dry matter; plant production.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1 Objetivo geral.....</b>	<b>9</b>
<b>2.2 Objetivo específico .....</b>	<b>9</b>
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>10</b>
<b>3.1 Caracterização da Estrela africana .....</b>	<b>10</b>
<b>3.2 Bactérias promotoras de crescimento de plantas: gênero <i>Azospirillum spp</i>.....</b>	<b>10</b>
3.2.1 Produção de fitohormônios .....	11
3.2.2 Fixação biológica do Nitrogênio .....	12
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>15</b>
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>17</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>21</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>.....</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil, possui uma área de aproximadamente 160 milhões de hectares de pastagens, das quais mais de 50% apresentam algum grau de degradação (MapBiomas, 2022). A grama estrela africana (*Cynodon nlemfuensis*) é uma espécie de gramínea amplamente utilizada como pastagem por ser extremamente resistente ao pisoteio, elevada produção de massa e capacidade de rápido estabelecimento no solo, sendo muito empregada também para a recuperação de áreas de pastagens degradadas.

Para atingir uma produção ideal, a planta necessita de uma variedade de nutrientes, incluindo nitrogênio. Este nutriente essencial é propenso à mobilidade no solo e pode ser perdido por lixiviação e volatilização. Aproximadamente metade do nitrogênio aplicado ao solo não é utilizado pela cultura, resultando em efeitos prejudiciais, como redução do valor nutricional, menor teor de proteína bruta (Mello et al., 2003). A fertilização com nitrogênio apresenta desafios, principalmente devido ao alto custo da ureia que é o principal fertilizante utilizado.

Uma maneira de reduzir o custo com adubação nitrogenada é a utilização de inoculante, entre eles o *Azospirillum brasilense*. A bactéria *Azospirillum brasilense* tem a capacidade de fixar nitrogênio da atmosfera, através do processo chamado de fixação biológica do nitrogênio (FBN). Além disso produzem fitohormônios, tais como, auxinas, giberelinas, entre outros. Ambos os fatores estão relacionados com o aumento da produção de matéria seca e de folhas de gramíneas. Diante disso, as bactérias do gênero *Azospirillum spp.* promovem o crescimento das plantas de forma sustentável, reduzindo a necessidade de fertilizantes químicos industrializados, de elevado custo e sujeitos a perdas e contaminação dos solos e águas superficiais e subterrâneas.

A produção de massa forrageira é essencial para o manejo eficiente de pastagens, sendo composta principalmente por folhas e colmos, que exercem funções distintas. As folhas possuem maior valor nutritivo e são preferidas pelos animais, enquanto os colmos contribuem para a sustentação da planta e acúmulo de reservas (Dias-Filho, 2007). O equilíbrio entre esses componentes influencia diretamente a qualidade da forragem, a taxa de rebrota e o aproveitamento pelo gado (Jank et al., 2014). Em gramíneas como a *Cynodon nlemfuensis*, essa característica favorece sua utilização tanto na produção intensiva quanto na recuperação de áreas degradadas.

A inoculação de bactérias do gênero *Azospirillum brasilense* pode aumentar a produção de matéria seca e a quantidade de folhas, melhorando a relação folha/colmo da pastagem, que se relacionam com aumento do consumo da matéria seca da pastagem.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Avaliar se a inoculação com *Azospirillum brasilense* melhora o desenvolvimento da grama estrela africana ao longo do seu ciclo vegetativo.

### **2.2 Objetivo específico**

- Avaliar a produção de matéria seca (MS) por corte e total da grama estrela africana.
- Avaliar a produção de MS das folhas e colmo.
- Avaliar a relação folha: colmo.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Caracterização da estrela africana

A estrela africana (*Cynodon nlemfuensis*) tem origem no leste da África, é uma espécie de gramínea perene, seus estolões podem chegar a mais de 10 metros de comprimento. Suas folhas são rígidas, lâminas foliares são ásperas e espessamente pilosa, hastes finas e sem rizoma (Harlan, 1970).

A inflorescência é um racemo subdigitado, possuindo de 4 a 6 espiguetas de 2,6 a 3 milímetros, com pequenas glumas (Harlan, 1970). É pouco susceptível a pragas e doenças, porém em estresse edafoclimáticas e manejo incorreto, pode ser acometida por algumas doenças como a ferrugem e a mancha foliar. Eventualmente podem ocorrer ataques de cigarrinhas principalmente pelas espécies *Zulia entreliana* e *Deois schach* (Bertollo e Milanez, 2007).

Ocorre em altitude de 0 m a 2.000 m. Adaptam-se melhor em regiões com precipitação anual superior a 600mm e com temperaturas de 25°C a 38°C (Méndez, Fernández e Yáñez, 2019), possui boa tolerância a seca e também pode resistir a inundações temporárias, se adaptando a diversos tipos de solos, de arenosos a argilosos, com o pH na faixa de 5,5 a 6,5 (Mislevy et al.1989).

Sua produtividade anual de matéria seca é de 14,3 t/MS/ha com mais de 12% de PB sem adubação (López-González et. al., 2010) e de 26,8 t/MS/ha com irrigação e adubação nitrogenada (Bogdan,1977).

Segundo Méndez, Fernández, Yáñez (2019), a estrela africana é muito utilizada para pastejo e feno, bem como para o controle da erosão do solo. Além disso, é facilmente adaptável a diferentes ambientes, com grande capacidade para suportar o manejo inadequado e o super pastejo.

#### 3.2 Bactérias promotoras de crescimento de plantas: gênero *Azospirillum spp*

O solo abriga uma infinidade de bactérias que podem ter um impacto positivo no crescimento das culturas. Estas bactérias endofíticas podem promover o crescimento das plantas através da produção de fitohormônios, pois podem penetrar nos tecidos vegetais e ocupar espaços internos, principalmente no sistema radicular

(Fukami et al., 2016; Santi; Bogusz; Franche, 2013). Isso permite um aumento na área da superfície radicular, melhor absorção de nutrientes do solo e maior eficiência do fertilizante nitrogenado. Além disso, facilita o aumento da concentração total de nitrogênio na biomassa (Morais et al., 2018; Molléo; Cristófoli, 2016).

O gênero *Azospirillum* conhecido por promover o crescimento das plantas, consiste em múltiplas espécies que têm potencial para fixar o nitrogênio atmosférico. Essas espécies podem ser categorizadas com base em seus métodos de colonização em plantas. Algumas bactérias podem ser encontradas em maiores quantidades na superfície das raízes das plantas, enquanto outras podem infiltrar-se nos tecidos dos vegetais (Kaschuk; Ungria, 2017). As espécies mais conhecidas e estudadas são *A. brasilense*, *A. lipoferum*, *A. amazonense*, *A. halopraeferense* e *A. irakense*.

Diferentes cepas pertencentes ao gênero *Azospirillum* possuem métodos distintos de associação com sistemas radiculares. Alguns deles apresentam preferência por colonizar a rizosfera das plantas, enquanto outros podem penetrar no interior da raiz e funcionar como endofíticos (Mishra, 2012). Segundo pesquisas, bactérias promotoras de crescimento do gênero *Azospirillum* são mais ativas na superfície das raízes, onde estão presentes os exsudatos (Brusamarello-Santos et al., 2017). Porém, também podem infiltrar os tecidos epidérmicos através de aberturas naturais e em regiões de expansão lateral da raiz, estabelecendo assim a colonização bacteriana nos tecidos vasculares do córtex radicular e sendo transportados para a porção aérea (Dos Santos et al., 2018).

De acordo com Rennie et al. (1980), as condições mais favoráveis para promover a fixação biológica de nitrogênio em bactérias *Azospirillum spp* e a subsequente transferência de nitrogênio para as plantas ocorrem em temperaturas próximas a 27°C, sendo que *A. halopraeferens* tem crescimento ótimo a 41°C (Oliveira et al., 2008). É, portanto, fundamental compreender a relação entre bactérias e plantas, a resposta dos diferentes genótipos à inoculação, o comportamento das bactérias nos ambientes locais e o momento do estabelecimento, a fim de maximizar os benefícios potenciais da inoculação (Bashan; De-Bashan, 2010).

### **3.2.1 Produção de fitohormônios**

A promoção direta do crescimento das plantas tem sido a indução hormonal, por meio da produção de auxinas, citocininas e giberelinas, substâncias promotoras e reguladoras de crescimento de plantas, que possuem a capacidade de produzir fitohormônios (Reis Junior et al., 2004). O fitohormônio principal é o ácido 3-indolacético (Bashan and Holgin, 1997). Segundo Nakao et al. (2018), esses hormônios auxiliam no desenvolvimento radicular e, com isso favorece o aproveitamento da superfície do solo para absorção de água e nutrientes. Ainda aumenta a capacidade da planta de produzir e resistir às tensões ambientais, como secas, inundações e salinidade, resultando em plantas mais vigorosas e produtivas (Souza et al., 2017).

### **3.2.2 Fixação biológica do Nitrogênio**

De acordo com Lopes (2007), aproximadamente 50% do nitrogênio adicionado na forma mineral é absorvido pela planta. O nitrogênio não absorvido pelas raízes das plantas, são imobilizados pelos microrganismos do solo, resultando em perdas por volatilização da amônia potencializando o efeito estufa e contribuindo para o aquecimento global (Bernardi et al., 2018).

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) é um processo de redução que ocorre bioquimicamente e é limitado a certos tipos de organismos procarióticos, que podem ser de vida livre que são capazes de fixar nitrogênio para consumo próprio, ou podem estar em uma relação simbiótica com outras plantas, criando estruturas únicas conhecidas como nódulos ou rizóbios (Lopes, 2007). Por esse processo, o nitrogênio molecular existente na atmosfera é incorporado pelas plantas de forma direta, sendo convertido em amônia (Vitti; Heirinchs, 2007).

De acordo com Giraldo et al., (2018), os microrganismos do solo que possuem a enzima nitrogenase, comumente chamados de fixadores de nitrogênio molecular ou bactérias diazotróficas, são responsáveis pela reação de redução de nitrogênio molecular a amônia. Essas bactérias promovem o crescimento das plantas e estão associadas a diferentes espécies de plantas em diversos graus de especificidade, razão pela qual são classificadas como bactérias associativas, endofíticas ou simbióticas.

O crescimento de bactérias no solo é inibido por vários fatores, um dos quais é a acidez do solo, sendo que as respostas podem variar de acordo com a estipe em questão. A faixa ideal de pH para o crescimento bacteriano está entre 6,0 e 7,0, com apenas um pequeno número de bactérias sendo capazes de prosperar em condições com pH inferior a 5,0 (Graham et al. 1994, Rodrigues et al. 2006, e Ali et al. 2009).

Demonstrações da relevância do FBN para plantas não leguminosas já foram estabelecidas há bastante tempo (Baldani; Dobereiner, 1995; Dobereiner, 1966). Mais recentemente, consórcios de gramíneas e leguminosas também apresentam essas características (Cantarutti; Santo, 2002; Andrade, 2010). Descobriu-se que gramíneas forrageiras hospedam bactérias fixadoras de N<sub>2</sub> ao redor de suas raízes, indicando sua capacidade de formar associações com microrganismos fixadores de nitrogênio (Dobereiner; Marriel; Nery, 1976; Hungria; Nogueira; Araújo, 2010). Observou-se que os benefícios dessas interações têm efeitos positivos, negativos e muitas vezes inconsistentes. Quando estas interações são benéficas, o nitrogênio fixado pode satisfazer quase todas as necessidades da planta, eliminando a necessidade de fertilizantes nitrogenados e proporcionando benefícios econômicos e ecológicos. A fixação biológica pode introduzir N em quantidades que variam de 30 a 45 kg ha de N no sistema solo-planta (Loureiro; Boddey, 1988).

### **3.3 Inoculação de plantas com bactérias do gênero *Azospirillum spp.***

*Azospirillum spp.* tem chamado a atenção da comunidade científica devido à sua capacidade de promover o crescimento vegetal através da FBN atmosférico e da produção de fitohormônios (Baldani & Baldani, 2005; Perrig et al., 2007). O potencial destes microrganismos para servirem como inoculantes na agricultura é significativo, pois podem reduzir a necessidade de fertilizantes e limitar a contaminação ambiental pela perda de nutrientes. (Choudhury & Kennedy, 2004).

Estudos realizados por Guimarães et al. (2011) para avaliar as características de produção do capim Marandu inoculado com *Azospirillum spp.*, constataram que o número de folhas por planta aumentou 8% e o número de perfilhos 7% após o tratamento de inoculação em comparação com a ausência de bactérias. Além disso, não observaram diferença na altura das plantas inoculadas quando adquiridas de plantas fertilizadas com nitrogênio.

Hungria et al. (2016), conduziram um estudo para avaliar a eficácia de duas cepas de *Azospirillum brasilense* para promover o crescimento de duas espécies de *Brachiaria spp.* Os resultados mostraram um aumento de 5,4% no crescimento quando tratado apenas com nitrogênio e um aumento de 22,1% quando tratado com nitrogênio e *Azospirillum*. Verificou-se também que a quantidade de nitrogênio acumulada na biomassa devido à inoculação com *Azospirillum* foi comparável a uma segunda aplicação de 40 kg ha<sup>-1</sup> de fertilizante nitrogenado.

Em outro estudo sobre o impacto da inoculação de *Azospirillum brasilense* em área de pastagem previamente degradada, Gazola et al. (2015), observaram aumento no comprimento médio dos perfilhos, bem como aumento no número de perfilhos e folhas. Além disso, houve melhora significativa na massa fresca e seca da pastagem, juntamente com aumento no teor de nitrogênio foliar.

#### 4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área experimental pertencente à Unidade de Ensino e Pesquisa de Bovinocultura de Leite (UNEPE) da UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Dois Vizinhos, localizada na região fisiográfica denominada de Terceiro Planalto Paranaense, com altitude média de 520 m, latitude de 25°44' Sul e longitude de 53°04' Oeste. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distriférico de textura argilosa.

Foi avaliada a pastagem de estrela africana, já estabelecida há 5 anos, entre os meses de outubro de 2023 a março de 2024. O tratamento foi composto pela pastagem com inoculação de *A. brasilense* e a pastagem controle (sem inoculante) e em todas as parcelas o uso de 50 kg ha<sup>-1</sup> de N em dose única durante o período experimental. A pastagem foi inoculada após cada corte, com a bactéria *Azospirillum brasilense* estirpes Ab-V5 e Ab-V6 na concentração de 2,0 x 10<sup>8</sup> UFC/ml, com a utilização de 1000 ml/ha de inoculante via recomendações do fabricante, aplicado com auxílio de pulverizador manual.

Antes do início das avaliações, todas as parcelas foram roçadas a 10 cm acima do nível do solo. A aplicação do nitrogênio em cobertura foi realizada em dose única 30 dias após a roçada inicial. Dessa forma, foram cultivadas 6 parcelas de 6 m<sup>2</sup> cada (2x3 m). Os cortes para a avaliação das parcelas também foi realizado a 10 cm acima do nível do solo, com utilização de quadro de 0,25 m<sup>2</sup>, em três lugares distintos de cada parcela. Adotou-se como critério para os cortes a altura preestabelecida entre 35 e 40 cm, conforme recomendações técnicas da Embrapa, que destaca a importância de evitar alturas residuais inferiores a 15 cm para garantir a persistência e recuperação da pastagem. Em avaliações conduzidas por Ferreira et al. (2012), o manejo do capim-estrela africana com cortes realizados entre 35 e 40 cm resultou em maior produção de forragem e melhor estrutura da planta, evidenciando a importância dessa faixa de altura para a recuperação e persistência do pasto. Após a realização do corte para amostragem, vacas em lactação da raça Jersey foram utilizadas para o rebaixamento do pasto.

Foram avaliadas a altura da pastagem com uso de régua graduada. Amostras da pastagem e dos componentes estruturais (folhas, colmos) foram acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por

aproximadamente 72 horas para obtenção da estimativa de matéria parcialmente seca (MPS) e determinação da produtividade da pastagem e de seus componentes morfológicos em kg MS/ha. A relação folha/colmo também foi calculada por meio da separação manual das frações foliar e caulinar da planta. Após a obtenção das massas secas de cada componente, a relação foi determinada dividindo-se a massa seca de folhas pela massa seca de colmos.

Os dados foram submetidos a teste de normalidade e posteriormente à análise de variância (ANOVA). Para comparação das médias foi empregado o teste F em nível de 5% de significância. Teste de correlação de Person foi realizado entre todas as variáveis analisadas. Foi utilizado o delineamento de blocos ao acaso.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No período de avaliação, 145 dias, foram realizados quatro cortes para os tratamentos sem e com inoculação com *A. brasilense* com uso de 50 kg/ha de N, respectivamente. Os ciclos de corte variaram de 34 a 39 dias.

A inoculação com *A. brasilense* não resultou em efeito significativo sobre os parâmetros analisados: altura da pastagem, teor de matéria seca, massa de forragem, massa de folhas, massa de colmos por corte e total e na relação folha/colmo (Tabela 1). Não houve interação entre cortes e tratamentos, por isso os efeitos foram analisados isoladamente.

**Tabela 1. Produção de grama estrela africana (*Cynodon plectostachyus*) em função da inoculação com *Azospirillum brasilense* (estirpes Ab-V5 e Ab-V6) em relação ao tratamento controle sem a adição de inoculante.**

Variáveis	Controle	<i>Azospirillum brasilense</i>	Erro padrão
% MS	38,01	36,07	0,6644
Massa (Kg MS/ha)	6497,27	6961,46	316,79
Folha (MS/ha)	3148,37	3416,79	157,29
Colmo (MS/ha)	3348,89	3544,66	181,75
Folha/Colmo	0,96	0,97	0,02

A Tabela 1 mostra que a inoculação com *Azospirillum brasilense* promoveu um aumento de aproximadamente 7,14% na produção total de massa de forragem da grama-estrela-africana (*Cynodon plectostachyus*), em comparação ao controle. Em trabalho realizado com a mesma estirpe e concentração de dose, Leite et al. (2018), avaliaram a cultura *Urochloa brizantha* cv. Marandu e observaram um acúmulo de massa de forragem de 21,3 kg ha<sup>-1</sup>/dia, correspondendo a um aumento diário de 23,4% no acúmulo de forragem com a inoculação com *A. brasilense* e com dose de 50 kg/ha de N.

Itzigsohn et al. (2000), ao avaliarem a inoculação de pastagens nativas com *Azospirillum brasilense*, concluíram que essa prática pode aumentar a produção de forragem e reduzir os impactos ambientais associados ao uso de fertilizantes. De

forma semelhante, Aguirre et al. (2018), ao inocularem *A. brasilense* em capim *Coastcross* (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.), observaram um aumento de 29% na produtividade de forragem e um melhor estabelecimento da pastagem.

Na proporção de folha na matéria seca (tabela 2) foi observado um maior desenvolvimento foliar no terceiro corte (12/01/2024), contribuindo para maior produtividade. A fração foliar das forrageiras é considerada o principal componente em termos de qualidade nutricional, especialmente em sistemas de produção de ruminantes.

**Tabela 2. Valor de matéria seca (MS), matéria verde (MV), matéria seca de folha (MSF), matéria seca de colmo (MSC) e relação folha/colmo (F/C) em função nos diferentes períodos experimentais.**

Variáveis	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4	Erro padrão
% MS	40,94a	33,35c	36,45b	37,43b	0,9397
Massa (Kg MS ha <sup>-1</sup> )	6121,59bc	6982,85b	8747,72a	5063,30c	448,02
Folha (Kg MS ha <sup>-1</sup> )	3075,09b	3147,74b	4346,62a	2560,89b	222,45
Colmo (Kg MS ha <sup>-1</sup> )	3046,51b	3835,11a	4403,09a	2502,41b	257,04
Folha/Colmo	1,02a	0,83b	0,99a	1,02 <sup>a</sup>	0,04

Ferreira et al. (2020) também observaram incrementos significativos na biomassa foliar de capins *Panicum* e *Urochloa* inoculados com *A. brasilense*, destacando a potencialidade do uso desse microrganismo em programas de intensificação forrageira sustentável. Isso reforça que a inoculação pode ser uma ferramenta estratégica não apenas para aumentar a produtividade, mas também para melhorar a qualidade do pasto oferecido ao rebanho, especialmente em sistemas de pastejo rotacionado ou fenação.

Considerando os períodos de avaliação, foram observadas diferenças significativas para altura da pastagem, produção de matéria seca, folhas, colmos e na relação folha/colmo (Tabela 2). O terceiro período foi o que obteve os maiores valores na produção da forragem e de seus componentes estruturais, isso se explica devido

ao longo tempo do intervalo entre os cortes (39 dias), as condições climáticas favoreceram o desenvolvimento da pastagem.

O maior acúmulo de matéria seca foi observado no Corte 3 (12/01/2024), com valores elevados tanto para a fração foliar quanto para os colmos. Esse resultado indica que, nesse estágio, a planta atingiu pleno desenvolvimento vegetativo, acumulando elevada biomassa. Battistelli et. al (2022) ao analisarem a produção de matéria seca de azevém, aveia preta, aveia branca e o capim-estrela-de-porto-rico em três cortes no município de Foz do Jordão – PR onde apresenta uma média anual 17°C e a semeadura ocorreu em 2022, observaram aumento na produção de matéria seca conforme realizaram os cortes.

Ao analisar a associação de doses de adubação nitrogenada em pastagens de capim-marandu com a inoculação de *A. brasilense*, Facioli (2015) constatou efeito significativo para a produção de matéria seca a partir do segundo mês. Em outro trabalho realizado por Junior et. al ao avaliarem matéria verde, matéria seca e teor de matéria seca na pastagem de Tifton 85 com doses de *A. brasilense* via foliar não constatou diferença estatística no período avaliado.

Observa-se que a massa de folhas apresentou um aumento significativo no corte 3. A massa de colmos também seguiu tendência semelhante, com máximo no Corte 3. A proporção entre folhas e colmos afeta diretamente a qualidade nutricional da forragem. Portanto, o Corte 3, apesar de apresentar maior produtividade total, já indica um aumento expressivo de colmos, o que pode reduzir a qualidade da forragem.

O Corte 2 (04/12), intermediário em produção de massa, obteve a menor relação folha/colmo. Isso se deveu ao maior acúmulo de massa de colmos em relação às folhas, reflexo do alongamento dos entrenós e da redução na taxa de emissão de novas folhas. Esse estágio é marcado pelo aumento do crescimento estrutural da planta, priorizando a sustentação e, em alguns casos, a transição para o florescimento (Fonseca; Nascimento Júnior, 2005).

Ao longo do tempo, à medida que a pastagem avança em seu ciclo vegetativo, a relação folha/colmo tende a diminuir. Isso ocorre porque, com o envelhecimento da planta, há maior acúmulo de colmos devido ao alongamento dos entrenós, além da senescência de folhas mais antigas. Consequentemente, o valor nutritivo da forragem cai, já que os colmos possuem menor digestibilidade e teor de proteína em comparação com as folhas (Van Soest, 1994; Euclides et al., 2008).

Os demais cortes apresentaram relação folha/colmo muito próximas a 1,0, o que indica um melhor equilíbrio entre folhas e colmos, condição desejável para manter a qualidade nutricional da forragem.

Segundo Ferreira (2008), a avaliação da relação folha/colmo é crucial para a qualidade da forragem, uma vez que existe uma correlação positiva com o valor nutricional do volumoso produzido. De acordo com Santos et al. (2011), os animais selecionam os órgãos das pastagens com base na disponibilidade, acessibilidade, aceitação e valor nutricional. O animal prefere as folhas vivas devido à sua digestibilidade, acessibilidade e menor resistência à apreensão em relação ao colmo.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A inoculação com *Azospirillum brasilense* não altera a produção de massa e os componentes da produção de forragem da grama estrela africana.

## REFERÊNCIAS

- AGUIRRE PF, OLIVO CJ, RODRIGUES PF, FALK DR, ADAMS CB, SCHIAFINO HP (2018). Rendimento de forragem de pastagens Coastcross-1 inoculadas com *Azospirillum brasilense*. **Acta Scientiarum. Animal Sciences** 40, 1-8.
- ALI, S. F.; RAWAT, L. S.; MEGHVANSI, M. K. & MAHNA, S. K. Selection of stress-tolerant rhizobial isolates of wild legumes growing in dry regions of Rajasthan, India. **Journal of Agricultural and Biological Science**, v. 4, n. 1, p. 13-18, 2009.
- ANDRADE, C. M. S. Produção de Ruminantes em Pastos consorciados. In: V SIMFOR, SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM. **III SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO**. Anais... Viçosa: UFV, p. 171-214, 2010.
- BALDANI, J. I. & BALDANI, V. L. D. History on the biological nitrogen fixation research in graminaceous plants: special emphasis on the Brazilian experience. **An Acad. Bras. Cienc.**, Rio de Janeiro, v. 77, n. 3, p. 549-579, 2005.
- BALDANI, J.I.; DOBEREINER, J. Recent advances in BNF with non-legumes plants. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SUSTAINABLE AGRICULTURE FOR THE TROPICS – THE ROLE OF BIOLOGICAL NITROGEN FIXATION, Angra dos Reis, 1995. Anais... Angra dos Reis: **The National Centre for Agrobiological Research (Embrapa-CNPAB)**, 1995. p. 53-54.
- BASHAN, Y.; DE-BASHAN, L. E. How the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum* promotes plant growth—a critical assessment. In: **Advances in Agronomy**, p.77-136, 2010.
- BASHAN Y, HOLGUIN G (1997) *Azospirillum*–plant relationships: environmental and **physiological advances** (1990–1996). *Can J Micorbiol* 43:103–121
- BATTISTELLI, G. L. PELEGRINI, L. L. **Uso de *Azospirillum brasilense*, No desenvolvimento de pastagens**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenheiro Agrônomo). Centro Universitário Campo Real, Guarapuava – PR, Brasil.
- BERNARDI, A.; SILVA, A. W. L.; BARETTA, D. Estudo metanalítico da resposta de gramíneas perenes de verão à adubação nitrogenada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 2, p. 545-553, 2018.
- BERTOLLO, C. E.; MILANEZ, J. M.; CHIARADIA, L. A. 2007. Ocorrência e flutuação populacional de cigarrinhas-das-pastagens em diferentes espécies de gramíneas. **Agropecuária Catarinense**, v. 20, n. 1, p. 82-86.
- BOGDAN, A. V. 1977. **Tropical Pasture and Fodder Plants**. Longman Inc., New York, USA. p. 98–103.

BRUSAMARELLO-SANTOS, L. C.; GILARD, F.; BRULÉ, L.; QUILLERÉ, I.; GOURION, B.; RATET, P.; DE SOUZA, E. M.; LEA, P. J.; HIREL, B. **Metabolic profiling of two maize (*Zea mays* L.) inbred lines inoculated with the nitrogen fixing plant-interacting bacteria *Herbaspirillum seropedicae* and *Azospirillum brasilense***. Plos One, v.12, n.3, p.174-576, 2017.

CANTARUTTI, R.B.; SANTO, H.Q. Entrada e conservação de nutrientes nos sistemas de produção de bovinos a pasto. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 3., 2002, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: SIMCORTE, p. 133-152, 2002.

CHOUDHURY, A. T. M. A. & KENNEDY, I. R. Prospects and potentials for systems of biological nitrogen fixation in sustainable rice production. **Bio Fertil Soils**, v. 39, p. 219-277, 2004.

DÖBEREINER, J. Azotobacter paspali sp.n., uma bactéria fixadora de nitrogênio na rizosfera de Paspalum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 1, p. 357-365, 1966.

DÖBEREINER, J.; MARRIEL, I.; NERY, M. Ecological distribution of Spirillum lipoferum Beijerinck. **Canadian Journal of Microbiology**, v. 22, p. 1464–1473, 1976.

DOS SANTOS, M. L.; BERLITZ, D. L.; WIEST, S. L. F.; SCHÜNEMANN, R.; KNAAK, N.; FIUZA, L. M. Benefits Associated with the Interaction of Endophytic Bacteria and Plants. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.61, p.1678-4324, 2018

EUCLIDES, V. P. B. et al. Valor nutritivo da forragem e produção animal em pastagens de Brachiaria brizantha cv. Marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 9, p. 1705-1715, 2008.

FACIOLI, P. H. 2015. **Uso de *Azospirillum brasilense* em pastagem estabelecida de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu associada a diferentes doses de nitrogênio**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenheiro Agrônomo). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil.

FERREIRA, A. F. et al. Produtividade e valor nutritivo do capim-estrela africana submetido a diferentes alturas de corte. **Embrapa Gado de Corte**, Documentos, 2012.

FERREIRA, D. A. **Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim sudão portadores de nervura marrom submetidos a cortes sucessivos**. 2008. 80 f. Tese (Doutorado) – Curso de Zootecnia, UFMG, Belo Horizonte, 2008.

FERREIRA, P. A. A. et al. Inoculação com *Azospirillum brasilense* e adubação nitrogenada em gramíneas forrageiras. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 15, n. 1, e6758, 2020.

FONSECA, D. M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Características morfogênicas e estruturais de pastagens: ferramentas para o manejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 3, p. 918-931, 2005.

FUKAMI, J.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S.; HUNGRIA, M. **Acessing inoculation methods of maize and wheat with *Azospirillum brasilense***. *AMB Express*, v.6, p.1-13, 2016.

GAZOLA, T.; DOMINGUES, M. C. C.; DIAS, M. F.; CIPOLA FILHO, M. L.; BELAPART, D.; CASTRO, E. B. de. Efeitos da inoculação de *Azospirillum brasilense* em área de pastagem. **Revista Unimar Ciências**, v. 24, p. 40-48, 2015.

GIRIALDO, J. G.; FRANCO, G. M. R.; VANEGAS, N. F. G.; RODRIGUEZ, A. H. Bactérias diazotróficas con actividad promotora del crecimiento vegetal en *Daucus carota* L. **Revista Ciência y Agricultura**, Tunja, v. 15, n. 1, p. 19-27, 2018.

GOMIDE, J. A.; PEREIRA, O. G.; CECON, P. R. **Avaliação de pastagens: principais métodos**. *Boletim técnico da UFV*, n. 1, 2001.

GUIMARÃES, S. L.; BOMFIM-SILVA, E. M.; POLIZEL, A. C.; CAMPOS, D. T. S. Produção de capim-marandu inoculado com *Azospirillum spp.* **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 7, n. 13, p. 816-825, 2011.

GRAHAM, P. H.; DRAEGER, K.; FERREY, M. L.; CONROY, M. J.; HAMMER, B. E.; MARTINEZ, E.; NAARONS, S. R. & QUINTO, C. Acid pH tolerance in strains of *Rhizobium* and *Bradyrhizobium*, and initial studies on the basis for acid tolerance of *Rhizobium tropici* UMR1899. **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, v. 40, p. 198-207, 1994.

HARLAN, J. 1970 *Cynodon species* and their value for grazing and hay. **Herbage Abstract**, v. 40, p. 233-238.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAÚJO, R. S. Inoculation of *Brachiaria spp.* with the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum brasilense*: An environmentfriendly component in the reclamation of degraded pastures in the tropics. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 221, p. 125–131, jan.2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.01.024>.

ITZIGSOHN R, BURDMAN S, OKON Y (2000) Promoção do crescimento de plantas em pastagens naturais por inoculação com *Azospirillum brasilense* sob condições de crescimento subótimas. **Arid Soil Research and Rehabilitation** 14, 151-158

KASCHUK, G.; HUNGRIA, M. Diversity and importance of diazotrophic bacteria to agricultural sustainability in the tropics. In: AZEVEDO, J. L.; QUECINE, M.C. (Eds.). **Diversity and benefits of microorganisms from the tropics**. Part III. Springer International Publishing, p. 269-292, 2017.

LEITE, R. D. C., DOS SANTOS, J. G., SILVA, E. L., ALVES, C. R., HUNGRIA, M., DOS SANTOS, A. C. (2018). 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**, 70(1), 61-67.

LOPES, E. S. Fixação biológica do nitrogênio no sistema solo-planta. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S; VITTI, G. C. (Ed.). **Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira**. Piracicaba: INPI Brasil, 2007. 722 p.

LÓPEZ-GONZÁLEZ, F. et al. 2010. Agronomic Evaluation And Chemical Composition Of African Star Grass (*Cynodon Plectostachyus*) In The Southern Region Of The State Of Mexico. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v. 12.

LOUREIRO, M. F.; BODDEY, R. M. Balanço de nitrogênio em quatro gramíneas do gênero Brachiaria. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n. 23, p. 1343-1353, 1988.

MAPBIOMAS. **Pastagens brasileiras ocupam área equivalente a todo o estado do Amazonas**. 2021. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org>. Acesso em: jul. 2025.

MELLO, R. et al. Análise produtiva e qualitativa de um híbrido de sorgo interespecífico submetido a dois cortes. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, n.1 p.20-33, 2003.

MÉNDEZ, R.; FERNÁNDEZ, J. A.; Yáñez, E. A. 2019. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción y composición de *Cynodon plectostachyus*. **Revista Veterinária**, v. 30, p. 48-53.

MILLÉO, M. V. R.; CRISTÓFOLI, I. Avaliação da eficiência agrônômica da inoculação de *Azospirillum sp.* na cultura do milho. **Revista Scientia Agraria**, v.17, n.3, p.14-23, 2016.

MISHRA, P. S. **Genetic basis of flocculation in *Azospirillum brasilense***. Master's Thesis: University of Tennessee, 2012.

MISLEVY, P.; et all. Florico stargrass. Gainesville: **University of Florida**, 1989a. 15 p. (University of Florida. Circular S-361).

MOLINA, R.; RIVERA, D.; MORA, V.; LÓPEZ, G.; ROSAS, S.; SPAEPEN, S.; VANDERLEYDEN, J.; CASSÁN, F. Regulation of IAA Biosynthesis in *Azospirillum brasilense* under environmental stress conditions. **Current Microbiology**, v.75, p.1408–1418, 2018.

MORAIS, M.; AMARAL, H. F.; NUNES, M. P. Desenvolvimento e assimilação de nutrientes da cultura de milho inoculado com *Azospirillum brasilense* e diferentes doses de nitrogênio e potássio. **Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa**, v.34, n. especial Ciências Agrárias, p.160-176, 2018.

NAKAO, A. H.; ANDREOTTI, M.; SOARES, D. A. MODESTO, V. C.; DICKMANN. Intercropping Urochloa brizantha and sorghum inoculated with *Azospirillum brasilense* for silage. **Revista Ciência Agronômica**, v.49, n.3, jul./set. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/1806-6690.20180057>.

OLIVEIRA, J.P. et al. Fixação do N<sub>2</sub> associativa e em vida livre. In: FIGUEIREDO, M.V.B., BURITY, H.A., STAMFORD, N.P. SANTOS, C.E.R. S. Microrganismos e

agrobiodiversidade: o novo desafio para a agricultura. **Guaíba: Agrolivros**, 2008. p.97- 118.

PERRIG, D.; BOIERO, M. L.; MASCIARELLI, O. A. et al. Plant-growth-promoting compounds produced by two agronomically important strains of *Azospirillum brasilense*, and implications for inoculant formulation. **Appl Microbiol Biotechnol**, n. 75, p. 1143–1150, 2007

REIS JUNIOR, F. B.; SILVA, M. F.; TEIXEIRA, K. R. S.; URQUIAGA, S.; REIS, V. M. 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.

RENNIE, R. J. <sup>15</sup>N-isotope dilution as a measure of dinitrogen fixation by *Azospirillum brasilense* associated with maize. **Canadian Journal of Botany**, v.58, p.21-24, 1980.

RODRIGUES, C. S.; LARANJO, M.; OLIVEIRA, S. Effect of heat and pH stress in the growth of chickpea mesorhizobia. **Current Microbiology**, v. 53, n. 1, p. 1-7, 2006.

SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M; MAGALHAES, M.A. et al. Estrutura e valor nutritivo do pasto diferido de *Brachiaris decumbens* cv. Basilisk durante o período de pastejo. **Rev. Bras. Agrop. Sust.**, v. 1, p. 112-122, 2011.

SANTI, C.; BOGUSZ, D.; FRANCHE, C. Biological nitrogen fixation in non-legume plants. **Annals of Botany**, v.111, n.1, p.743-767, 2013.

VAN SOEST, P. J. Nutritional ecology of the ruminant. 2. ed. Ithaca: **Cornell University Press**, 1994. 476 p.

VITTI, G. C., HEIRINCHS, R. Formas tradicionais e alternativas de obtenção e utilização do nitrogênio e do enxofre: uma visão holística. In: SIMPÓSIO SOBRE NITROGÊNIO E ENXOFRE NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 2006, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: IPNI Brasil

