

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

LUCAS PEREIRA SILVA

**ASPECTOS MORFOFISIOLÓGICOS DE FORRAGEIRAS DO GÊNERO  
UROCHLOA UTILIZANDO BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO  
VEGETAL**

São Luís de Montes Belos - GO

2024

LUCAS PEREIRA SILVA

**ASPECTOS MORFOFISIOLÓGICOS DE FORRAGEIRAS DO GÊNERO  
UROCHLOA UTILIZANDO BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO  
VEGETAL**

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

Linha de pesquisa: Forragicultura

Orientador: Prof. Dra. Alliny das Graças Amaral

São Luís de Montes Belos - GO  
2024

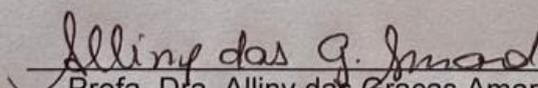
LUCAS PEREIRA SILVA

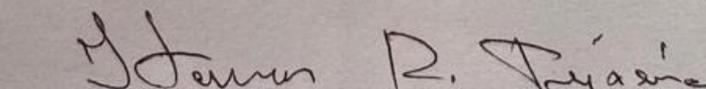
**ASPECTOS MORFOFISIOLOGICOS DE FORREGERIAS DO GENERO UROCLOA  
UTILIZANDO BACTÉRIA PROMOTORAS DE CRESCIMENTO VEGETAL**

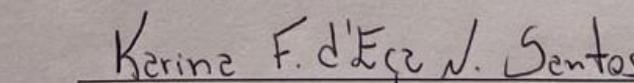
Dissertação apresentada à Universidade  
Estadual de Goiás – Câmpus Oeste, para  
a obtenção do título de Mestre em  
Produção Animal e forragicultura

Aprovado em: 24 de abril de 2024

BANCA EXAMINADORA

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Alliny das Graças Amaral – UEG

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Itamar Rosa Teixeira – UEG

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Karina Freire d'Eça Nogueira Santos (Embrapa)

A vida tem duas faces:  
Positiva e negativa  
O passado foi duro  
mas deixou o seu legado  
Saber viver é a grande sabedoria.  
**(Cora Coralina**

## **AGRADECIMENTOS**

Quero agradecer primeiramente a Deus e a Nossa Senhora Aparecida, que me iluminaram nesta caminhada até aqui. As forças para enfrentar as barreiras impostas sempre vieram de vocês por meio das orações diárias.

Aos meus pais, Luiz César e Denise Pereira, sem vocês nada disso seria possível, todo o apoio e suporte foram essenciais para que eu chegasse ao fim de mais essa caminhada.

Agradeço aos amigos que fiz ao longo do mestrado, Glenda dos Anjos, Loana, Lais Medeiros, Hualisson, Kedinna, Leonardo, Lara, Nara, Bárbara, Mikaely, Vívica. Por muitas vezes encontrei dificuldades no caminho e graças a vocês as enfrentei com um sorriso no rosto e consegui superar cada uma delas. Sou grato.

A todos os funcionários e diretoria da UEG Campus central em Anápolis, por toda atenção e auxílio durante a condução dos experimentos.

A todos os funcionários e diretor da EMATER em Anápolis, por toda atenção e disponibilidade para coleta do solo.

Quero agradecer a minha orientadora, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Alliny Amaral, obrigado pelas oportunidades e por confiar no meu trabalho ao longo desta jornada acadêmica.

Agradeço ao coorientador Prof. Dr. Itamar Rosa Teixeira, por toda disponibilidade, direcionamento, paciência, auxílio e contribuições na minha formação profissional. Itamar, por me abrir oportunidades desenvolvidas ao meu projeto e pela confiança em mim depositada.

Agradeço a Samêa Cabral por todo apoio e disponibilidade quanto a dúvidas e materiais para a realização do trabalho de campo.

À UEG pela concessão da bolsa de estudos.

Universidade Estadual de Goiás, Câmpus São Luís de Montes Belos por abrir as portas e dar a oportunidade da realização do Mestrado em Produção Animal e Forragicultura.

Aos professores do programa, pelos ensinamentos teóricos, práticos e toda a dedicação e todos que direta ou indiretamente me apoiaram e por ventura não citados aqui,

Obrigado!

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> Valores médios da produção de massa verde (MV) (g) dos híbridos de gramíneas forrageiras Sabiá e Cayana em função do emprego de inoculantes comerciais a base de bactérias promotoras de crescimento vegetal, Anápolis, UEG, 2023 .....	33
<b>Tabela 2</b> Valores médios da produção de massa seca (MS) (kg/ha <sup>-1</sup> ) dos híbridos de gramíneas forrageiras Sabiá e Cayana em função do emprego de inoculantes comerciais a base de bactérias promotoras de crescimento vegetal .....	34
<b>Tabela 3</b> Valores médios do tamanho de Colmo (cm) dos híbridos de gramíneas forrageiras Sabiá e Cayana em função do emprego de inoculantes comerciais a base de bactérias promotoras de crescimento vegetal. Anápolis, UEG, 2023 .....	35
<b>Tabela 4</b> Valores médios de taxa de alongamento de colmo (TALC) (cm/perfilho/dia) dos híbridos de gramíneas forrageiras Sabiá e Cayana em função do emprego de inoculantes comerciais a base de bactérias promotoras de crescimento vegetal. Anápolis, UEG, 2023 .....	36
<b>Tabela 5</b> Valores médios referente a taxa de aparecimento foliar (TApf) (folha/perfilho/dia) dos híbridos de gramíneas forrageiras Sabiá e Cayana em função do emprego de inoculantes comerciais a base de bactérias promotoras de crescimento vegetal. Anápolis, UEG, 2023 .....	38
<b>Tabela 6</b> Valores médios de filocrono (FIL) (dias) dos híbridos de gramíneas forrageiras Sabiá e Cayana em função do emprego de inoculantes comerciais a base de bactérias promotoras de crescimento vegetal. Anápolis, UEG, 2023 .....	39
<b>Tabela 7</b> Valores médios da taxa de alongamento foliar (TALF) (cm/perfilho/dia) dos híbridos de gramíneas forrageiras Sabiá e Cayana em função do emprego de inoculantes comerciais a base de bactérias promotoras de crescimento vegetal. Anápolis, UEG, 2023 .....	40
<b>Tabela 8</b> Valores médios da taxa de senescência foliar (TSF) (cm/perfilho/dia) dos híbridos de gramíneas forrageiras Sabiá e Cayana em função do emprego de inoculantes comerciais a base de bactérias promotoras de crescimento vegetal. Anápolis, UEG, 2023 .....	41

<b>Tabela 9</b> Valores médios do número de folhas totais (NFT) dos híbridos de gramíneas forrageiras Sabiá e Cayana em função do emprego de inoculantes comerciais a base de bactérias promotoras de crescimento vegetal. Anápolis, UEG, 2023.....	41
<b>Tabela 10</b> Valores médios do número de folhas vivas (NFV) dos híbridos de gramíneas forrageiras Sabiá e Cayana em função do emprego de inoculantes comerciais a base de bactérias promotoras de crescimento vegetal. Anápolis, UEG, 2023 .....	42
<b>Tabela 11</b> Valores médios do número de folhas mortas (NFM)) dos híbridos de gramíneas forrageiras Sabiá e Cayana em função do emprego de inoculantes comerciais a base de bactérias promotoras de crescimento vegetal. Anápolis, UEG, 2023 .....	43
<b>Tabela 12</b> Valores médios da relação fotossintética ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) das cvs. Sabiá e Cayana nos quatro ciclos em função da inoculação com inoculante comercial a base de bactérias promotoras de crescimento vegetal. Anápolis, UEG, 2023 .....	55
<b>Tabela 13</b> Valores médios da concentração interna de $\text{CO}_2$ (ppm) das cvs. Sabiá e Cayana em função da inoculação com inoculante comercial a base de bactérias promotoras de crescimento vegetal. Anápolis, UEG, 2023 .....	56
<b>Tabela 14</b> Dados de condutância estomática (CE) ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) das cvs. Sabiá e Cayana em função da inoculação com inoculante comercial a base de bactérias promotoras de crescimento vegetal, Anápolis, UEG, 2023 .....	56
<b>Tabela 15</b> Valores médios da taxa de transpiração celular ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) das cvs. Sabiá e Cayana em função da inoculação com inoculante comercial a base de bactérias promotoras de crescimento vegetal, Anápolis, UEG, 2023.....	58
<b>Tabela 16</b> Valores médios da temperatura foliar ( $^{\circ}\text{C}$ ) das cvs. Sabiá e Cayana em função da inoculação com inoculante comercial a base de bactérias promotoras de crescimento vegetal, Anápolis, UEG, 2023 .....	58
<b>Tabela 17</b> Teor de clorofila total das cvs. Sabiá e Cayana em função da inoculação com inoculante comercial a base de bactérias promotoras de crescimento vegetal. Anápolis, UEG, 2023 .....	60
<b>Tabela 18</b> Teor de clorofila A das cvs. Sabiá e Cayana em função da inoculação com inoculante comercial a base de bactérias promotoras de crescimento vegetal, Anápolis, UEG, 2023 .....	60

<b>Tabela 19</b> Teor de clorofila B das cvs. Sabiá e Cayana em função da inoculação com inoculante comercial a base de bactérias promotoras de crescimento vegetal, Anápolis, UEG, 2023.....	61
---	----

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> Caracterização dos tratamentos utilizados no experimento de acordo com cada cultivar .....	29
<b>Quadro 2</b> Resultados das análises químicas e físicas do solo, coletado na camada 0-20 cm, na área da Agência Goiana de Assistência Técnica, Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária (EMATER), Anápolis/GO, no ano de 2022 <sup>1</sup> .....	30
<b>Quadro 3</b> Caracterização dos tratamentos utilizados no experimento de acordo com cada cultivar .....	52
<b>Quadro 4</b> Características químicas e físicas do solo de barranco, coletado na camada 0-20 cm, na área da Agência Goiana de Assistência Técnica, Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária (EMATER), Anápolis/GO, no ano de 2022 <sup>1</sup> .....	52

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Utilização do aparelho analisador de raiz para avaliação de crescimento de raízes de Urochloa cv. Sabiá.....	66
<b>Figura 2</b> Utilização do aparelho analisador de fotossíntese – irga.....	66
<b>Figura 3</b> Avaliação de perfilhos/vaso, demarcadas com fios de arame colorido para diferenciação dos ciclos .....	67
<b>Figura 4</b> Avaliação do tamanho da planta e corte para análise .....	67
<b>Figura 5</b> Separação das cultivares Cayana e Sabiá em sacos plásticos para realização do plantio.....	68
<b>Figura 6</b> Aplicação de inoculante na área radicular de cada planta.....	68

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

BFN – Bactérias fixadoras de nitrogênio

BPCP - Bactérias promotoras de crescimento de plantas

C - Carbono

CF – Comprimento final

CFC - Comprimento final de colmo

CO<sup>2</sup> - Dióxido de Carbono

COMPR – comprimento das raízes

CTP - Comprimento total da planta

DAP - Dias Após Plantio

DVF - Duração de vida da folha

FBN - Fixação Biológica de Nitrogênio

FMA - Fungos micorrízicos arbusculares

N – Nitrogênio

NF – Número de folhas

NPER – Número de perfilhos

MS – Massa seca

MSR - Massa seca de raízes

PGPR - Rizobactérias Promotoras do Crescimento de Plantas

TAF - Taxa de aparecimento de folhas

PPM – Parte por milhão

TAIC - Taxa de alongamento de colmo

TSF - Taxa de senescência foliar

UFC – Unidades formadoras de colônias

## RESUMO GERAL

A expansão do mercado de inoculantes contendo bactérias promotoras do crescimento de plantas levou ao aumento do uso de tecnologias e práticas sustentáveis nos sistemas agrícolas atuais, incluindo o cultivo de gramíneas. Nesse contexto, este experimento foi conduzido em uma casa de vegetação, localizada no câmpus central da Universidade Estadual de Goiás, no município de Anápolis – GO, no período de agosto de 2022 a janeiro de 2023, com o objetivo de avaliar a produção morfológica, estrutural e fisiológica das espécies do gênero *Urochloa Híbridas* cvs. Sabiá e Cayana em resposta à inoculação com os biofertilizantes comerciais *Azospirillum brasilense* (Ab-V5 e Ab-V6) e *Pseudomonas fluorescens* CNPSO 2719 com e sem adubação com nitrogênio (N) em três doses distintas de N (0, 50 e 100 kg/há<sup>-1</sup>). Foram realizados quatro ciclos de produção, sendo o levantamento feito a cada 28 dias. Concluiu-se que a inoculação de *Azospirillum* e *Pseudomonas* aliado a adubação nitrogenada se mostrou eficiente na melhora das características estruturais, morfológicas e fisiológicas das *U. híbridas* cv. Sabiá e Cayana.

**Palavras-chave:** Bioinsumos. Fixação Biológica de Nitrogênio. Nutrição mineral. Produção de Forragem.

## GENERAL ABSTRACT

The expansion of the market for inoculants containing plant growth-promoting bacteria has led to the increased use of sustainable technologies and practices in today's agricultural systems, including the cultivation of grasses. In this context, this experiment was conducted in a greenhouse, located on the central campus of the State University of Goiás, in the municipality of Anápolis – GO, from August 2022 to January 2023, with the objective of evaluating the morphogenic production, structural and physiological of species of the genus *Urochloa* Híbridas cvs. Sabiá and Cayana in response to inoculation with the commercial biofertilizers *Azospirillum brasilense* (Ab-V5 and Ab-V6) and *Pseudomonas fluorescens* CNPSo 2719 with and without nitrogen (N) fertilization at three different doses of N (0, 50 and 100 kg/ there is). Four production cycles were carried out, with the survey being carried out every 28 days. It was concluded that the inoculation of *Azospirillum* and *Pseudomonas* combined with nitrogen fertilization proved to be efficient in improving the structural, morphogenic and physiological characteristics of *U. hybridas* cv. Sabiá and Cayana.

**Keywords:** Biological Nitrogen Fixation. Bioinputs. Forage Production. Mineral nutrition

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>10</b>
<b>CONSIDERAÇÕES GERAIS .....</b>	<b>10</b>
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>12</b>
2.1 O Gênero <i>Urochloa</i> .....	12
2.1.1 <i>Urochloa</i> híbrida .....	13
2.2 Fixação biológica de nitrogênio (FBN).....	14
2.2.1 Bactérias fixadoras de nitrogênio (BFN).....	15
2.3 O gênero <i>Azospirillum</i> spp .....	16
2.4 O gênero <i>Pseudomonas</i> spp.....	17
2.5 Resposta de gramíneas forrageiras à BPCP.....	17
<b>3. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>19</b>
<b>CAPÍTULO 2 – MORFOFISIOLOGIA E PRODUÇÃO DE UROCHLOA BRIZANTHA, HÍBRIDOS CVS. SABIÁ E CAYANA INOCULADAS COM BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO VEGETAL .....</b>	<b>25</b>
<b>CAPÍTULO 3: ASPECTOS FISIOLÓGICOS DE <i>UROCHLOA</i> BRIZANTHA CVS. SABIÁ E CAYANA INOCULADAS COM BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO VEGETAL .....</b>	<b>48</b>
<b>CAPITULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>66</b>

## CAPÍTULO 1

### CONSIDERAÇÕES GERAIS

Considerado o maior exportador de carne bovina, o Brasil possui 14,7% do rebanho mundial de bovinos (Abiec, 2020). A maioria desses animais são criados em pastagens que representam cerca de 18,94% do território brasileiro. Sendo composto por áreas de pastagens, o que corresponde a aproximadamente 160 milhões de hectares (MapBiomas., 2022)

A pastagem é considerada a principal fonte de alimento para os bovinos sendo assim, o aumento do uso de fertilizantes comerciais vem sendo explorado com intuito de maximizar a produção de matéria seca (MS) por hectare. Porém o uso de fertilizantes comerciais especialmente os nitrogenados, implica em custo elevado, efeito ambiental e danos a planta, problemas de contaminação do solo e dos ecossistemas aquáticos aumentando a emissão de óxido nitroso, fator que pode ser agravante do efeito estufa, pois boa parte é perdida por lixiviação (Aguirre *et al.*, 2018).

Desse modo, existe uma correlação entre a utilização de altas doses de fertilizantes comerciais e o alto custo para obtenção industrial do mesmo. De acordo com Smith, Hill e Torrente-Murciano (2020), os fertilizantes nitrogenados são responsáveis por 1,2% das emissões antropogênicas de gás carbônico, pois requerem altas quantidades de combustíveis fósseis.

Para uma formação de pastagens promissora as plantas podem ser representadas por aquelas que apresentem mecanismos de adaptação às condições edafoclimáticas, ao pastoreio como agente modificador do meio pastoril (Costa; Gianluppi; Moraes, 2020), além da capacidade de associação com bactérias fixadoras de nitrogênio (BFN). Assim, potencializando a produtividade da forrageira.

Diante desse contexto, a escolha das gramíneas forrageiras a ser utilizada é de grande valia, baseado nisso, Gomide, Paciullo e Martins (2020) consideram que essas plantas devem apresentar características favoráveis ao pastoreio além de maior eficiência como boa proporção de folhas em relação aos colmos, colmo fino, alta taxa de produção de forragem durante o outono e baixo florescimento ao longo do período de diferimento sendo que essas características inerentes do vegetal podem ser manipuladas por meio do manejo adotado, propiciando a obtenção de forragem de qualidade.

Cultivares híbridas reúne potencial em produtividade, resistência e digestibilidade, haja visto que possui ampla adaptabilidade às variadas condições climáticas e de solo (Santos et al., 2015). Desse modo, a implementação de gramíneas híbridas na agricultura torna-se essencial para aumentar a eficiência e a sustentabilidade das culturas. Como resultado, obtém-se uma colheita mais abundante e com qualidade nutricional superior, além disso, as gramíneas híbridas costumam demandar menos insumos, como água e fertilizantes, o que ajuda na conservação dos recursos naturais. Dessa forma, sua adoção não apenas aumenta a lucratividade dos produtores, mas também incentiva práticas agrícolas mais sustentáveis e resilientes (Carrilloa *et al.* 2010).

Assim, o estudo da morfogênese se torna fundamental para a escolha da planta forrageira devido à maximização da eficiência dos sistemas vegetais quando se utiliza bactérias fixadoras de nitrogênio (BFN), obtendo informações detalhadas sobre o crescimento das plantas. A análise adequada desses dados auxilia no desenvolvimento de estratégias e gestão visando o aumento da produtividade, não só maximizando a produção de forragem das pastagens, mas também conciliando essa produção com as necessidades representadas pelos animais em pastejo, tanto em valor nutricional quanto na disposição estrutural e/ou estrutura da biomassa forrageira (Silva; Cerri; Cerri, 2017).

Nesse contexto, a utilização de BFN atmosférico, pode contribuir para a redução da dependência dos adubos nitrogenados nas pastagens, em destaque para propriedades que utilizam a criação de bovinos em sistemas extensivos e semi-intensivo, como principal fonte de renda, sendo também, alternativa mais sustentável para a produção de forragem. Essas bactérias possuem capacidade de produzir fitormônios com ação direta no sistema radicular, contribuindo para o incremento de massa seca de forragem por hectare (Hungria; Nogueira; Araújo, 2016)

Santos; Nogueira; Hungria (2019) desenvolveram estudos abordando um melhor conhecimento sobre as propriedades intrínsecas utilizando rizobactérias promotoras do crescimento de plantas (PGPR), buscando compreender suas condições favoráveis de crescimento e interação com as plantas hospedeiras, avaliando fatores bióticos e abióticos, como a baixa fertilidade do solo; desbalanço nutricional; salinidade; estresse hídrico; altas temperaturas; pragas e doenças, encrustamento das sementes entre outros, os quais podem afetar a efetividade as BFN.

No ecossistema da pastagem, as bactérias diazotróficas ou BFN podem desempenhar importante papel no fornecimento de nitrogênio (N) para as plantas, participando positivamente no crescimento e nutrição das plantas forrageiras tornando a inoculação uma alternativa viável podendo esta técnica ser substituída de forma parcial ou total no momento do plantio ou manejo de adubação (Rocha e Costa, 2018).

Dentre as bactérias promissoras, a espécie *Azospirillum brasilense* e *Pseudomonas fluorescens* tem apresentado resultados positivos em trabalhos em que utilizaram plantas forrageiras (Aguirre *et al.*,2020).

Nesse contexto, objetivou-se avaliar a produção morfofisiológica das espécies do gênero *Urochloa* híbridas cvs. Sabiá e Cayana utilizando *Azospirillum brasilense* (estirpes Ab-V5 e Ab-V6) e *Pseudomonas fluorescens* (estirpe CNPSo 2719), combinado com o emprego de adubo mineral nitrogenado em três doses de N (0, 50, 100 kg/ha<sup>-1</sup>).

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 O Gênero *Urochloa*

O gênero *Urochloa* pertencente à família Poaceae é uma forrageira de origem africana e abrange cerca de 100 espécies tropicais. No Brasil, os destaques são para: *U. brizantha*, *U. decumbens*, *U. humidicola* e *U. ruziziensis* por possuírem produção de forragem com bom valor nutritivo, sistema radicular bastante efetivo e agressivo para descompactação do solo, proporcionando maior produtividade de massa verde, elevando o ganho em peso aos animais e pode conter altas taxas de lotação, dependendo da proposta produtiva. As áreas de pastagens implantadas com espécies do gênero *Urochloa* híbrida são representativas no país, assegurando espaço no mercado (Filgueiras *et al.* 2012).

A região centro-oeste está dentro do bioma Cerrado, com topografia formada por áreas planas e clima tropical e bons índices pluviométricos, propiciando um ambiente ideal para a produção do gênero *Urochloa*. Esta grande extensão territorial coloca o Brasil em uma posição confortável no ranking mundial, possuindo o segundo maior rebanho bovino, com 213,68 milhões de cabeças (Abiec,2020).

O gênero *Urochloa* corresponde por 85% da área plantada no centro-oeste, representando 51 milhões de hectares, variando o cultivar de acordo com as

condições edafoclimáticas (Santos Filho *et al.*,2021). Destaca-se pela produtividade em regiões com temperaturas em torno de 25 à 30 °C e pela adaptação de diversas cultivares a condições de solos com baixa e média fertilidade, onde proporcionam produções satisfatórias de forragem, se realizadas adubações e inoculações corretas (Cruz *et al.*, 2021).

### **2.1.1 *Urochloa* híbrida**

O capim híbrido é uma variedade de gramínea desenvolvida através do cruzamento de duas ou mais espécies distintas. O propósito desse processo é criar uma planta que una as qualidades mais vantajosas de seus progenitores, tais como resistência à seca, maior produtividade e valor nutricional elevado. Comparado às gramíneas convencionais, o capim híbrido apresenta um perfil nutricional mais completo. Sua composição é enriquecida com maiores teores de proteínas, além de ser uma fonte rica em vitaminas e minerais essenciais para o desenvolvimento saudável do gado. Como resultado, os animais alimentados com capim híbrido tendem a crescer mais rapidamente e desfrutar de uma melhor saúde geral, o que se reflete em uma maior eficiência produtiva para os pecuaristas (Barenbrug., 2021).

A *Urochloa* híbrida possui importância na produtividade de forragem devido as condições favoráveis que regiões brasileiras apresentam como umidade, temperatura e luminosidade, determinantes na produção de uma boa pastagem, além de outros fatores controlados como adubação e irrigação. Uma vez que a maioria dos nossos solos é deficiente em nutrientes, a adubação das pastagens consiste num fator determinante para o aumento da produção forrageira (Batista *et al.*,2023) podendo ser associado as demais tecnologias que auxiliam na produção como a inoculação com bioinsumos.

As cultivares de *Urochloa híbridas* cvs. Cayana e Sabiá apresentam algumas características morfogênicas que se destacam na média de avaliações feitas oficialmente no Brasil em relação ao corte e pastejo. O capim-sabiá produziu 47% mais massa verde que o capim-marandu na época de seca do ano, tendo concentrado 34% da produção anual. A *Urochloa* híbrida cv. Sabiá tem como vantagem de produção, aspectos como: facilidade de manejo no pastejo, intenso perfilhamento e elevado acúmulo de forragem. Em ensaios oficiais e regionais, a cv. Sabiá apresentou,

em média, 36% de mais produtividade animal, quando comparado com a cv. Marandu (Silva *et al.*,2019).

Outras características que podem ser observadas no capim-sabiá são: forma de crescimento ereto recomendação de uso sob pastejo ou para produção de silagem; exigência média em fertilidade medido solo; alta resposta à adubação; exigência mínima de precipitação média de 800 mm; acúmulo de forragem entre 9,1 a 28,7 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de massa seca (MS); e produtividade animal entre 14,9 a 38,5 @ ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Há recomendações de ser manejado em pastejo rotacionado com a altura de entrada de 30 cm e altura de saída de 15 a 20 cm. E quando trabalhado sob pastejo em lotação contínua, recomenda-se a altura média entre 25 e 30 cm (Silva *et al.*,2019).

Segundo a empresa Barenbrug (2021) a cv. Cayana foi desenvolvida ao longo de 12 anos de pesquisa; com características: alto acúmulo de forragem; tem grande necessidade de fertilidade; grande capacitância de perfilhamento; e uma excelente relação folha/colmo, desde que bem manejada, garantindo alta qualidade da forragem e boa conversão animal apresentando também boa resistência às cigarrinhas. Entregando 42,2% a mais de produtividade animal, quando comparado com o capim-marandu em dois anos consecutivos de avaliação.

A cv. Cayana possui crescimento semidecumbente, pode ser recomendado para a produção de silagem devido seu potencial de acúmulo de forragem entre 9,7 e 24,8 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de MS, média tolerância à seca, sendo recomendado no pastejo rotacionado, trabalhar com a altura de entrada de 32 cm e a altura de saída de 16 a 20 cm, enquanto para o pastejo em lotação contínua, deve-se manter o pasto entre 30 e 35 cm (Barenbrug,2021).

## **2.2 Fixação biológica de nitrogênio (FBN)**

A Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) é um processo que envolve a conversão do nitrogênio atmosférico (N<sub>2</sub>) em amônia (NH<sub>3</sub>), forma assimilável pelas plantas. As bactérias fixadoras de nitrogênio (BFN), quando inoculadas nas sementes, podem estabelecer uma relação simbiótica com a planta hospedeira e promover o seu crescimento. Um exemplo notável desse processo é o gênero *Rhizobium* (Chagnon *et al.*, 2013).

As bactérias do gênero *Azospirillum* ganharam grande destaque devido à capacidade de FBN dessas bactérias quando associadas com gramíneas. O N

fornecido através da fixação biológica é menos inclinado à lixiviação e volatilização, uma vez que este elemento é utilizado *in situ*, tornando-se um meio alternativo, de forma limpa e sustentável para o fornecimento de N para culturas comerciais, estes atuando na promoção do crescimento da planta por meio de dois mecanismos principais: a FBN e a produção de fitohormônios (Repke *et al.*, 2013).

Há grande interesse nas investigações sobre microrganismos com potencial de FBN em gramíneas por serem mais eficientes no uso de água do que as leguminosas e por apresentarem maior eficiência fotossintética em clima tropical. As gramíneas têm o sistema radicular em forma de feixe, vantagem em comparação com o sistema de rotação das leguminosas por conseguirem extrair mais água e nutrientes do solo. Portanto, mesmo que apenas uma porção de N possa ser fornecida pela combinação com bactérias, haverá economia em fertilizantes nitrogenados (Cabral *et al.*, 2016).

### **2.2.1 Bactérias fixadoras de nitrogênio (BFN)**

Dentre as alternativas sustentáveis, o uso de insumos biológicos à base de microrganismos benéficos ao solo, como bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP) e fungos micorrízicos arbusculares (FMA) estão entre as mais promissoras tecnologias para se alcançar a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, por proporcionarem melhorias que vão desde as características de promoção de crescimento da parte aérea e raízes das plantas, até melhoria da proteção enzimática às condições de estresses bióticos e abióticos inerentes à atividade agrícola e pecuária na atualidade (Jiang *et al.*, 2021) .

Nos últimos anos, numerosos gêneros bacterianos incluindo *Pseudomonas*, *Azospirillum*, foram considerados como Rizobactérias promotoras do crescimento de plantas por influenciarem diferentes atividades fisiológicas da planta por mecanismos, incluindo a solubilização de potássio (K) e fósforo (P), e principalmente a fixação de N na produção de hormônio vegetal (Rawat *et al.*, 2021).

O uso desta tecnologia apresenta grande potencial na formação e persistência de pastagens, devido ao grande interesse dos pecuaristas, principalmente por ser uma alternativa vantajosa para a pastagem, manejo do solo e qualidade ambiental, devido ao seu baixo custo, e também por responder às demandas da sociedade por uma pecuária mais sustentável (Mamédio *et al.*, 2020).

Com relação a efeitos positivos utilizando a inoculação por meio do uso de BFN, pouco se encontra em literatura, com resultados inconsistentes em relação à promoção do crescimento de plantas em condições de campo (Liu *et al.*, 2019). Mediante esse relato, impulsiona-se na busca de novas estirpes isoladas de cultivos comerciais.

### 2.3 O gênero *Azospirillum* spp.

O *Azospirillum* spp. são gêneros de bactérias gram-negativas de vida livre em forma de bastonete associadas ao sistema radicular da planta, além de possuírem vantagem competitiva na colonização da rizosfera, também possuem metabolismo versátil de N e carbono (C) e podem utilizar a amônia, nitrato e o N atmosférico (N<sub>2</sub>). Já, como fontes de C são utilizados os ácidos orgânicos como malato e piruvato (Santana *et al.*, 2020).

O gênero *Azospirillum* se tornou uma alternativa com potencial para a redução dos custos de produção, devido os altos custos dos fertilizantes nitrogenados para adubação das pastagens, principalmente para a redução dos problemas ambientais associados com a aplicação de nutrientes solúveis como lixiviação, eutrofização, salinização e emissão de gases do efeito estufa (Cunha; Mendes; Marcante, 2013).

O principal efeito do *A. brasilense* está na promoção do crescimento radicular das plantas, pela produção de substâncias promotoras de crescimento. Segundo Pedreira *et al.* (2017), plantas de capim-braquiária quando inoculadas com esta bactéria, apresentaram aumento de 30% na produção de massa seca, superior aos tratamentos sem inoculação durante as coletas analisadas com 60 e 90 dias pós plantio.

Oliveira *et al.* (2018), com objetivo de avaliar a capacidade de duas estirpes de *A. brasilense* para promover o crescimento de dois genótipos de *Urochloa* spp. realizaram experimentos em casa de vegetação, utilizando da inoculação via semente antes do plantio. Os autores verificaram aumentos na produção de biomassa de 5,4% em resposta à adubação utilizando apenas o N e de 22,1% de adubação de N em combinação com *A. brasilense*.

As bactérias do gênero *Azospirillum* possuem efeitos de absorção pelo qual incentivam o desenvolvimento vegetal incluindo principalmente a produção de hormônios vegetais, a fixação de N<sub>2</sub> no solo, a aceleração do processo de

mineralização de nutrientes, a síntese de compostos orgânicos (auxiliando na captação de ferro), além da solubilização de fosfatos encontrados no solo. E ainda auxiliam na resistência das plantas ao estresse durante os períodos de estiagem (Oliveira; Oliveira; Barioni, 2007).

#### **2.4 O gênero *Pseudomonas* spp.**

O gênero *Pseudomonas* pertence à família *Pseudomonadaceae*, caracterizada como bacilos gram-negativos, não esporulados, com flagelos, totalizando dez espécies conhecidas. Entre as bactérias promotoras do crescimento vegetal, o gênero *Pseudomonas* spp. possui habilidade de colonizar em diferentes ambientes, sendo relacionada à versatilidade nutricional e a diversidade de metabólitos produzidos, tais como antibióticos, sideróforos e hormônios de crescimento vegetal. As espécies de *Pseudomonas* mais relevantes para a agricultura são *P. fluorescens* e *P. putida*, que destacaram no desenvolvimento e produtividade de plantas (Gomes et al., 2023).

Nas plantas, esta estirpe desenvolve papel importante na inibição de patógenos, na solubilização dos fosfatos e na produção de hormônios de crescimento. São um dos mais importantes grupos de bactérias promotoras do crescimento vegetal por suas características multifuncionais e potencialidade para a produção de inoculantes comerciais (Guimarães et al., 2011).

Outra característica de bactérias desse gênero é sua capacidade de solubilizar altos níveis de fosfato no solo. Esse macro elemento faz parte da formação de raízes e é escasso em solos do Cerrado, na maioria das vezes é encontrada naturalmente em formas insolúveis e indisponíveis para nutrição vegetal, transformando este fosfato em uma forma que seja utilizável para o crescimento da planta, diminuindo os custos de produção com fertilizantes a base de fosfatos (Tian et al., 2017).

#### **2.5 Resposta de gramíneas forrageiras à BPCP**

As plantas formadoras de pastagens possuem características distintas entre cultivares de mesmo gênero e espécie, trazendo características únicas a cada novo cultivar disponível no mercado, nesse sentido o estudo da morfogênese torna-se essencial para o entendimento do comportamento do vegetal ao ambiente edafoclimático e pastoril que é submetido. O estudo da morfogênese visa contribuir de forma a maximizar a eficiência dos sistemas vegetais e animais à medida que se obtém informações detalhadas sobre o crescimento de suas plantas. A análise

adequada desses dados auxilia no desenvolvimento de estratégias e gestão visando o aumento da produtividade não só maximizando a produção de forragem das pastagens, mas também conciliando essa produção com as necessidades representadas pelos animais em pastejo, tanto em termos de valor nutricional quanto de disposição ou estrutura da biomassa forrageira (Carvalho *et al.*, 2017).

De acordo com Santos *et al.* (2014), às características morfogenéticas são influenciadas por fatores abióticos, determinando as características de arquitetura do pasto, tamanho da folha, número de folhas vivas por perfilho e relação folha/colmo. Segundo Artur *et al.* (2014), as características morfogênicas e produtivas das plantas também são afetadas pela disponibilidade de nutrientes e água no solo, que por sua vez variam com o estágio de crescimento da planta.

Na Forragicultura, um conjunto de características denomina o termo morfogênese, sendo diferenciado por fatores de ambiência: luz, temperatura, umidade e fatores que levam a dinâmica da geração (gênese) e expansão da planta (morphos) destacando assim três características básicas: Taxa de aparecimento de folhas (TAF); Taxa de alongamento foliar (TAIF) e duração de vida da folha (DVF) (Severo *et al.*, 2019).

Oliveira *et al.* (2007), estudando o cultivo de *U. brizantha* cv. Marandu em casa de vegetação verificaram que o tratamento com somente inoculação de *Azospirillum spp.* apresentou desempenho superior quando comparado à ausência de inoculante e de N (ureia), proporcionando aumento prolongado no pastoreio e elevando o perfilhamento em 67,53 a 68,35% em comparação ao tratamento testemunha.

Alexandrino *et al.* (2003), ao avaliarem as características químicas e morfogênicas do capim-Marandu submetido a cortes e a doses de N, verificaram diferenças de 7,07% em relação produção de perfilhamento ao longo do tempo de rebrotação quando relacionados ao suprimento de N, observando que as plantas não adubadas com N quase não perfilharam ao longo das avaliações.

A clorofila é um pigmento relacionado à atividade fotossintética e ao estado nutricional das plantas. O parâmetro mais utilizado para determinar os níveis de N nas plantas é o teor relativo de clorofila nas folhas, pois existe uma correlação positiva entre esses fatores (Barbosa filho *et al.*, 2008). Isso porque cerca de 50% a 70% do N total nas folhas faz parte de enzimas associadas ao cloroplasto, que por sua vez é uma organela rica em clorofila (Chapman; Barreto, 1997).

Entre as características que conferem habilidade competitiva às espécies forrageiras está a taxa fotossintética. As clorofilas e os carotenoides são pigmentos presentes nos vegetais, estes são capazes de absorver a radiação visível, desencadeando as reações fotoquímicas da fotossíntese, processo no qual pode definir o ritmo de desenvolvimento das plantas. A fotossíntese ocorre nos cloroplastos, que nas plantas estão localizados tanto nas células do mesofilo quanto nas células da bainha do feixe vascular e contêm pigmentos fotossinteticamente ativos, principalmente clorofila (a) clorofila (b) e carotenoides, que são responsáveis pela absorção (Taiz; Zaeiger, 2004).

Pode-se se dizer que o índice de clorofila na folha é utilizado para prever o nível nutricional de N em plantas. As condições de rebrotação (manejo do pastejo) podem exercer influência nestes teores. Assim, Lima et al. (2020) avaliaram a clorofila relativa de *Panicum. maximum* cv. BRS Zuri utilizando um medidor de clorofila Falker, índice relativo de clorofila (RCI), indicando maiores produtividades nos tratamentos recebendo fertilizante nitrogenado em 90 dias de avaliação. Os valores de clorofila chegaram a uma diferença significativa em índice de 23,2% estatisticamente em relação ao tratamento controle.

Os pigmentos fotossintéticos presentes e sua quantidade variam entre as espécies. A clorofila (a) está presente em todos os organismos que realizam a fotossíntese. As bactérias fotossintéticas carecem de clorofila a e, em vez disso, têm bacterioclorofila como pigmento fotossintético. É um pigmento usado para realizar a fotoquímica (primeira etapa do processo de fotossíntese), enquanto outros pigmentos ajudam a absorver a luz e a transferir a energia radiante para os centros de reação, por isso são chamados de pigmentos acessórios (Taiz; Zaeiger,2004).

A clorofila (b) é sintetizada pela oxidação do grupo metil da clorofila (a) a um grupo aldeído. No entanto, muitos estudos foram conduzidos para elucidar a biossíntese da clorofila (b), mas as vias de formação da clorofila b ou proteínas relacionadas ainda não foram elucidadas (Borges; Costa; Porto 2020).

### 3. REFERÊNCIAS

AGUIRRE, P. F., OLIVO, C. J., SAUTHIER, J. C., SAUTER, M. P., AIRES, J. F., SEIBT, D. C., & SIMONETTI, G. D. (2018). Valor nutritivo da Coastcross-1 inoculada com *Azospirillum brasilense*. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 70, 1997-2006.

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, n. 1, p. 1-10, 2020.

ALEXANDRINO, E. NASCIMENTO JÚNIOR, D.; REFAZZI, A. J.; MOSQUIM, P. R.; ROCHA, F. C.; SOUSA, D. P. Produção de massa seca e vigor de rebrotação de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a diferentes doses de nitrogênio e frequência de cortes. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 40, n. 2, p. 141-147, 2003.

ARTUR, A. G.; GARCEZ, T. B.; MONTEIRO, F. A. Water use efficiency of marandu palisadegrass as affected by nitrogen and sulphur rates. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 1, p. 10-17, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE (ABIEC). Beef Report: **perfil da pecuária no Brasil**. Relatório anual 2020. 2020.

BARBOSA FILHO, M. P.; COBUCCI, T.; FAGERIA, N. K.; MENDES, P. N. Determinação da necessidade de adubação nitrogenada de cobertura no feijoeiro irrigado com auxílio do clorofilômetro portátil. **Ciência Rural**, v. 38, n. 7, p. 1843-1848, 2008.

BARENBRUG (São Paulo). CULTIVAR CAYANA: A NOVA BRACHIARIA EXCLUSIVA DA BARENBRUG DO BRASIL. 2021. Disponível em: <https://www.barenbrug.com.br/brachiaria-cayana>. Acesso em 23/08/2022.

BARENBRUG (São Paulo). CULTIVAR SABIÁ, A NOVA BRACHIARIA EXCLUSIVA DA BARENBRUG DO BRASIL. 2021. Disponível em: <https://www.barenbrug.com.br/brachiaria-sabia>. Acesso em 23/08/2022.

BATISTA, C.S.; PAULA NETO, J.J.; ALEXANDRINO, E.; QUEIROZ, L.F. Características estruturais e produtivas de Brachiarias ao longo das estações climáticas, fertilizadas com adubação química. **Agri-Environmental Sciences**, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 1-11, 27 dez. 2023. Agri-Environmental Sciences - AGRIES. <http://dx.doi.org/10.36725/agries.v9i1.8536>.

BORGES, E.S; COSTA, R.R.G.F; PORTO, L.S. Efeito de doses de microorganismos eficazes (Em) no crescimento inicial de *Pennisetum glaucum* (L.) r. br. **Revista Brasileira de Agroecologia**, [S.L.], v. 15, n. 5, p. 7, 22 dez. 2020. Associação Brasileira De Agroecologia. <http://dx.doi.org/10.33240/rba.v15i5.23172>.

CABRAL, C. E. A.; CABRAL, L. S.; BONFIM-SILVA, E. M.; CARVALHO, K. S.; KROTH, B. E.; CABRAL, C. H. A. Resposta da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu a fertilizantes nitrogenados associados ao fosfato natural reativo. **Comunicata Scientiae**, v. 7, n. 1, p. 66-72, 2016.

CARRILLOA, A. R. Q. *et al.* Apomixis y su importancia en la selección y mejoramiento de gramíneas forrajeras tropicales. Revisión. **Revista Mexicana de Ciencias Pecuárias**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 25-42, 2010.

CARVALHO, J. S.; KUNDE, R. J.; STÖCKER, C. M.; LIMA, A. C. R.; SILVA, J. L. S. Pastagens degradadas e técnicas de recuperação. **Revista Pubvet**, v. 11, n. 10, p. 1036-1045, 2017.

CHAGNON, P. L.; BRADLEY, R. L.; MAHERALI, H; KLIRONOMOS, J. N. A trait-based framework to understand life history of mycorrhizal fungi. **Trends In Plant Science**, v. 18, n. 9, p. 484-491, 2013.

CHAPMAN, S.C.; BARRETO, H. J. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. **Agronomy Journal**, v. 89, n. 4, p. 557-562, 1997.

COSTA, N. L.; GIANLUPPI, V.; MORAES, A. Forage productivity and morphogenesis of *Axonopus aureus* under different nitrogen fertilization rates. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, n. 8, p. 541-548, 2013.

CRUZ, NT.; PIRES, AJV; FRITAS, DD; JARDIM, RR; SOUSA, BM de L.; DIAS, DLS; BONOMO, P.; RAMOS, BLP.; SACRAMENTO, MRSV do. Fatores que afetam as características morfogênicas e estruturais de plantas forrageiras. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 7, pág. e5410716180, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i7.16180

CUNHA, M. H.; MENDES, I. C; MERCANTE, F. M. **A fixação biológica do nitrogênio como tecnologia de baixa emissão de carbono para as culturas do feijoeiro e da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 22 p. Disponível em: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=964424&biblioteca=vazio&busca=964424&qFacets=964424&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>. Acesso em: 24 ago. 2022.

FILGUEIRAS, T. S.; LONGHU-WAGNER, H. M.; VIANA, P. L.; ZANIN, A., GUGLIERI, A., OLIVEIRA, R. P.; RODRIGUES, R. S.; SANTOS GONÇAVES, A. P. **Poaceae In: Lista de espécies da flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2012. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB000193>. Access on 29 jan 2023.

GOMES, L.B.E.; SILVA, T.F.R.; ALVES, G.C.; REIS, V.M. Growth promotion in different *Urochloa* species inoculated with *Azospirillum baldaniorum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.58, e03079, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2023.v58.03079>.

GOMIDE, C. A. M., PACIULLO, D. S. C., MARTINS, C. E. Momento da adubação nitrogenada em pastagens intensivamente manejadas. Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora. (Embrapa Gado de Leite. Circular Técnica, 125), 2020.

GUIMARÃES, S.; PEDROSA, F.; HUNGRIA, M.; YATES, M. G. Crescimento e desenvolvimento inicial de *Brachiaria decumbens* inoculada com *Azospirillum* spp. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 13, P. 286-295, 2011.

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, n. 1, p. 125-131, 2016.

JIANG, F.; ZHOU, J.; GEORGE, T. S.; FENA, G. Arbuscular mycorrhizal fungi enhance mineralisation of organic phosphorus by carrying bacteria along their extraradical hyphae. **New Phytologist**, v. 230, n. 1, p. 304-315, 2021.

LIMA, G. C.; HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. Yield, yield components and nutrients uptake in Zuri Guinea grass inoculated with plant growth-promoting bacteria. **International Journal for Innovation Education and Research**, v. 8, n. 4, p. 103-124, 2020.

LIU, F.; HEWECW, T.; LEBEIS, S. L.; PANTALONE, V.; GREWAL, P. S.; STATON, M. E. Soil indigenous microbiome and plant genotypes cooperatively modify soybean rhizosphere microbiome assembly. **Bmc Microbiology**, v. 19, n. 1, p. 1-19, 2019.

MAMÉDIO, D.; CECATO, U.; SANCHES, R.; SILVA, S. M. S.; SILVA, D. R.; RODRIGUES, V. O.; GALBEIRO, S.; BARREIROS, A. R. D.; VICENTE, J. V. R. Do plant-growth promoting bacteria contribute to greater persistence of tropical pastures in water deficit? - A review. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. 1-30, 2020

MAPBIOMAS (2022a). Projeto MapBiomas: Coleção (v.6.0) da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil. Disponível em: <<https://mapbiomas.org/>>. Acesso em 26 de junho de 2024.

OLIVEIRA, J. T.C.; SILVA, G. T.; DINIZ, W. P. S.; FIGUEREDO, E. F.; SANTOS, I. B.; LIMA, D. R. M.; QUECICE, M. C.; KUKLINSKY-SOBRA, J.; FREIRE, F. J. Diazotrophic bacteria isolated from *Brachiaria* spp.: genetic and physiological diversity. **Ciencia e Investigación Agraria**, v. 3, n. 45, p. 277-289, 2018.

OLIVEIRA, P. P. A.; OLIVEIRA, W. S.; BARIONI, W. J.; **Produção de forragem e qualidade de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com *Azospirillum brasilense* e fertilizada com nitrogênio**. São Carlos: Embrapa pecuária sudeste, 2007, 4p. (Circular Técnico, 54).

PEDREIRA, B. C. E.; BARBOSA, P. L.; PEREIRA, L. E. T.; MOMBACH, M. A.; DOMICIANO, L. F.; PEREIRA, D. H.; FERREIRA, A. A. Tiller density and tillering on *Brachiaria brizantha* cv. Marandu pastures inoculated with *Azospirillum brasilense*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 69, n. 4, p. 1039-1046, 2017.

RAWAT, P; DAS, S.; SHANKHDHAR, D; SHANKHDHAR, S. C. Phosphate-Solubilizing Microorganisms: mechanism and their role in phosphate solubilization and uptake. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 21, n. 1, p. 49-68, 2020.

REPKE, R. A.; CRUZ, S. J. S.; SILVA, C. J.; FIGUEIREDO, P. G.; BICUDO, S. J. Eficiência da *Azospirillum brasilense* combinada com doses de nitrogênio no desenvolvimento de plantas de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 12, n. 3, p. 214-226, 2013.

ROCHA, A.F.S; COSTA, R.R.G.F. Desempenho de *Urochloa brizantha* cv Paiaguás inoculada com *Azospirillum brasilense* e diferentes doses de nitrogênio. **Global Science & Technology**, v. 11, n. 3, 2018.

SANTANA, J.E.S; LELES, P.S.E; RESENDE, A.S.; MACHADO, A.F.L. SILVA, C.R.; LOPES, L.N. Interferência de *Urochloa brizantha* no crescimento e acúmulo de macronutrientes de plantas de *Peltophorum dubium*. **Scientia Forestalis**, [s. l], v. 48, n. 27, p. 1-9, 2020.

SANTOS FILHO, J.R. SOUSA, B.M.L.; FAGUNDES, J.L; BACKES, A.C.; SILVA, J.W.T ANDRADE, G.C.; SANTOS, A.L.H.; FLORENCIO, R.S.R.; SILVA, V.C. Establishment of paiaguas palisadegrass in monoculture or in an integration system with other crops. **Ciência Animal Brasileira**, [S.L.], v. 22, p. 1-13, 2021. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1809-6891v22e-68211>.

SANTOS, M. S; NOGUEIRA, M. A; HUNGRIA, M. Microbial inoculants: reviewing the past, discussing the present and previewing an outstanding future for the use of beneficial bacteria in agriculture. **Amb Express**, v. 9, n. 1, p. 205-210, 2019.

SANTOS, R. M.; VOLTOLINI, T. V.; ANGELOTTI, F.; AIDAR, S. T.; CHAVES, A. R. M. Productive and morphogenetic responses of buffel grass at different air temperatures and CO<sub>2</sub> concentrations. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 43, n. 8, p. 404-409, 2014.

SANTOS, L.M et al. Potencial de estabelecimento da *Brachiaria* híbrida cultivar Mulato II (Convert HD364) no Estado do Tocantins. **Nativa**, v. 3, n. 4, p. 224-232, 2015.

SEVERO, P. O.; POTTER, L.; ROCHA, M. G.; NEGRINI, M.; MARTINI, A. C.; ROSA, U. A. Leaf tissue flows and defoliation patterns of Alexandergrass grazed by heifers receiving energy supplement. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 41, n. 1, p. e44902, 2019.

SILVA-OLAYA, A. M; CERRI, C. E. P; CERRI, C. C. Comparação de métodos de amostragem para avaliação do sistema radicular da cana-de-açúcar. **Revista de Ciências Agrícolas**, v. 34, n. 1, p. 7-16, 2017.

SMITH, C; HILL, A. K.; TORRENTE-MURCIANO, L. Current and future role of Haber–Bosch ammonia in a carbon-free energy landscape. **Energy & Environmental Science**, v. 13, n. 2, p. 331-344, 2020.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

TIAN, B.; ZHANG, C.; YE, Y.; WEN, J.; WU, Y.; WANG, H.; LI, H.; CAI, S.; CHENG, Z.; LEI, S.; MA, R.; LU, C.; XU, X.; ZHANG, K. Beneficial traits of bacterial

endophytes belonging to the core communities of the tomato root microbiome.  
**Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 247, p. 149-156, 2017.

**CAPÍTULO 2 – MORFOFISIOLOGIA E PRODUÇÃO DE UROCHLOA BRIZANTHA,  
HÍBRIDOS CVS. SABIÁ E CAYANA INOCULADAS COM BACTÉRIAS  
PROMOTORAS DE CRESCIMENTO VEGETAL**

## Revista Ciência Agronômica

### Produção e morfogênese de *Urochloa Brizantha*, híbridos Sabiá e Cayana inoculadas com bactérias Fixadoras de Nitrogênio.

Production and morphogenesis of *Urochloa Brizantha*, Sabiá and Cayana hybrids inoculated with nitrogen-fixing bacteria.

#### RESUMO

Objetivou-se avaliar a produção de forragem e as características morfogênicas e estruturais das espécies do gênero *Urochloa* híbridas Sabiá e Cayana utilizando bioinsumos comerciais compostos da bactéria *Azospirillum brasilense* (estirpes Ab-V5 e Ab-V6), e *Pseudomonas fluorescens* (estirpe CNPSo 2719), com adubação, utilizando três doses distintas de ureia como fonte de N (0,25 e 50 gramas /dm<sup>3</sup>) correspondentes a 0, 50, 100 kg/ha<sup>-1</sup>. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no período de coleta foi de agosto de 2022 a janeiro de 2023, divididos em quatro ciclos de produção, realizando o levantamento a cada 28 dias. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizados (DIC). Os resultados foram submetidos a análise de variância (ANOVA). Houve diferença significativa nos ciclos 1, 3 e 4 para as variáveis de Massa Verde (MV), Colmo e Taxa de Alongamento de Colmo (TAC). Para as variáveis de Filocrono (FIL), Taxa de aparecimento foliar (TApf), Número de folhas vivas (NFV) houve diferença estatística apenas para o ciclo 4. E para a Taxa de alongamento foliar (TALF), houve diferença estatística nos ciclos 3 e 4. Já para a Taxa de Senescência foliar (TSF), houve diferença significativa apenas para os ciclos 2, 3 e 4 e para a variável Número de folhas totais (NFT), ciclos 1 e 4. No entanto, para as características de Massa Seca (MS) e Número de Folhas Mortas (NFM), não houve diferença significativa estatística para nenhum dos tratamentos e cultivares utilizadas. Concluiu-se que a inoculação de *Azospirillum* e *Pseudomonas* aliado a adubação nitrogenada se mostrou eficiente na melhora das características morfogênicas e estruturais das U. híbridas cv. Sabiá e Cayana.

**Palavras-chave:** Capim-braquiária. Morfologia. Produção de forragem. Rizobactérias.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate forage production and the morphogenic and structural characteristics of species of the *Urochloa* genus hybrids Sabiá and Cayana using commercial bioinputs composed of the bacteria *Azospirillum brasilense* (strains Ab-V5 and Ab-V6), and *Pseudomonas fluorescens* (strain CNPSo 2719), with fertilization, using three different doses of urea as a source of N (0.25 and 50 grams/dm<sup>3</sup>) corresponding to 0, 50, 100 kg/ha<sup>-1</sup>. The experiment was conducted in a greenhouse, the collection period was from August 2022 to January 2023, divided into four production cycles, carrying out the survey every 28 days. The design used was completely randomized (DIC). The results were subjected to analysis of variance (ANOVA). There was a significant difference in cycles 1, 3 and 4 for the variables Green Mass (MV), Stem and Stem Elongation Rate (TAC). For the variables of Phyllochron (FIL), Rate of leaf appearance (TApf), Number of living leaves (NFV) there was a statistical difference only for cycle 4. And for the Rate of leaf elongation (TALF), there was a statistical difference in cycles 3 and 4. As for the Leaf Senescence Rate (TSF), there was a significant difference only for cycles 2, 3 and 4 and for the variable Number of total leaves (NFT), cycles 1 and 4. However, for the characteristics of Dry Mass (DM) and Number of Dead Leaves (NFM), there was no statistically significant difference for any of the treatments and cultivars used. It was concluded that the inoculation of *Azospirillum* and *Pseudomonas* combined with nitrogen fertilization proved to be efficient in improving the morphogenic and structural characteristics of *U. hybridas* cv. Sabiá and Cayana.

**Keywords:** Forage production. Morphogenesis. Rhizobacteria. Signal grass.

## INTRODUÇÃO

Além das condições climáticas favoráveis e extensa área territorial do Brasil, a pecuária é um setor bastante explorado, tendo a criação a pasto como a mais predominante, para isso é fundamental investir em pastagens de boa qualidade a fim de suprir as demandas comerciais (Rodrigues *et al.*,2008).

Nesse contexto, estima-se que os pastos ocupam cerca de 70% da superfície utilizada pelo setor agropecuário. Para isso, a otimização dos sistemas de pastejo estão relacionadas não só para maior produção de forragem, mas também características da planta como: perenidade, rápida rebrotação, valor nutritivo além da qualidade da forragem (Mancin *et al.*,2021). Isso se deve ao fato de que a qualidade do pasto está diretamente associada à forma com que o alimento fica disponível ao animal, ou seja, fatores relacionados à estrutura do pasto.

A pastagem é considerada a principal fonte de alimento para os bovinos, deste modo, o uso de fertilizantes comerciais vem sendo cada vez mais explorados pelos produtores com intuito de aumentar a produção de matéria seca por hectare. No

entanto, o custo desses produtos, principalmente os nitrogenados, é elevado e o seu uso excessivo e implica em danos à própria planta, problemas de contaminação do solo e dos ecossistemas aquáticos, o que agrava o efeito estufa, pois boa parte é perdida por lixiviação e pode liberar óxido nitroso (gás do efeito estufa) (Aguirre *et al.*, 2020).

Uma forrageira para ser considerada promissora na formação de pastagens poderá ser representada por plantas que apresentam mecanismos de adaptação às condições edafoclimáticas, ao pastoreio como agente modificador do meio pastoril além da capacidade de associação com bactérias fixadoras de nitrogênio (BFN). Assim, potencializando a produtividade da forrageira (Costa; Gianluppi e Moraes, 2013).

No ecossistema de pastagens, bactérias promotoras de crescimento podem desempenhar um papel importante no fornecimento de nitrogênio (N) às plantas, o que contribui positivamente para o crescimento e nutrição das plantas forrageiras, tornando a inoculação uma opção viável e esta técnica pode ser substituída parcial ou totalmente no momento do plantio e adubação de pastagens (Rocha e Costa, 2018).

Desse modo, o estudo da morfogênese se torna fundamental para a escolha da planta forrageira devido a maximização da eficiência dos sistemas vegetais quando se utiliza BFN, obtendo informações detalhadas sobre o crescimento das plantas. A análise adequada desses dados auxilia no desenvolvimento de estratégias de gestão visando o aumento da produtividade. Não só otimizar a produção de forragem, mas também conciliando essa produção com as necessidades representadas pelos animais em pastejo, tanto em termos de valor nutricional quanto em disposição estrutural e/ou estrutura da biomassa forrageira (Silva–Olaya; Cerri; Cerri, 2017).

As cultivares de *Urochloa* híbridas cvs. Cayana e Sabiá apresentam algumas características morfogênicas que se destacam na média de avaliações feitas oficialmente no Brasil em relação ao corte e pastejo e são cultivares que estão sendo bem exploradas atualmente. O estudo detalhado relacionando a oferta de forragem e as condições estruturais e morfogênicas do pasto, como a qualidade da forragem consumida, pode auxiliar a maximizar o desempenho dos animais em pastejo (Morais Neto *et al.*, 2020).

Diante contexto e mediante os crescentes estudos sobre novos híbridos do gênero *Urochloa*, o objetivo deste estudo foi avaliar a produção e a morfogênese das

cvs. híbridas de Sabiá e Cayana inoculadas com os bioinsumos comerciais a base de *Azospirillum* e *Pseudomonas*.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma casa de vegetação com as dimensões de 22 x 44m, coberta por sombrite e tela de monofilamento na cor preta de 50% de sombreamento, localizada no Câmpus central da Universidade Estadual de Goiás, no município de Anápolis – GO, com as seguintes coordenadas geográficas: latitude 16°17'41'S e longitude 48°53'13'W, com altitude 1.040 m.

O período de coleta de dados foi entre agosto de 2022 a janeiro de 2023, divididos em quatro ciclos de produção e coletadas a cada 28 dias. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizados (DIC), com três repetições. Os tratamentos estão descritos no Quadro 1.

**Quadro 1** Caracterização dos tratamentos utilizados no experimento de acordo com cada cultivar

TRATAMENTOS	DESCRIÇÃO	
	Sabiá	Cayana
T1	Sabiá, sem inoculante e sem nitrogênio; 0 Kg/ha <sup>-1</sup>	Cayana, sem inoculante e sem nitrogênio; 0 Kg/ha <sup>-1</sup>
T2	Sabiá, sem inoculante e nitrogênio; 100 Kg/ha <sup>-1</sup>	Cayana, sem inoculante e nitrogênio; 100 Kg/ha <sup>-1</sup>
T3	Sabiá, com <i>Azospirillum</i> e sem nitrogênio; 0 Kg/ha <sup>-1</sup>	Cayana, com <i>Azospirillum</i> e sem nitrogênio; 0 Kg/ha <sup>-1</sup>
T4	Sabiá, com <i>Azospirillum</i> e nitrogênio; 50 Kg/ha <sup>-1</sup>	Cayana, com <i>Azospirillum</i> e nitrogênio; 50 Kg/ha <sup>-1</sup>
T5	Sabiá, com <i>Pseudomonas</i> e sem nitrogênio; 0 Kg/ha <sup>-1</sup>	Cayana, com <i>Pseudomonas</i> e sem nitrogênio; 0 Kg/ha <sup>-1</sup>
T6	Sabiá, com <i>Pseudomonas</i> e nitrogênio; 50 Kg/ha <sup>-1</sup>	Cayana, com <i>Pseudomonas</i> e nitrogênio; 50 Kg/ha <sup>-1</sup>
T7	Sabiá, com mix ( <i>Pseudomonas</i> + <i>Azospirillum</i> ) e nitrogênio; 50 Kg/ha <sup>-1</sup>	Cayana, com mix ( <i>Pseudomonas</i> + <i>Azospirillum</i> ) e nitrogênio; 50 Kg/ha <sup>-1</sup>

## ANÁLISE E PREPARO DO SOLO

O solo utilizado para o experimento, foi retirado de barranco e uma alíquota foi separada para aferir as características químicas e físicas. As amostras foram retiradas de uma camada de 0- 20 cm e os resultados da análise estão descritos na Quadro 2.

**Quadro 2** Resultados das análises químicas e físicas do solo, coletado na camada 0-20 cm, na área da Agência Goiana de Assistência Técnica, Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária (EMATER), Anápolis/GO, no ano de 2022<sup>1</sup>

<b>Características químicas</b>		
<b>Variáveis</b>	<b>Unidades</b>	<b>Resultados</b>
Cálcio (Ca)	cmol/dm <sup>3</sup>	1,4
Magnésio (Mg)	cmol/dm <sup>3</sup>	0,6
Alumínio (Al)	cmol/dm <sup>3</sup>	0,15
Acidez Potencial (H+Al)	cmol/dm <sup>3</sup>	2,35
Potássio (K)	mg/dm <sup>3</sup>	82,55
P (Melich)	mg/dm <sup>3</sup>	4,15
Enxofre (S)	mg/dm <sup>3</sup>	1,6
Sódio (Na)	mg/dm <sup>3</sup>	2,00
Zinco (Zn)	mg/dm <sup>3</sup>	6,25
Boro (B)	mg/dm <sup>3</sup>	0,21
Cobre (Cu)	mg/dm <sup>3</sup>	2,8
Ferro (Fe)	mg/dm <sup>3</sup>	29,6
Manganês (Mn)	mg/dm <sup>3</sup>	13,0
CTC pH 7,0	-	4,52
Saturação em Bases (Sat. Bases)	%	47,71
Saturação por Alumínio (Sat. Al)	%	6,94
Matéria Orgânica (M.O.)	g/dm <sup>3</sup>	20,5
Carbono	g/dm <sup>3</sup>	11,89
pH (CaCl <sub>2</sub> )	-	4,8
<b>Características físicas</b>		
<b>Variáveis</b>	<b>Unidades</b>	<b>Resultados</b>
Areia	g/kg	415
Silte	g/kg	105
Argila	g/kg	480

<sup>1</sup>Análise realizada no Solocria Laboratório Agropecuário Ltda, Goiânia – GO.

A partir dos resultados obtidos na análise de solo, não houve necessidade de correção do pH solo, foi transportado e depois seco, homogeneizado, peneirado com auxílio de peneira de malha de 8 mm/espessura, pesado e armazenado em vasos de polietileno com capacidade de 15 kg/unidade.

Foi realizado o turno de rega a cada dois dias, de forma manual com auxílio de regador. Cada unidade experimental recebeu a quantidade de água calculada para manter 35,3% da capacidade de campo, por meio de pesagem com auxílio de balança digital, para reposição da quantidade de água perdida do sistema (vaso-solo-planta) por evapotranspiração (Brasil,2009).

## **PREPARO DAS SEMENTES E INOCULAÇÃO**

Foi realizado um teste de germinação das sementes nuas de cv Sabiá e Cayana. Foram utilizadas cinco placas de petri para cada cultivar, com 50 sementes por placa, totalizando 250 sementes de cada cultivar que foram testadas, e acondicionadas em papel germitest e embebidas em água destilada, levadas para câmara de germinação com temperatura de 30°C e fotoperíodo de 24 horas sendo 12 h de luz e 12h de escuro, obtendo assim taxa de germinação de 45% para a cv. Sabiá e 50% para cv. Cayana.

As sementes de ambas cultivares analisadas foram colocadas em vaso na quantidade 10 sementes por vaso. O plantio foi realizado em sulcos de três cm de profundidade em cada unidade experimental, para aplicação de nitrogênio (N) na forma de ureia, conforme as doses citadas acima para cultivos de gramíneas forrageiras em sistemas produtivos pelos produtores rurais em diferentes níveis de tecnologia produtiva.

A adição de bioinsumos foi para verificar a capacidade de substituição total ou parcial de fertilizantes químicos tradicionais para a produção de gramíneas forrageiras por biofertilizantes.

Após dez dias de emergência das plântulas foi realizado o desbaste deixando cinco plantas por vaso para realização das análises. Em seguida, uma alíquota de 1 mL<sup>-1</sup> de cultura bacteriana contendo 10<sup>8</sup> células viáveis mL<sup>-1</sup> foi aplicada na área radicular de cada unidade experimental.

Posteriormente, as plantas permaneceram em crescimento livre, onde as análises iniciaram após 30 dias de plantio com corte de uniformização e coleta de dados a cada 28 dias com altura residual para as cultivares de 15 cm.

## **PRODUÇÃO E A MORFOGÊNESE DAS PLANTAS**

A morfogênese foi avaliada em quatro ciclos de avaliação ao longo do período de crescimento, cada um com duração de 28 dias. No 1º primeiro ciclo, foram marcados 5 perfilhos basais por parcela. Uma vez por semana, o comprimento do colmo dos perfilhos foi medido, considerando-se a distância desde a lígula da folha mais nova expandida até o solo.

Foram avaliadas as características de produção de MS e MV; e as variáveis morfológicas e estruturais de acordo com a metodologia descrita por Santos et al. (2012) em nível de perfilho foram: Filocrono (FIL), Taxa de alongamento foliar (TALF), Taxa de alongamento de colmo (TALC), Taxa de senescência foliar (TSF), Colmo, Taxa de aparecimento foliar (TApf), Número de folhas totais (NFT), Número de folhas vivas (NFV) e Número de folhas mortas (NFM).

Com o objetivo de expressar as taxas de crescimento e de senescência de lâminas foliares e colmos em  $\text{kg. ha}^{-1}\text{dia}^{-1}$  de biomassa, foram gerados fatores de conversão. No último dia de cada ciclo de avaliação morfológica, foram colhidos ao nível da superfície do solo, os quais foram colocados em sacos de papel, identificados e levados ao laboratório, onde foram realizadas pesagens e medições. Posteriormente, foram separados manualmente, agrupados de acordo com a parcela de origem e levados à estufa a 65°C por 72 horas, para obtenção da massa seca do vegetal e produção.

### **ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Os dados foram analisados quanto aos pressupostos da ANOVA. As variáveis foram submetidas a teste de Tukey a 5% de significância, no entanto as que apresentaram variâncias desiguais foram submetidas ao teste de Kruskal-walis a 5% de significância. Foi utilizado o programa BioEstat 5.0.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Produção de Massa Verde (MV)**

Para produção de MV das cultivares híbridas de gramíneas forrageiras para cada ciclo foi influenciada pelos tratamentos, sendo que o ciclo 1 apresentou uma produção menor de massa verde para o híbrido Sabiá no tratamento com *Azospirillum*

e sem nitrogênio (T3) quando comparado com os demais tratamentos. Para o híbrido Cayana não foi observado diferença significativa entre os tratamentos. No ciclo 2 para ambas as cultivares híbridos não foi observado diferença significativa estatística entre os tratamentos investigados.

Já para o ciclo 3 não foi observado diferença estatística para o híbrido Sabiá, enquanto para o híbrido Cayana foi verificado os maiores valores de produção de MV quando submetidas aos tratamentos com *Pseudomonas* e sem nitrogênio (T5), seguindo do tratamento *Pseudomonas* e nitrogênio 50 kg/ha<sup>-1</sup> (T6), e um mix entre *Pseudomonas* + *Azospirillum*) e nitrogênio 50 kg/ ha<sup>-1</sup> (T7). E por fim, no ciclo 4 foi observado uma superioridade de produção de massa verde para o híbrido Sabiá principalmente nos tratamentos 6 e 7 e uma produção muito baixa no tratamento com *Azospirillum* e com nitrogênio 50 kg/ha<sup>-1</sup> (T4), quanto para híbrido Cayana, os tratamentos 5, 6 e 7 foram superiores (Tabela 1).

**Tabela 1** Valores médios da produção de massa verde (MV) (g) dos híbridos de gramíneas forrageiras Sabiá e Cayana em função do emprego de inoculantes comerciais a base de bactérias promotoras de crescimento vegetal, Anápolis, UEG, 2023

TRAT	Efeito ciclo							
	1		2		3		4	
	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana
T1	16,69 ab	16,69 a	18,43 a	18,27 a	43,58 a	25,68 b	43,58 ab	19,03 b
T2	28,14 b	19,37 a	28,14 a	20,47 a	65,96 a	49,12 ab	65,96 ab	49,12 ab
T3	14,68 a	24,29 a	32,25 a	37,41 a	37,84 a	24,03 b	73,09 ab	19,58 b
T4	23,48 ab	29,21 a	22,01 a	26,96 a	22,01 a	29,25 b	14,16 a	26,90a b
T5	23,74 ab	34,95 a	23,74 a	25,12 a	40,03 a	79,08 a	48,12 ab	79,01a
T6	17,12 ab	26,46 a	19,4 a	20,39 a	65,91 a	77,70 a	110,39 b	77,70 a
T7	17,41 ab	18,54 a	17,07 a	17,84 a	80,32 a	85,18 a	120,36 b	75,61 a
p	0.0181	0.2639	0.2578	0.6406	0.0915	0.0006	0.0381	0.0120

Médias seguidas de letras distintas diferem ( $P > 0,05$ ). TRAT- tratamento; T1 (Sem inoculante e sem nitrogênio); T2 (Sem inoculante e com nitrogênio); T3 (Com *Azospirillum* e sem nitrogênio); T4 (Com *Azospirillum* e com nitrogênio); T5 (Com *Pseudomonas* e sem nitrogênio); T6 (Com *Pseudomonas* e nitrogênio); T7- Mix (*Pseudomonas* + *Azospirillum*) e nitrogênio). Foi realizado teste de Tukey a 5% de significância, no entanto, os dados que apresentaram variâncias desiguais foram submetidos ao teste de Kruskal-walis a 5% de significância.

Um estudo realizado por Giatti e Piza (2022), avaliando a produtividade do capim Mavuno inoculado com diferentes doses de *Azospirillum brasilense* foi observado que os tratamentos que receberam inoculação com *Azospirillum* tiveram maiores resultados de altura e produtividade de matéria seca e verde por hectare em

relação à testemunha diferindo dos dados do estudo, pois a inoculação com *bactérias promotoras de crescimento vegetal* ou a associação com nitrogênio que demonstrou diferença apenas para massa verde para a cv. Sabiá no ciclo 1 e 4 e para cv. Cayana no ciclo 3 e 4.

Outro estudo conduzido por Toledo, Moura e Nogueira (2023), avaliando a influência da adubação química e biológica em diferentes doses nas características agrônômicas do capim Tifton 85, foi observado que a inoculação biológica de *Azospirillum* spp. associadas ou não a adubação química de nitrogênio, de forma geral, propiciou resultado semelhante quando as plantas receberam adubação química de nitrogênio, diferindo dos dados encontrados em nesse estudo (Tabela 1).

### Produção de Massa Seca (MS)

A produção de MS de gramíneas refere-se à quantidade de biomassa seca que as gramíneas produzem ao longo de um período de crescimento. Sendo uma medida crucial para entender o rendimento ao longo do ciclo das plantas, desse modo, para se obter carne ou leite de qualidade é fundamental boas quantidades de MS para sustentar um maior número de animais por área (Simão Neto; Gonçalves; Pimentel, 1974). Nesse sentido, busca-se um genótipo com elevado potencial produtivo.

Entretanto na presente pesquisa, os tratamentos testados não diferiram entre si quanto a MS produzida pelos dois híbridos de gramíneas forrageiras ao longo dos ciclos de avaliação (Tabela 2).

**Tabela 2** Valores médios da produção de massa seca (MS) (kg/ha<sup>-1</sup>) dos híbridos de gramíneas forrageiras Sabiá e Cayana em função do emprego de inoculantes comerciais a base de bactérias promotoras de crescimento vegetal.

TRAT	Efeito ciclo							
	1		2		3		4	
	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana
T1	19.57	19.57	42.50	38.11	34.71	30.86	34.74	30.86
T2	16.21	41.70	16.21	51.67	32.91	26.53	32.91	26.53
T3	51.27	38.09	25.15	34.69	32.79	43.27	41.22	35.46
T4	32.81	33.70	36.91	20.83	19.63	47.15	31.37	37.92
T5	66.45	40.58	66.30	38.72	46.34	38.50	26.64	38.50
T6	29.43	46.67	35.03	27.82	38.28	36.96	50.58	36.96
T7	23.83	23.13	22.20	37.80	34.01	35.22	57.48	36.18
p	0.1757	0.2658	0.2318	0.8267	0.9279	0.8922	0.5708	0.9866

Médias seguidas de letras distintas diferem ( $P > 0,05$ ). TRAT- tratamento; T1 (Sem inoculante e sem nitrogênio); T2 (Sem inoculante e com nitrogênio); T3 (Com *Azospirillum* e sem nitrogênio); T4 (Com *Azospirillum* e com nitrogênio); T5 (Com *Pseudomonas* e sem nitrogênio); T6 (Com *Pseudomonas* e nitrogênio); T7- Mix (*Pseudomonas* + *Azospirillum*) e nitrogênio. Foi realizado teste de tukey a 5% de significância, no entanto, os dados que apresentaram variâncias desiguais foram submetidos ao teste de Kruskal-walis a 5% de significância.

Rodrigues et al., (2008), avaliando a produção de massa seca das folhas, a relação folha/colmo e alguns índices de crescimento do capim-Xaraés submetido a doses de nitrogênio (N) e potássio (K), observaram uma maior produção de massa seca das folhas e massa seca total em todos os cortes quando submetidos a doses elevadas de N, diferindo dos dados encontrados nessa pesquisa.

Outro estudo conduzido por Aguirre et al., (2020), avaliando a produção de forragem de pastos de *Coastcross-1*, inoculados com *A. brasilense*, fertilizados com diferentes doses de N e submetidos ao regime de cortes, observaram que a inoculação com *Azospirillum*, promoveu melhor estabelecimento da gramínea, e ao associá-la com doses de nitrogênio foi observado à medida que se aplica doses de nitrogênio o ganho com inoculação diminuiu, diferindo dos dados encontrados neste estudo.

No entanto em semelhança ao estudo, Reis e Vilela (2021), avaliando o desenvolvimento inicial da *Brachiaria brizantha* cv. Piatã inoculadas com *Azospirillum brasilense*, observaram que produção de matéria seca (MS) não foi influenciada pela inoculação das sementes pré-semeadura.

## VARIÁVEIS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS

### Colmo

Para o tamanho do colmo observou-se efeito significativo ( $P < 0,05$ ) entre os ciclos avaliados, principalmente quando associados à inoculação com nitrogênio com superioridade da cv. Sabiá em ambos os ciclos (Tabela 3).

**Tabela 3** Valores médios do tamanho de Colmo (cm) dos híbridos de gramíneas forrageiras Sabiá e Cayana em função do emprego de inoculantes comerciais a base de bactérias promotoras de crescimento vegetal. Anápolis, UEG, 2023

TRAT	Efeito ciclo							
	1		2		3		4	
	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana
T1	2,33 d	2,5 a	3,07 a	3,5 a	4,50 c	3,60 b	5,17 b	4,43 d
T2	2,93 bcd	2,3 a	2,87 a	3,6 a	5,00 c	3,73 b	5,20 b	4,40 d
T3	4,10 b	2,83 a	4,20 a	3,87 a	10,13 b	3,87 b	10,13 bc	6,53 c
T4	6,00 a	3,23 a	6,37 a	4,07 a	14,67 b	4,63 b	16,67 c	6,53 c
T5	3,93 bc	3,33 a	5,27 a	4,07 a	18,87 ab	5,43 a	19,50 c	6,77 c
T6	3,90 bc	3,53 a	4,5 a	4,43 a	28,80 a	4,73 b	28,67 a	8,77 b
T7	2,53 cd	2,20 a	7,13 a	3,60 a	12,93 b	6,97 a	32,00 a	11, 10 a
p	0,0208	0,1453	0,1679	0,3886	0,0074	0,0003	< 0.0001	< 0.0001

Médias seguidas de letras distintas diferem ( $P>0,05$ ). TRAT- tratamento; T1 (Sem inoculante e sem nitrogênio); T2 (Sem inoculante e com nitrogênio); T3 (Com *Azospirillum* e sem nitrogênio); T4 (Com *Azospirillum* e com nitrogênio); T5 (Com *Pseudomonas* e sem nitrogênio); T6 (Com *Pseudomonas* e nitrogênio); T7- Mix (*Pseudomonas* + *Azospirillum*) e nitrogênio). Foi realizado teste de tukey a 5% de significância, no entanto, os dados que apresentaram variâncias desiguais foram submetidos ao teste de Kruskal-walis a 5% de significância.

No manejo da pastagem pode ocorrer o alongamento dos colmos devido às características inerentes ao vegetal associadas a fatores de luminosidade, temperatura, água, nutrientes e competição intraespecífica. Desse modo, o alongamento dos colmos deve ser controlado por meio do manejo do pastoreio ou por cortes mecânicos. Assim, faz-se necessário o controle deste componente devido a composição química bromatológica e as questões estruturais que podem dificultar a apreensão de forragem pelos animais.

Nesse contexto foi avaliado também a Taxa de Alongamento de Colmo (TALC) durante os ciclos de avaliação (Tabela 4). Para essa característica foi observado maiores taxas de alongamento de colmo para cv. Sabiá entre os ciclos 3 e 4 principalmente para os tratamentos 6 e 7 com associação de inoculação e fonte de nitrogênio.

**Tabela 4** Valores médios de taxa de alongamento de colmo (TALC) (cm/perfilho/dia) dos híbridos de gramíneas forrageiras Sabiá e Cayana em função do emprego de inoculantes comerciais a base de bactérias promotoras de crescimento vegetal. Anápolis, UEG, 2023

TRAT	Efeito ciclo							
	1		2		3		4	
	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana
T1	0.08 b	0.09 a	0.11 a	0.13 a	0.16 b	0.13 c	0.18 c	0.16 d
T2	0.10 b	0.08 a	0.10 a	0,13 a	0.18 b	0.13 c	0.19 c	0.16 d
T3	0.15 ab	0.10 a	0.15 a	0,14 a	0.36 b	0.14 c	0.36 bc	0.23 c
T4	0.21 a	0.12 a	0.23 a	0,15 a	0.52 ab	0.17 bc	0.60 b	0.23 c

T5	0.14 ab	0.12 a	0.19 a	0,15 a	0.67 ab	0.19 b	0.70 b	0.24 c
T6	0.14 ab	0.13 a	0.16 a	0,16 a	1.03 a	0.17 bc	1.06 a	0.31 b
T7	0.09 b	0.08 a	0.25 a	0,13 a	0.46 ab	0.25 a	1.14 a	0.40 a
p	0.0087	0.0533	0.1629	0.1942	0.007	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001

Médias seguidas de letras distintas diferem ( $P > 0,05$ ). TRAT- tratamento; T1 (Sem inoculante e sem nitrogênio); T2 (Sem inoculante e com nitrogênio); T3 (Com *Azospirillum* e sem nitrogênio); T4 (Com *Azospirillum* e com nitrogênio); T5 (Com *Pseudomonas* e sem nitrogênio); T6 (Com *Pseudomonas* e nitrogênio); T7- Mix (*Pseudomonas* + *Azospirillum*) e nitrogênio). Foi realizado teste de tukey a 5% de significância, no entanto, os dados que apresentaram variâncias desiguais foram submetidos ao teste de Kruskal-walis a 5% de significância.

Um estudo realizado por Porto et al. (2024), ao estudarem *Urochloa decumbens* spp, observaram que a bactéria *Pseudomonas fluorescens* promoveu o incremento das taxas de alongamento de colmo e do número de folhas por perfilho, aumentando a relação folha/colmo da planta, características desejáveis do ponto de vista nutricional.

Brennecke et al (2016), avaliando os efeitos da inoculação de bactéria *Pseudomonas* sobre o crescimento *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, observaram que houve maiores incrementos das taxas de alongamento de colmo, corroborando com os dados encontrados nessa pesquisa. Vale ressaltar que em ambos tratamentos houve acréscimo nos valores da TALC, no entanto os maiores valores encontrados foram em função da associação da inoculação com a adubação nitrogenada.

Vale lembrar que as cultivares utilizadas no experimento são híbridas e podem apresentar em sua genética modificações nas proporções morfológicas do vegetal, já que são plantas que apresentam propostas produtivas e qualitativas para os sistemas de produção a pasto, nesse sentido a redução de colmos apresenta-se como característica positiva. Dentro dessa perspectiva, Sbrissia e Silva (2001) observaram que o alongamento do colmo tem impacto no comprimento total da folha e, especialmente, na proporção folha/colmo da pastagem, sendo assim, é essencial estudar essa característica para compreender os processos de fluxos de tecidos em gramíneas tropicais, evitando colmos longos no momento pré-pastejo dos animais.

Nesse sentido, Rodrigues et al. (2008), ressaltaram que o incremento de doses de nitrogênio e potássio afetou a relação folha/colmo na cv. Xaraés, fato atribuído ao crescimento mais intenso das plantas e ao alongamento dos colmos. Contudo, a relação entre folhas e colmos é fortemente influenciada pelas práticas de manejo do pastejo

## Folha

Em relação à Taxa de Aparecimento foliar (TApf) foi observado que a associação entre doses de inoculante e nitrogênio proporcionou efeito significativo ( $P < 0,05$ ) apenas para cv. Cayana no ciclo 4 (Tabela 5).

**Tabela 5** Valores médios referente a taxa de aparecimento foliar (TApf) (folha/perfilho/dia) dos híbridos de gramíneas forrageiras Sabiá e Cayana em função do emprego de inoculantes comerciais a base de bactérias promotoras de crescimento vegetal. Anápolis, UEG, 2023

TRAT	Efeito ciclo							
	1		2		3		4	
	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana
T1	0,15 a	0,12 a	0,12 a	0,12 a	0,19 a	0,14 a	0,25 a	0,14 b
T2	0,12 a	0,14 a	0,12 a	0,14 a	0,19 a	0,19 a	0,30 a	0,19 ab
T3	0,15 a	0,18 a	0,15 a	0,18 a	0,20 a	0,23 a	0,31 a	0,24 ab
T4	0,11 a	0,13 a	0,17 a	0,15 a	0,18 a	0,18 a	0,23 a	0,24 ab
T5	0,12 a	0,14 a	0,13 a	0,14 a	0,21 a	0,14 a	0,27 a	0,25 ab
T6	0,12 a	0,14 a	0,12 a	0,14 a	0,26 a	0,20 a	0,33 a	0,30 a
T7	0,12 a	0,14 a	0,13 a	0,14 a	0,25 a	0,20 a	0,38 a	0,26 ab
p	0,1347	0,343	0,0519	0,2145	0,2254	0,2286	0,3581	0,0217

Médias seguidas de letras distintas diferem ( $P > 0,05$ ). TRAT- tratamento; T1 (Sem inoculante e sem nitrogênio); T2 (Sem inoculante e com nitrogênio); T3 (Com *Azospirillum* e sem nitrogênio); T4 (Com *Azospirillum* e com nitrogênio); T5 (Com *Pseudomonas* e sem nitrogênio); T6 (Com *Pseudomonas* e com nitrogênio); T7- Mix (*Pseudomonas* + *Azospirillum*) e nitrogênio). Foi realizado teste de tukey a 5% de significância, no entanto, os dados que apresentaram variâncias desiguais foram submetidos ao teste de Kruskal-walis a 5% de significância.

Um estudo realizado por Alexandrino, Vaz e Santos (2010), avaliando efeitos de doses de nitrogênio sobre as características agronômicas da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, observaram que não houve efeito significativo sobre a TApf, fato que foi relacionado com o aumento no comprimento do cartucho da bainha e com o estágio vegetativo que a planta se encontrava, corroborando com os dados encontrados no estudo, já que os efeitos começaram a surgir apenas no quarto ciclo.

No entanto, Andrade et al. (2019), observaram que a dose de 600 kg há<sup>-1</sup> de N, proporcionou aumentos respectivos de 66,51% e 74,22% em relação aos tratamentos que não receberam adubação nitrogenada.

Os dados de filocrono (FIL) apresentaram efeito significativo ( $P < 0,05$ ) apenas no ciclo 4 para cultivar Cayana, sendo possível visualizar que a inoculação e a

associação com adubação nitrogenada propiciaram menor índice de filocrono nos tratamentos 2,3 4,5 6 e 7 (Tabela 6).

**Tabela 6** Valores médios de filocrono (FIL) (dias) dos híbridos de gramíneas forrageiras Sabiá e Cayana em função do emprego de inoculantes comerciais a base de bactérias promotoras de crescimento vegetal. Anápolis, UEG, 2023

TRAT	Efeito ciclo							
	1		2		3		4	
	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana
T1	6,67 a	8,56 a	8,56 a	8,56 a	5,29 a	7,31 a	4,36 a	7,31 a
T2	8,33 a	7,31 a	8,56 a	7,31 a	5,53 a	5,53 a	3,43 a	5,53 ab
T3	6,53 a	5,60 a	6,53 a	5,60 a	4,98 a	4,53 a	3,26 a	4,22 b
T4	10,11 a	8,87 a	6,06 a	6,84 a	5,76 a	5,76 a	5,13 a	4,28 b
T5	8,56 a	7,00 a	7,78 a	7,00 a	5,06 a	7,00 a	4,30 a	4,06 b
T6	8,56 a	7,31 a	8,56 a	7,31 a	3,89 a	5,22 a	3,11 a	3,43 b
T7	8,56 a	7,00 a	7,67 a	7,00 a	4,06 a	5,22 a	2,67 a	3,93 b
p	0.2276	0.556	0.1048	0.3749	0.3189	0.21	0.3795	0.0078

Médias seguidas de letras distintas diferem ( $P > 0,05$ ). TRAT- tratamento; T1 (Sem inoculante e sem nitrogênio); T2 (Sem inoculante e com nitrogênio); T3 (Com *Azospirillum* e sem nitrogênio); T4 (Com *Azospirillum* e com nitrogênio); T5 (Com *Pseudomonas* e sem nitrogênio); T6 (Com *Pseudomonas* e nitrogênio); T7- Mix (*Pseudomonas* + *Azospirillum*) e nitrogênio). Foi realizado teste de tukey a 5% de significância, no entanto, os dados que apresentaram variâncias desiguais foram submetidos ao teste de Kruskal-walis a 5% de significância.

Sabe-se que a adubação nitrogenada pode aumentar a disponibilidade de nitrogênio para as plantas, o que geralmente resulta em um crescimento mais vigoroso e possivelmente em um filocrono reduzido, promovendo assim um desenvolvimento mais rápido e eficiente das folhas (Dellai et al., 2005).

Abreu et al., (2020), avaliando a influência de doses crescentes de nitrogênio sob as características morfogênicas e estruturais do capim Zuri, observaram que o filocrono foi significativamente ( $P < 0,01$ ) influenciado pelo suprimento de nitrogênio. Neste estudo, o efeito constatado para cv. Cayana comprova o efeito benéfico do uso de nitrogênio e biofertilizante para essa característica, corroborando com o encontrado na literatura.

Avaliando a taxa de alongamento foliar foi observado efeito significativo ( $P < 0,05$ ) principalmente no ciclo 3, para ambas cultivares, e ciclo 4 somente para a cv. Cayana (Tabela 7).

**Tabela 7** Valores médios da taxa de alongamento foliar (TALF) (cm/perfilho/dia) dos híbridos de gramíneas forrageiras Sabiá e Cayana em função do emprego de inoculantes comerciais a base de bactérias promotoras de crescimento vegetal. Anápolis, UEG, 2023

TRAT	Efeito ciclo							
	1		2		3		4	
	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana
T1	0,74 a	0,43 a	0,54 a	0,57 a	0,71 b	0,42 b	1,10 a	0,54 b
T2	0,37 a	0,45 a	0,31 a	0,48 a	0,76 b	0,41 a	1,08 a	0,51 b
T3	0,50 a	0,42 a	0,43 a	0,73 a	1,05 a	0,35 b	1,25 a	0,62 b
T4	0,61 a	0,50 a	0,38 a	0,77 a	1,04 a	0,52 ab	1,25 a	0,62 ab
T5	0,38 a	0,47 a	0,32 a	0,67 a	0,84 ab	0,58 a	1,30 a	0,77 a
T6	0,21 a	0,55 a	0,23 a	0,60 a	1,05 a	0,61 a	1,26 a	0,80 a
T7	0,33 a	0,75 a	0,37 a	0,84 a	1,05 a	0,64 a	1,27 a	0,77 a
p	0,6228	0,4636	0,6228	0,6795	0,0002	< 0,0001	0,0512	0,0088

Médias seguidas de letras distintas diferem ( $P > 0,05$ ). TRAT- tratamento; T1 (Sem inoculante e sem nitrogênio); T2 (Sem inoculante e com nitrogênio); T3 (Com *Azospirillum* e sem nitrogênio); T4 (Com *Azospirillum* e com nitrogênio); T5 (Com *Pseudomonas* e sem nitrogênio); T6 (Com *Pseudomonas* e nitrogênio); T7- Mix (*Pseudomonas* + *Azospirillum*) e nitrogênio). Foi realizado teste de tukey a 5% de significância, no entanto, os dados que apresentaram variâncias desiguais foram submetidos ao teste de Kruskal-walis a 5% de significância.

Alexandrino et al (2004), avaliando o efeito de doses de N em características morfológicas e estruturais da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, observaram que o aumento do suprimento de N provocou incremento linear positivo à taxa de alongamento foliar, observando incremento de 185,24 e 264,32% na taxa de alongamento respectivamente, para as plantas que receberam 20 e 40 mg dm<sup>-3</sup> semana<sup>-1</sup> de N, em relação às não-adubadas, fato que pode ser relacionado com o estudo pois as maiores taxas foram apresentadas nos tratamentos 6 e 7 que incrementam o uso de N com biofertilizantes.

O acréscimo da TALF ocorre devido à concentração mais elevada de nitrogênio na região de multiplicação celular, o que influencia diretamente a taxa de alongamento final, sendo que esse fato ocorre principalmente em função do aumento da produção de células (Skinner; Nelson, 1995).

Para a variável de Taxa de Senescência Foliar (TSF), ficou evidenciado que tanto a inoculação quanto a adubação, associadas ou não, demonstrou efeitos significativos ( $P < 0,05$ ) na senescência foliar em ambas as cultivares nos ciclos 2, 3 e 4 (Tabela 8).

**Tabela 8** Valores médios da taxa de senescência foliar (TSF) (cm/perfilho/dia) dos híbridos de gramíneas forrageiras Sabiá e Cayana em função do emprego de inoculantes comerciais a base de bactérias promotoras de crescimento vegetal. Anápolis, UEG, 2023

TRAT	Efeito ciclo							
	1		2		3		4	
	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana
T1	3,29 a	6,47 a	5,88 b	8,10 a	6,37 b	8,61 ab	4,86 c	8,43 b
T2	13,56 a	6,66 a	9,92 ab	9,66 a	6,61 b	9,15 ab	4,83 c	8,60 b
T3	12,48 a	8,52 a	10,94 ab	6,00 a	9,57 ab	11,19 a	8,08 bc	10,99 ab
T4	10,33 a	17,96 a	18,59 ab	5,27 a	14,29 ab	8,87 ab	13,43 bc	10,99 ab
T5	12,89 a	14,48 a	17,09 ab	4,35 a	22,34 ab	9,44 ab	15,05 b	8,79 b
T6	23,08 a	10,00 a	19,38 a	9,66 a	27,45 a	7,77 b	23,58 ab	10,93 ab
T7	11,36 a	3,21 a	18,74 a	4,71a	13,31 ab	10,93 ab	25,30 a	14,44 a
p	0.2381	0.4459	0.0139	0.606	0.017	0.0276	< 0.0001	0.0148

Médias seguidas de letras distintas diferem ( $P > 0,05$ ). TRAT- tratamento T1 (Sem inoculante e sem nitrogênio); T2 (Sem inoculante e com nitrogênio); T3 (Com *Azospirillum* e sem nitrogênio); T4 (Com *Azospirillum* e com nitrogênio); T5 (Com *Pseudomonas* e sem nitrogênio); T6 (Com *Pseudomonas* e nitrogênio); T7- Mix (*Pseudomonas* + *Azospirillum*) e nitrogênio). Foi realizado teste de tukey a 5% de significância, no entanto, os dados que apresentaram variâncias desiguais foram submetidos ao teste de Kruskal-walis a 5% de significância.

Resultados diferentes do apresentado por Alexandrino, Vaz e Santos (2010), que observaram que doses de N não apresentaram efeito significativo sobre a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Alguns estudos afirmam que a taxa de senescência foliar aumenta à medida que aumenta o estágio fisiológico da planta, podendo justificar os dados encontrados nesse estudo. Plantas que são pastoreadas possuem um comportamento diferente de plantas que sofrem cortes mecânicos, como foi nesse estudo, modificando a dinâmica de crescimento e senescência do vegetal.

A contagem de folhas totais é útil na agricultura e tem como funcionalidade estimar a produtividade, o tamanho da colheita ou monitorar o crescimento da planta. Em relação ao Número de Folhas Totais (NFT), foi observado um efeito significativo ( $P < 0,01$ ) dessa variável nos ciclos 1 e 4 (Tabela 9).

**Tabela 9** Valores médios do número de folhas totais (NFT) dos híbridos de gramíneas forrageiras Sabiá e Cayana em função do emprego de inoculantes comerciais a base de bactérias promotoras de crescimento vegetal. Anápolis, UEG, 2023

TRAT	Efeito ciclo							
	1		2		3		4	
	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana
T1	6,00 a	3,33 a	3,33 a	3,33 a	5,33 a	4,00 a	7,00 a	4,00 b

T2	3,33 b	4,00 a	3,33 a	4,00 a	5,33 a	5,33 a	8,33 a	5,33 a
T3	4,33 ab	5,00 a	4,33 a	5,00 a	5,67 a	6,33 a	8,67 a	6,67 a
T4	3,00 b	3,67 a	4,67 a	4,00 a	5,00 a	5,00 a	6,33 a	6,67 a
T5	3,33 b	4,00 a	3,67 a	4,00 a	6,00 a	4,00 a	7,67 a	7,00 a
T6	3,33 b	1,00 b	3,33 a	4,00 a	7,33 a	5,67 a	9,33 a	8,33 a
T7	0,67 c	1,00 b	3,67 a	4,00 a	7,00 a	5,67 a	10,67 a	7,33 a
p	< 0.0001	0.0001	0.0685	0.2563	0.2154	0.2308	0.3585	0.0164

Médias seguidas de letras distintas diferem ( $P>0,05$ ). TRAT- tratamento T1 (Sem inoculante e sem nitrogênio); T2 (Sem inoculante e com nitrogênio); T3 (Com *Azospirillum* e sem nitrogênio); T4 (Com *Azospirillum* e com nitrogênio); T5 (Com *Pseudomonas* e sem nitrogênio); T6 (Com *Pseudomonas* e nitrogênio); T7- Mix (*Pseudomonas* + *Azospirillum*) e nitrogênio). Foi realizado teste de tukey a 5% de significância, no entanto, os dados que apresentaram variâncias desiguais foram submetidos ao teste de Kruskal-walis a 5% de significância.

Em um estudo realizado por Abreu et al (2020), foi observado que o NTF foi influenciado ( $P<0,01$ ) pelo nível de nitrogênio aplicado. No entanto, em relação à inoculação, Brenneck et al (2016) observaram um aumento número de folhas por perfilho nos tratamentos com inoculação de *Pseudomonas fluorescens* diferindo do encontrado por Zucarelli et al. (2011) que observaram que rizobactérias em gramíneas não promovem crescimento vegetal. Neste estudo, o aumento do número de folhas foi superior no tratamento testemunha do ciclo 1 e nos tratamentos contendo inoculante e nitrogênio no ciclo 4, desse modo a relação do número de folhas totais não pode ser relacionada com o uso de inoculantes e adubação nitrogenada. Essa é uma característica inerente do vegetal e está ligado à genética da planta, sendo um parâmetro de predição de produtividade de folhas no dossel.

Em relação ao Número de Folhas Vivas (NFV), o efeito positivo no ciclo 4 fica evidente nos benefícios da inoculação juntamente com a adição de N (Tabela 10).

**Tabela 10** Valores médios do número de folhas vivas (NFV) dos híbridos de gramíneas forrageiras Sabiá e Cayana em função do emprego de inoculantes comerciais a base de bactérias promotoras de crescimento vegetal. Anápolis, UEG, 2023

TRAT	Efeito ciclo							
	1		2		3		4	
	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana
T1	4,33 a	3,33 a	2,00 a	3,33 a	4,00 a	3,67 a	6,33 a	3,67 b
T2	3,33 a	4,00 a	2,67 a	4,00 a	4,67 a	4,33 a	7,67 a	4,33 ab
T3	4,33 a	5,00 a	4,33 a	5,00 a	4,00 a	6,00 a	7,67 a	6,00 ab
T4	3,00 a	3,67 a	4,67 a	3,67 a	4,67 a	4,67 a	5,00 a	6,00 ab
T5	3,33 a	4,00 a	3,33 a	4,00 a	5,00 a	4,00 a	6,33 a	6,67 ab
T6	3,33 a	4,00 a	3,33 a	3,33 a	6,67 a	5,33 a	8,00 a	7,00 a

T7	3,33 a	4,00 a	2,33 a	4,00 a	5,67 a	5,33 a	11,16 a	6,67 ab
p	0.1337	0.3772	0.1227	0.7158	0.3089	0.2941	0.8759	0.0142

Médias seguidas de letras distintas diferem ( $P > 0,05$ ). TRAT- tratamento; T1 (Sem inoculante e sem nitrogênio); T2 (Sem inoculante e com nitrogênio); T3 (Com *Azospirillum* e sem nitrogênio); T4 (Com *Azospirillum* e com nitrogênio); T5 (Com *Pseudomonas* e sem nitrogênio); T6 (Com *Pseudomonas* e com nitrogênio); T7- Mix (*Pseudomonas* + *Azospirillum*) e com nitrogênio). Foi realizado teste de Tukey a 5% de significância, no entanto, os dados que apresentaram variâncias desiguais foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis a 5% de significância.

Abreu et al., (2020), observou que doses de nitrogênio ocasionaram efeitos positivos no NFV variando de 4,4 a 5,44 folhas/ perfilho para as doses de 0 e 800 kg de N/ha<sup>-1</sup>, corroborando com os dados encontrados. O uso de adubação a dose de 50 kg/ha<sup>-1</sup> teve um efeito positivo associado ao uso de biofertilizante,

E por fim, em relação ao Número de Folhas Mortas (NFM), observou-se que não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos e as cultivares analisadas (Tabela 11). A senescência é um evento no vegetal que pode iniciar ou ser estimulado por fatores como: auto sombreamento, manejo de cortes, ausência de água e nutrientes, excesso de água para algumas gramíneas tropicais entre outros.

Nesse estudo as condições de manejo estabelecidas favoreceram o maior tempo de vida dos tecidos vegetais gerando menor *turnover*. Pode-se inferir que os tratamentos foram satisfatórios em termos morfológicos para as gramíneas em estudo para essa importante variável que auxilia nos aspectos qualitativos da forragem produzida.

**Tabela 11** Valores médios do número de folhas mortas (NFM) dos híbridos de gramíneas forrageiras Sabiá e Cayana em função do emprego de inoculantes comerciais a base de bactérias promotoras de crescimento vegetal. Anápolis, UEG, 2023

TRAT	Efeito ciclo							
	1		2		3		4	
	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana
T1	0,00	0,00	1,33	0,00	1,33	0,33	0,67	0,33
T2	0,00	0,67	0,67	0,67	0,67	1,00	0,67	1,00
T3	0,00	0,00	0,00	0,00	1,67	0,33	1,00	0,67
T4	0,00	0,33	0,00	0,33	0,33	0,33	1,33	0,67
T5	0,00	0,00	0,33	0,00	1,00	0,00	1,33	0,33
T6	0,00	0,67	0,00	0,67	0,67	0,33	1,33	1,33
T7	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33	0,33	2,00	0,67

p	0.6228	0.6532	0.0573	0.6532	0.7395	0.6499	0.5229	0.6795
---	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Médias seguidas de letras distintas diferem ( $P>0,05$ ). TRAT- tratamento; T1 (Sem inoculante e sem nitrogênio); T2 (Sem inoculante e com nitrogênio); T3 (Com *Azospirillum* e sem nitrogênio); T4 (Com *Azospirillum* e com nitrogênio); T5 (Com *Pseudomonas* e sem nitrogênio); T6 (Com *Pseudomonas* e com nitrogênio); T7- Mix (*Pseudomonas* + *Azospirillum*) e nitrogênio). Foi realizado teste de tukey a 5% de significância, no entanto, os dados que apresentaram variâncias desiguais foram submetidos ao teste de Kruskal-walis a 5% de significância.

Reis e Vilela (2021), avaliando desenvolvimento inicial da *Brachiaria brizantha* cv. Piatã inoculadas com *Azospirillum*, observaram que as doses utilizadas não influenciaram o número de folhas mortas, semelhante aos encontrados neste estudo.

## CONCLUSÃO

A inoculação de *Azospirillum* e *Pseudomonas* aliado à adubação nitrogenada promove acréscimo das características produtivas das U. híbridas cvs. Sabiá e Cayana, tendo resposta positiva principalmente para a características de produção de MV, colmo, TALC, FIL, TApf, NFT, NFV, TALF e TSF. O crescimento das cultivares de gramíneas forrageiras estudadas é estimulado significativamente nos tratamentos em que houve associação da inoculação e adubação nitrogenada enquanto, características de MS e NFM não são influenciadas pelos tratamentos.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, M. J. I.; PAULA, P. R. P.; TAVARES, V. B.; CIDRINI, I. A.; NUNES, H. O.; EMILIANO, W. J. C.; SOUZA, W. L.; COELHO, R. M.; NEIVA JÚNIOR, A. P.; TOMAZ, C. E. P. Morfogênese, características estruturais e acúmulo de forragem do *Megathyrus maximus* brs zuri submetido a adubação nitrogenada. **Boletim de Indústria Animal**, [S.L.], v. 77, n. 1, p. 1-17, 29 dez. 2020. Instituto do Zootecnia. <http://dx.doi.org/10.17523/bia.2020.v77.e1486>.
- AGUIRRE, P.F.; GIACOMINI, S.J.; OLIVO, C.J.; BRATZ, V.F.; QUATRIN, M.P.; 419 SCHAEFER, G.L. Biological nitrogen fixation and urea-N recovery in 420 'Coastcross-1' pasture treated with *Azospirillum brasilense*. **Pesquisa 421 Agropecuária Brasileira**, v.55, e01242, 2020. DOI: 422 <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2020.v55.01242>.
- ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; MOSQUIM, P.R.; REGAZZI, A.J.; ROCHA, F.C. Características morfogênicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. marandu submetida a três doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.L.], v. 33, n. 6, p. 1372-1379, dez. 2004. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35982004000600003>.

ALEXANDRINO, E.; VAZ, R.G.M.V; SANTOS, A.C. Características da brachiaria brizantha cv. marandu durante o seu estabelecimento submetida a diferentes doses de nitrogênio. **Bioscience Journal**, [s. l.], v. 26, n. 6, p. 886-893, 2010.

ANDRADE, R.A; PORTO, M.O; CAVALI, J.; FERREIRA, E. BERGAMIN, A.C.; SOUZA, F.R.; AGUIAR, I.S. Azospirillum brasilense e fosfato natural reativo no estabelecimento de forrageira tropical. **Revista de Ciências Agrárias**, [S.L.], v. 1, n. 42, p. 146-154, 4 fev. 2019. Revista de Ciências Agrárias. <http://dx.doi.org/10.19084/RCA18282>.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF:432 MAPA/ACS, 2009. 395 p

BRENNECKE, Käthery; BERTIPAGLIA, Liandra Maria Abaker; ANTONIAZZI, Alexandre; SOUZA, Edson Ferreira. Inoculação da bactéria *Pseudomonas fluorescens* no índice de crescimento da *Brachiaria decumbens* spp. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, [S.L.], v. 14, p. 217-224, 15 fev. 2016. Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUCPR. <http://dx.doi.org/10.7213/academica.14.2016.24>.

COSTA, N. L.; GIANLUPPI, V.; MORAES, A. Forage productivity and morphogenesis of *Axonopus aureus* under different nitrogen fertilization rates. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, n. 8, p. 541-548, 2013.

CLIMA Anápolis (Brasil). Climate-Data, 2022. Disponível em: < <https://pt.climate-435data.org/america-do-sul/brasil/goias/anapolis-3192/> >. Acesso em 01 set. 2022.

DELLAI, J.; TRENTIN, G.; BISOGNIN, D.A.; STRECK, N.A. Filocrono em diferentes densidades de plantas de batata. **Ciência Rural**, [S.L.], v. 35, n. 6, p. 1269-1274, dez. 2005. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-84782005000600007>.

GIATTI, A.B.P.; PIZA, M.L.S.T. Avaliação do uso de *Azospirillum brasilense* na produtividade do Capim Mavuno (*Urochloa brizantha* cv. Marandu x *Urochloa ruziziensis*). **Revista Agrofib**, [S.L.], v. 2, p. 1-12, 28 dez. 2022. Faculdades Integradas de Bauru (FIB). <http://dx.doi.org/10.59237/agrofib.v2i.576>.

MANCIN, W.R, PEREIRA, L.E.T.; CARVALHO, R.S.B, SHI, Y., SILUPU, 454 W.M.C.; TECH, A.R.B. O uso da visão computacional para classificação do 455 capim Xaraés segundo o estado nutricional em nitrogênio. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 53, e20207797,2021.

MORAIS NETO, L.B.; CARNEIRO, M.S.S.; LOPES, M.N; CÂNDIDO, M.J.D; 461 PEREIRA, E.S. Morphogenesis of *Cynodon* cultivars fertilized with 462 nitrogen. **Bioscience Journal**, [S.L.], v. 36, n. 2, p. 401-408, 11 fev. 2020. 463 EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia. 464 <http://dx.doi.org/10.14393/bj-v36n2a2020-42469>.

PORTO, D.W.B; FRANÇA, A.C; FRANCO, M.H.R; NEIVA JÚNIOR, E.; OLIVEIRA, L.L. Crescimento de *Urochloa brizantha* (syn. *Brachiaria*), sob diferentes fontes de adubações fosfatadas e graus de compactação do solo. **Journal Of Environmental Analysis and Progress**, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 038-049, 13 mar. 2024. Journal of Environmental Analysis and Progress - JEAP. <http://dx.doi.org/10.24221/jeap.9.1.2024.5249.038-049>.

REIS, R.A; VILELA, H.H. Uso de *Azospirillum brasilense* no estabelecimento da *Brachiaria brizantha*. **Revista Perquirere**, Patos de Minas, v. 2, n. 18, p. 264-277, 2021.

ROCHA, A.F.S; COSTA, R.R.G.F. Desempenho de *Urochloa brizantha* cv 473 Paiguás inoculada com *Azospirillum brasilense* e diferentes doses de 474 nitrogênio. **Global Science & Technology**, v. 11, n. 3, 2018.

RODRIGUES, R.C.; MOURÃO, G.B.; BRENNECKE, K.; LUZ, P.H.C.; 484 HERLING, V.R. Produção de massa seca, relação folha/colmo e alguns índices 485 de crescimento do *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés cultivado com a combinação 486 de doses de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.L.], v. 487, n. 3, p. 394-400, mar. 2008. FapUNIFESP (SciELO). 488 <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35982008000300003>.

SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; GOMES, V.M. et al. Correlações entre características morfológicas e estruturais em pastos de capim-braquiária. *Ciênc. Anim. Bras.*, v.13, p.49-56, 2012. <https://doi.org/10.5216/cab.v13i1.13041>

SBRISSIA, A.F.; SILVA, SC; SC, O. O ecossistema de pastagens e a produção animal. **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 731-754, 2001.

SILVA-OLAYA, A. M; CERRI, C. E. P; CERRI, C. C. Comparação de métodos 491 de amostragem para avaliação do sistema radicular da cana-de-açúcar. 492 **Revista de Ciências Agrícolas**, v. 34, n. 1, p. 7-16, 2017.

SIMÃO NETO, M.; GONÇALVE, C.A.; PIMENTEL, D.M. Adubação de Estabelecimento de Capim Elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) na Região Bragantina. 62. ed. [S.L.]: Embrapa, 1974. 15 p. BOLETIM TÉCNICO. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/375918>. Acesso em: 15 jun. 2024

SKINNER, R. H.; NELSON, C. J. Elongation of the Grass Leaf and its Relationship to the Phyllochron. **Crop Science**, [S.L.], v. 35, n. 1, p. 4-10, jan. 1995. Wiley. <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1995.0011183x003500010002x>.

TOLEDO, C.E; MOURA, G.V.A.; NOGUEIRA, J.C.M. Influência da adubação nitrogenada na produção de capim tifton 85 no centro-oeste brasileiro. **Revista Mirante (Issn 1981-4089)**, [S.L.], v. 16, n. 1, p. 345-354, 27 jun. 2023. Universidade Estadual De Goiás. <http://dx.doi.org/10.31668/mirante.v16i1.14156>.

ZUCARELI, C.; CIL, I. R.; PRETE, C. E. C.; PRANDO, A. M. Eficiência agronômica da inoculação à base de *Pseudomonas fluorescens* na cultura do milho. **Agrarian**, [S. l.], v. 4, n. 13, p. 152–157, 2011. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/569>. Acesso em: 3 jul. 2024

**CAPÍTULO 3: ASPECTOS FISIOLÓGICOS DE *UROCHLOA BRIZANTHA* CVS.  
SABIÁ E CAYANA INOCULADAS COM BACTÉRIAS PROMOTORAS DE  
CRESCIMENTO VEGETAL**

## Revista Ciência Agronômica

### Avaliação dos aspectos fisiológicos de *Urochloa Brizantha* cvs. Sabiá e Cayana inoculadas com bactérias Fixadoras de Nitrogênio

Evaluation of the physiological aspects of *Urochloa Brizantha* cvs. Sabiá and Cayana inoculated with nitrogen-fixing bacteria

#### RESUMO

Objetivou-se avaliar os aspectos fisiológicos das espécies do gênero *Urochloa* híbridas cvs. Sabiá e Cayana utilizando bioinsumos comerciais compostos da bactéria *Azospirillum brasilense* com as estirpes Ab-V5 e Ab-V6 e *Pseudomonas fluorescens* estirpe CNPSo 2719, com e sem adubação, utilizando três doses distintas de ureia como fonte de N (0,25 e 50 gramas /dm<sup>3</sup>) correspondentes a (0, 50, 100 kg/ha<sup>-1</sup>). O experimento foi conduzido em uma casa de vegetação no período de agosto de 2022 a janeiro de 2023, divididos em quatro ciclos de produção, realizando o levantamento a cada 28 dias. Os parâmetros avaliados foram: relação fotossintética, condutância estomática, concentração interna de CO<sub>2</sub>, transpiração celular, temperatura foliar, teor de clorofila total, teor de clorofila A e teor de clorofila B. Essas variáveis foram realizadas por meio de um aparelho IRGA®. Houve diferença estatística para condutância estomática, temperatura foliar e teor de clorofila A, no ciclo 3. Já para taxa de transpiração foliar, houve diferença em todos os ciclos e não houve diferença significativa estatística para a relação fotossintética, concentração interna de CO<sub>2</sub>, e teor de clorofila B. Concluiu-se que a inoculação de *Azospirillum* e *Pseudomonas* aliado a adubação nitrogenada se mostrou eficiente na melhora das características fisiológicas das U. híbridas cv. Sabiá e Cayana.

**Palavras-chave:** Adubação. Crescimento. Fisiologia. Produção de Forragem.

#### ABSTRACT

The objective was to evaluate the physiological aspects of species of the genus *Urochloa* hybridas cvs. Sabiá and Cayana using commercial bioinputs composed of the bacteria *Azospirillum brasilense* with strains Ab-V5 and Ab-V6 and *Pseudomonas fluorescens* strain CNPSo 2719, with and without fertilization, using three different doses of urea as a source of N (0.25 and 50 grams /dm<sup>3</sup>) corresponding to (0, 50, 100 kg/ha). The experiment was conducted in a greenhouse from August 2022 to January 2023, divided into four production cycles, carrying out the survey every 28 days. The parameters evaluated were: photosynthetic ratio, stomatal conductance, internal CO<sub>2</sub> concentration, cellular transpiration, leaf temperature, total chlorophyll content, chlorophyll A content and chlorophyll B content. These variables were measured using an IRGA® device. There was a statistical difference for stomatal conductance, leaf temperature and chlorophyll A content, in cycle 3. As for leaf transpiration rate, there was a difference in all cycles and there was no statistically significant difference for the

photosynthetic ratio, internal CO<sub>2</sub> concentration, and content. of chlorophyll B. It was concluded that the inoculation of *Azospirillum* and *Pseudomonas* combined with nitrogen fertilization proved to be efficient in improving the physiological characteristics of *U. hybridas* cv. Sabiá and Cayana.

**Keywords:** Fertilizing. Forage Production. Growth. Physiology.

## INTRODUÇÃO

O Brasil, apresenta uma vasta extensão territorial e condições climáticas favoráveis, fato que faz o setor pecuário se destacar e ser amplamente explorado, principalmente com criações a pasto. Desse modo, é fundamental investir em pastagem de boa qualidade para atender as demandas do mercado (Rodrigues *et al.*,2008).

A pecuária de corte no Brasil é marcada pela utilização extensiva das pastagens. Apesar disso, o Brasil abriga o maior rebanho comercial de bovinos do planeta, somando cerca de 160 milhões de indivíduos, dos quais 88% da carne bovina produzida tem origem em rebanhos mantidos apenas em pastagens. Diante disso, sabe-se que as pastagens representam a alternativa mais econômica e viável para a alimentação do gado (Mancin *et al.*,2021). Nesse sentido, é essencial aumentar o uso de forragens, otimizando tanto o consumo quanto a disponibilidade de nutrientes. Na análise da produção animal em sistemas de pastejo, diversos fatores se destacam, entre os quais estão: o desempenho dos animais, a capacidade de suporte das pastagens, a produção por hectare, a composição botânica das áreas pastejadas e a estabilidade da cobertura vegetal (Ferreira; Zanine 2007).

Para que uma forrageira seja considerada promissora na formação de pastagens, é fundamental que suas plantas possuam mecanismos adaptativos às condições edafoclimáticas e ao pastoreio, que atua como um fator transformador do ambiente pastoral. Além disso, é essencial que apresentem a capacidade de interação com bactérias fixadoras de nitrogênio (BFN), o que potencializa a produtividade da forrageira (Costa; Gianluppi e Moraes, 2013).

Dentro do ecossistema das pastagens, as bactérias que promovem o crescimento vegetal têm um papel relevante no suprimento de nitrogênio (N) para as plantas, favorecendo o seu desenvolvimento e nutrição. Isso torna a inoculação uma

alternativa viável, podendo essa técnica ser utilizada de forma parcial ou integral no momento da semeadura e fertilização das pastagens (Rocha e Costa, 2018).

Assim, a investigação dos aspectos fisiológicos é essencial para a seleção de plantas forrageiras, uma vez que a eficiência dos sistemas vegetais é maximizada com a utilização de bactérias fixadoras de nitrogênio, oferecendo informações precisas sobre o crescimento das plantas. A interpretação correta desses dados é crucial para desenvolver estratégias de manejo que visem aumentar a produtividade. Isso não apenas otimiza a produção de forragem, mas também busca alinhar essa produção às necessidades dos animais em pastejo, considerando tanto o valor nutricional quanto a composição estrutural e/ou a estrutura da biomassa forrageira (Silva–Olaya; Cerri; Cerri, 2017).

As cultivares híbridas de *Urochloa*, como as cvs. Cayana e Sabiá, apresentam características morfogênicas que se destacam nas avaliações médias realizadas oficialmente no Brasil, tanto para corte quanto para pastejo. Atualmente, essas cultivares têm sido bastante aproveitadas. Um estudo aprofundado que correlacione a oferta de forragem com as condições estruturais e morfogênicas do pasto, incluindo a qualidade da forragem consumida, pode contribuir significativamente para otimizar o desempenho dos animais durante o pastejo (Morais Neto et al., 2020).

Diante desse contexto e mediante os crescentes estudos sobre novos híbridos do gênero *Urochloa*, o objetivo deste estudo foi avaliar os aspectos fisiológicos das cvs híbrida Sabiá e Cayana inoculadas com bioinsumos.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido em uma casa de vegetação com as dimensões de 22 x 44m, coberta por sombrite e tela de monofilamento na cor preta de 50% de sombreamento, localizada no Câmpus Central da Universidade Estadual de Goiás (UEG), no município de Anápolis-GO, com as seguintes coordenadas geográficas: latitude 16°17'41'S e longitude 48°53'13'W, com altitude 1.040 m. O clima da região é caracterizado como Aw tropical úmido, com estação seca no período outono-inverno (maio-outubro) e chuvas no período primavera verão (novembro-abril), com temperatura média anual de 22°C e precipitação anual média de 1200 mm (Climate-data, 2022).

O estudo foi realizado no período de agosto de 2022 a janeiro de 2023. O período de coleta de dados foi entre agosto de 2022 a janeiro de 2023, divididos em quatro ciclos de produção coletadas a cada 28 dias. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizados (DIC), com quatro repetições. Os tratamentos foram realizados em sete combinações descritas no Quadro 3.

**Quadro 3** Caracterização dos tratamentos utilizados no experimento de acordo com cada cultivar

TRATAMENTOS	DESCRIÇÃO	
	Sabiá	Cayana
T1	Sabiá, sem inoculante e sem nitrogênio; 0 Kg/ha <sup>-1</sup>	Cayana, sem inoculante e sem nitrogênio; 0 Kg/ha <sup>-1</sup>
T2	Sabiá, sem inoculante e nitrogênio; 100 Kg/ha <sup>-1</sup>	Cayana, sem inoculante e nitrogênio; 100 Kg/ha <sup>-1</sup>
T3	Sabiá, com <i>Azospirillum</i> e sem nitrogênio; 0 Kg/ha <sup>-1</sup>	Cayana, com <i>Azospirillum</i> e sem nitrogênio; 0 Kg/ha <sup>-1</sup>
T4	Sabiá, com <i>Azospirillum</i> e nitrogênio; 50 Kg/ha <sup>-1</sup>	Cayana, com <i>Azospirillum</i> e nitrogênio; 50 Kg/ha <sup>-1</sup>
T5	Sabiá, com <i>Pseudomonas</i> e sem nitrogênio; 0 Kg/ha <sup>-1</sup>	Cayana, com <i>Pseudomonas</i> e sem nitrogênio; 0 Kg/ha <sup>-1</sup>
T6	Sabiá, com <i>Pseudomonas</i> e nitrogênio; 50 Kg/ha <sup>-1</sup>	Cayana, com <i>Pseudomonas</i> e nitrogênio; 50 Kg/ha <sup>-1</sup>
T7	Sabiá, com mix ( <i>Pseudomonas</i> + <i>Azospirillum</i> ) e nitrogênio; 50 Kg/ha <sup>-1</sup>	Cayana, com mix ( <i>Pseudomonas</i> + <i>Azospirillum</i> ) e nitrogênio; 50 Kg/ha <sup>-1</sup>

## ANÁLISE E PREPARAÇÃO DO SOLO

O solo utilizado para o experimento, foi retirado de barranco e uma alíquota foi separada para aferir as características químicas e físicas. As amostras foram retiradas de uma camada de 0- 20 cm e os resultados são apresentados no Quadro 4.

**Quadro 4** Características químicas e físicas do solo de barranco, coletado na camada 0-20 cm, na área da Agência Goiana de Assistência Técnica, Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária (EMATER), Anápolis/GO, no ano de 2022<sup>1</sup>

Características químicas		
Variáveis	Unidades	Resultados
Cálcio (Ca)	cmol/dm	1,4
Magnésio (Mg)	cmol/dm	0,55
Alumínio (Al)	cmol/dm	0,15

Acidez Potencial (H+Al)	cmol/dm <sup>3</sup>	2,35
Potássio (K)	mg/dm <sup>3</sup>	82,55
P (Melich)	mg/dm <sup>3</sup>	4,15
Enxofre (S)	mg/dm <sup>3</sup>	1,6
Sódio (Na)	mg/dm <sup>3</sup>	2,00
Zinco (Zn)	mg/dm <sup>3</sup>	6,25
Boro (B)	mg/dm <sup>3</sup>	0,21
Cobre (Cu)	mg/dm <sup>3</sup>	2,8
Ferro (Fe)	mg/dm <sup>3</sup>	29,6
Manganês (Mn)	mg/dm <sup>3</sup>	13,0
CTC pH 7,0	-	4,52
Saturação em Bases	%	47,71
Saturação por Alumínio	%	6,94
Matéria Orgânica	g/dm <sup>3</sup>	20,5
Carbono	g/dm <sup>3</sup>	11,89
pH (CaCl <sub>2</sub> )	-	4,8
<b>Características físicas</b>		
<b>Variáveis</b>	<b>Unidades</b>	<b>Resultados</b>
Areia	g/kg	415
Silte	g/kg	105
Argila	g/kg	480

Análise realizada no Solocria Laboratório Agropecuário Ltda, Goiânia – GO.

De acordo com resultados da análise de solo expressos na tabela acima, não houve necessidade de correção do solo. O solo utilizado no experimento foi coletado na unidade Emater no município de Anápolis - GO, a uma profundidade de 0-20 cm, transportado e depois seco, homogeneizado, peneirado com auxílio de peneira malha de 8mm/espessura, pesado e armazenado em vasos de polietileno com capacidade de 15 kg/unidade. Distribuídos em 42 unidades experimentais.

Foi realizado o turno de rega onde a cada dois dias era realizado irrigação, de forma manual com auxílio de regador a cada unidade experimental de acordo com a quantidade de água calculada para manutenção de 35,33% da capacidade de campo, através de pesagem com auxílio de balança digital, para reposição da quantidade de água perdida do sistema (vaso solo planta) por evapotranspiração (Brasil,2009).

Antes do plantio foi realizado teste de germinação das sementes das cvs, Sabiá e Cayana em estufa, foi utilizado 5 placas de petri para cada cultivar com 50 sementes por placa, acondicionadas em papel germitest e embebidas em água destilada, levadas para câmara de germinação com temperatura de 30°C e fotoperíodo de 24

horas sendo 12 h de luz e 12h de escuro, obtendo assim uma taxa de 45% de germinação para a cv, Sabiá e 50% para cv. Cayana. As taxas de germinação são consideradas baixas devido a viabilidade das sementes e armazenamento segundo Brasil (2009).

## **PREPARO DAS SEMENTES E INOCULAÇÃO**

As sementes de ambas cultivares analisadas foram separadas e armazenadas em sacos plástico na quantidade de 10 sementes por vaso, realizado plantio a três cm de profundidade em cada unidade experimental, para aplicação de N em forma de ureia foram utilizados a quantia de 0 mg/dm<sup>3</sup>; 25 mg/dm<sup>3</sup>; 50 mg/dm<sup>3</sup>. Quantidades de acordo com cada unidade experimental citada acima na tabela 2. Dez dias após emergência das plântulas foi realizado o desbaste restando cinco plantas por vaso para realizar as análises. Em seguida, uma alíquota de um mL de cultura bacteriana contendo 10<sup>8</sup> células mL<sup>-1</sup> foi aplicada na área radicular de cada planta.

Foram utilizados bioinsumos comerciais, sendo um composto por *A. brasilense* Ab-V5 e Ab-V6, e o outro *Pseudomonas fluorescens* estirpe CNPSo 2719.

Posteriormente, as plantas permaneceram em crescimento livre, onde as análises iniciaram após 30 dias após o plantio.

## **ANÁLISE FISIOLÓGICA**

A análise fisiológica foi realizada em quatro ciclos de avaliação ao longo do período de diferimento, cada um com duração de 28 dias. No 1º primeiro ciclo (início do período de diferimento) foram marcados 5 perfilhos basais por parcela com avaliações fisiológicas realizadas semanalmente no período das 8 às 11 horas.

Os parâmetros fisiológicos avaliados foram: relação fotossintética, condutância estomática, concentração interna de CO<sub>2</sub>, taxa de transpiração foliar, temperatura foliar, teor de clorofila total e teor de clorofila A e B, realizadas por meio de um analisador IRGA® a cada semana durante todo o ciclo de avaliação.

A avaliação de tamanho, altura da planta e parte aérea foram quantificadas a cada semana com auxílio de régua milimetrada. Após o último corte as raízes foram lavadas, peneiradas, secas e pesadas para determinação da massa (g vaso<sup>-1</sup>). Para determinação de massa seca dos cultivares foi utilizada estufa de ventilação forçada para análise.

Posteriormente, foram separados manualmente, agrupados de acordo com a parcela de origem e levados à estufa a 65°C por 72 horas. Após a secagem, os componentes morfológicos foram pesados e suas massas, divididas pelos seus respectivos comprimentos totais.

## ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram analisados quanto aos pressupostos da ANOVA. As variáveis foram submetidas a teste de Tukey a 5% de significância, no entanto as que apresentaram variâncias desiguais foram submetidas ao teste de Kruskal-walis a 5% de significância. Foi utilizado programa BioEstat 5.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A inoculação utilizando bactérias comerciais associadas à adubação nitrogenada não promoveu diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos nos diferentes ciclos em relação às trocas gasosas para as variáveis de relação fotossintética e concentração interna de  $\text{CO}_2$  (Tabelas 12 e 13).

**Tabela 12** Valores médios da relação fotossintética ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) das cvs. Sabiá e Cayana nos quatros ciclos em função da inoculação com inoculante comercial a base de bactérias promotoras de crescimento vegetal. Anápolis, UEG, 2023.

TRAT	Efeito ciclo							
	1		2		3		4	
	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana
T1	278.50	181.24	342,00	294.17	383.67	235,00	335,00	246.95
T2	287.46	455.33	436.67	269.93	223.23	259.50	194.77	455.33
T3	222.63	397.93	468,00	408.23	295.13	329.67	248.73	397.93
T4	354.71	519.73	356.50	282.90	299.67	336.33	251.97	519.73
T5	417.00	412.55	595,00	315.90	393.60	324.20	300.33	412.55
T6	204.07	404,00	512,00	386.30	355.40	409.50	325,00	404,00
T7	340.32	447.50	640,00	381.05	318.92	268,00	298.23	447.50
p	0.3501	0.4137	0.6871	0.053	0.3859	0.6362	0.518	0.615

Médias seguidas de letras distintas diferem ( $P > 0,05$ ). TRAT- tratamento; T1 (Sem inoculante e sem nitrogênio); T2 (Sem inoculante e com nitrogênio); T3 (Com *Azospirillum* e sem nitrogênio); T4 (Com *Azospirillum* e com nitrogênio); T5 (Com *Pseudomonas* e sem nitrogênio); T6 (Com *Pseudomonas* e nitrogênio); T7- Mix (*Pseudomonas* + *Azospirillum*) e nitrogênio). Foi realizado teste de tukey a 5% de significância, no entanto, os dados que apresentaram variâncias desiguais foram submetidos ao teste de Kruskal-walis a 5% de significância.

**Tabela 13** Valores médios da concentração interna de CO<sub>2</sub> (ppm) das cvs. Sabiá e Cayana em função da inoculação com inoculante comercial a base de bactérias promotoras de crescimento vegetal. Anápolis, UEG, 2023

TRAT	Efeito ciclo							
	1		2		3		4	
	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana
T1	108.33	213.33	156.67	146,00	118,00	101.33	109.33	213.33
T2	108,00	111,00	119.33	135,00	238.33	219.77	173,00	136.33
T3	160.33	127.67	111.67	141.33	224.67	226.33	181.67	131.67
T4	135.67	134.33	118.33	228,00	169.67	160.47	128.33	136.67
T5	104.33	174.33	118.67	216.67	176.87	199.57	155.33	147,00
T6	142.67	130.33	184.67	136.67	215.67	133.60	190.33	149,00
T7	143,00	112.67	128.33	141.67	177,00	166.60	190.33	119.33
p	0.56	0.1858	0.95	0.5571	0.2801	0.1135	0.1262	0.325

Médias seguidas de letras distintas diferem ( $P > 0,05$ ). TRAT- tratamento; T1 (Sem inoculante e sem nitrogênio); T2 (Sem inoculante e com nitrogênio); T3 (Com *Azospirillum* e sem nitrogênio); T4 (Com *Azospirillum* e com nitrogênio); T5 (Com *Pseudomonas* e sem nitrogênio); T6 (Com *Pseudomonas* e nitrogênio); T7- Mix (*Pseudomonas* + *Azospirillum*) e nitrogênio). Foi realizado teste de Tukey a 5% de significância, no entanto, os dados que apresentaram variâncias desiguais foram submetidos ao teste de Kruskal-walis a 5% de significância.

Marcos *et al.* (2015) observaram aumentos na taxa de fotossíntese da cana-de-açúcar inoculada com *Herbaspirillum* sp. e submetida ao déficit hídrico, diferindo dos nossos resultados (Tabela 12). Já Santos *et al.* (2014), verificaram diminuição da concentração de CO<sub>2</sub> em plantas de milho inoculadas e submetidas ao estresse hídrico, sendo evidenciado a relação da concentração de CO<sub>2</sub> mais com o estresse hídrico do que com a inoculação das bactérias.

Estudos realizados por Fernandes *et al.* (2015), observaram que a atividade fotossintética está relacionada com a redução da concentração de CO<sub>2</sub>, corroborando os nossos dados (Tabelas 12 e 13), já que ambas variáveis não apresentaram efeitos significativos.

Para variável de condutância estomática, foi observado efeito significativo ( $P < 0,05$ ) apenas para cultivar Cayana no ciclo 3 (Tabela 14), para os tratamentos T5 e T7 com os melhores resultados de condutância estomática.

**Tabela 14** Dados de condutância estomática (CE) ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) das cvs. Sabiá e Cayana em função da inoculação com inoculante comercial a base de bactérias promotoras de crescimento vegetal, Anápolis, UEG, 2023.

TRAT	Efeito ciclo							
	1		2		3		4	
	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana
T1	6.15 a	7.37 a	4,20 a	10.67 a	12.73 a	8.07 b	11.37 a	7.67 a
T2	7.28 a	8.05 a	5.25 a	7.42 a	13.20 a	11.23 ab	11.93 a	9.02 a
T3	8.28 a	11.40 a	9,00 a	12.80 a	11.65 a	12,00 ab	11.67 a	8.08 a
T4	8.72 a	9.42 a	14.70 a	11.03 a	11,00 a	13.77 ab	10.03 a	9.42 a
T5	9.42 a	8.90 a	8,18 a	10.57 a	13.37 a	16.40 a	13.73 a	8.13 a
T6	7.13 a	4.72 a	9,88 a	11.80 a	12.40 a	14.20 ab	12.50 a	4.72 a
T7	7.58 a	7,00 a	6,12 a	8.49 a	9.44 a	17.53 a	11.57 a	2.18 a
p	0.5049	0.5546	0.3127	0.6921	0.3127	0.0224	0.3552	0.2419

Médias seguidas de letras distintas diferem ( $P > 0,05$ ). TRAT- tratamento; T1 (Sem inoculante e sem nitrogênio); T2 (Sem inoculante e com nitrogênio); T3 (Com *Azospirillum* e sem nitrogênio); T4 (Com *Azospirillum* e com nitrogênio); T5 (Com *Pseudomonas* e sem nitrogênio); T6 (Com *Pseudomonas* e nitrogênio); T7- Mix (*Pseudomonas* + *Azospirillum*) e nitrogênio). Foi realizado teste de tukey a 5% de significância, no entanto, os dados que apresentaram variâncias desiguais foram submetidos ao teste de Kruskal-walis a 5% de significância.

Um estudo realizado por Santos *et al.* (2014), trabalhando com girassol inoculados com bactérias diazotróficas submetidas ao déficit hídrico foi verificado que em geral, os teores de solutos orgânicos nas folhas e raízes das plantas inoculadas foram mais elevados do que nas plantas sob estresse hídrico e sem inoculação, observando efeito positivo da inoculação em relação aos dados de condutância estomática, em acordo com os dados para a variedade Cayana no ciclo 3, T3 e T7 (Tabela 14).

Outro estudo realizado por Aguiar *et al.* (2015), ao inocular a cana-de-açúcar com bactérias fixadoras de nitrogênio e exposta a condições de seca seguidas de reidratação, foi constatado que as plantas inoculadas apresentaram maior capacidade de manter o potencial hídrico nas folhas. A condutância estomática está relacionada com o estresse do vegetal no sistema produtivo. Sendo esse efeito atribuído ao fechamento dos estômatos, o que resultou em uma melhor retenção de água nas plantas.

A taxa de respiração celular em plantas varia dependendo de diversos fatores, como a espécie da planta, as condições ambientais e o estágio de crescimento da planta. Em situações normais, espera-se uma taxa moderada a alta durante o crescimento ativo e a fotossíntese. De acordo com os dados encontrados no estudo, em relação à taxa de transpiração, foi observado efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para a cv. Sabiá nos ciclos 1,3 e 4 e para cv. Cayana nos ciclos 2 e 3 (Tabela 15).

**Tabela 15** Valores médios da taxa de transpiração celular ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) das cvs. Sabiá e Cayana em função da inoculação com inoculante comercial a base de bactérias promotoras de crescimento vegetal, Anápolis, UEG, 2023

TRAT	Efeito ciclo							
	1		2		3		4	
	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana
T1	41.24 ab	55.90 a	33.46 a	63.53 b	87.07 ab	38.83 b	97.67 a	62.23 a
T2	50.18 ab	84.96 a	79,50 a	77.70 a	63.90 ab	79.50 a	67.83 abc	84.96 a
T3	55.38 ab	71.95 a	138,00 a	89.17 a	71,00 ab	101.83 a	77.03 abc	71.95 a
T4	61.19 ab	64.50 a	70,00 a	100.27 a	54.60 b	90.33 a	55.10 c	66.50 a
T5	72.25 a	98.90 a	103.50 a	106.03 a	128.87a	111,00 a	89.17 ab	95.07 a
T6	27.47 b	76,96 a	62,00 a	102.73 a	107.80ab	101.53 a	83.33 ab	76,96 a
T7	34.05 ab	90.10 a	106.50 a	66.80 a	80.48 ab	100.53 a	72.43 b	90.10 a
p	0.0186	0.6814	0.3228	0.5264	0.0321	0.0008	0.0014	0.4281

Médias seguidas de letras distintas diferem ( $P > 0,05$ ). TRAT- tratamento; T1 (Sem inoculante e sem nitrogênio); T2 (Sem inoculante e com nitrogênio); T3 (Com *Azospirillum* e sem nitrogênio); T4 (Com *Azospirillum* e com nitrogênio); T5 (Com *Pseudomonas* e sem nitrogênio); T6 (Com *Pseudomonas* e nitrogênio); T7- Mix (*Pseudomonas* + *Azospirillum*) e nitrogênio). Foi realizado teste de tukey a 5% de significância, no entanto, os dados que apresentaram variâncias desiguais foram submetidos ao teste de Kruskal-walis a 5% de significância.

Resultados semelhante do encontrado por Marcos et al. (2015), que avaliando os benefícios de inoculantes de bactérias endofíticas em variedades de cana-de-açúcar na fotossíntese e no crescimento das plantas, sendo observado um aumento nas taxas de transpiração em plantas de cana-de-açúcar que receberam inóculo de *Herbaspirillum* e foram submetidas ao estresse hídrico, em comparação com o grupo de controle. Os pesquisadores afirmaram que a interação entre as plantas e as bactérias endofíticas teve um impacto positivo nas trocas gasosas, promovendo o crescimento das plantas e resultando em uma maior eficiência no uso de nitrogênio em condições de escassez de água.

A análise da temperatura foliar é uma ferramenta essencial para compreender a fisiologia das plantas e suas interações com o ambiente. Essa prática fornece insights valiosos sobre a saúde das plantas, a eficiência da fotossíntese e o estresse hídrico. Para os dados de temperatura foliar, foi observado efeito significativo apenas para a cv. Cayana no ciclo 3 (Tabela 16).

**Tabela 16** Valores médios da temperatura foliar ( $^{\circ}\text{C}$ ) das cvs. Sabiá e Cayana em função da inoculação com inoculante comercial a base de bactérias promotoras de crescimento vegetal, Anápolis, UEG, 2023.

TRAT	Efeito ciclo							
	1		2		3		4	
	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana
T1	32.73 a	34.37 a	36,00 a	34.53 a	35.97 a	29.50 b	32.13 a	34.53 a
T2	31.27 a	36,00 a	37.50 a	35.93 a	32.13 a	32.37 a	30.67 a	35.93 a
T3	34.20 a	30.23 a	38.50 a	36.43 a	33.53 a	32,00 a	32.10 a	36.43 a
T4	33.41 a	30.40 a	33.95 a	35.77 a	34.67 a	30.67 b	32.37 a	35.77 a
T5	33.40 a	33.47 a	36.67 a	35.07 a	33.60 a	32.67 a	31.17 a	35.07 a
T6	34.20 a	31,00 a	36.50 a	36.67 a	32.50 a	31.43 b	31.50 a	36.67 a
T7	35.27 a	34.50 a	37,00 a	37,00 a	33,00 a	33.97 a	30.67 a	37,00 a
p	0,4300	0.923	0,2145	0.0785	0,5700	0.0004	0,5688	0.923

Médias seguidas de letras distintas diferem ( $P > 0,05$ ). TRAT- tratamento; T1 (Sem inoculante e sem nitrogênio); T2 (Sem inoculante e com nitrogênio); T3 (Com *Azospirillum* e sem nitrogênio); T4 (Com *Azospirillum* e com nitrogênio); T5 (Com *Pseudomonas* e sem nitrogênio); T6 (Com *Pseudomonas* e nitrogênio); T7- Mix (*Pseudomonas* + *Azospirillum*) e nitrogênio). Foi realizado teste de tukey a 5% de significância, no entanto, os dados que apresentaram variâncias desiguais foram submetidos ao teste de Kruskal-walis a 5% de significância.

De acordo com Moraes, Rossi e Higa (2017) o aumento da temperatura foliar eleva a taxa de transpiração, acelerando a fotossíntese podendo acelerar outros processos metabólicos como uma maior condutância estomática. Em geral, a disponibilidade de nitrogênio melhora a saúde das plantas, refletindo em temperaturas foliares mais equilibradas e saudáveis. Desse modo, plantas bem nutridas têm melhor capacidade de transpiração, o que ajuda a regular sua temperatura, fato que explica os dados encontrados.

Um estudo realizado por Fernandes *et al.* (2015), investigando como diferentes manejos do solo influenciam a umidade, as trocas gasosas das folhas e o rendimento da cultura em condições de sequeiro, foi observado que não houve diferenças significativas nas trocas gasosas (condutância estomática, fotossíntese, transpiração e temperatura foliar) entre os manejos, destacando a importância das práticas de manejo do solo em cenários com limitação de umidade, mostrando como elas podem contribuir para a resiliência das culturas no semiárido.

Para o teor de clorofila total, clorofilas A e B, a inoculação utilizando bactérias comerciais, em presença ou ausência de nitrogenada, não promoveu diferença significativa ( $P > 0,05$ ) (Tabelas 17,18 e 19), exceto para a cv.Cayana no ciclo 3 (Tabela 18).

**Tabela 17** Teor de clorofila total das cvs. Sabiá e Cayana em função da inoculação com inoculante comercial a base de bactérias promotoras de crescimento vegetal. Anápolis, UEG, 2023

TRAT	Efeito ciclo							
	1		2		3		4	
	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana
T1	37.53	40.67	30.90	25.90	39.63	29.10	38.43	39.63
T2	36.97	35.13	32.70	34.23	42.17	32.90	44.90	32.90
T3	40.03	39.00	32.80	32.50	34.80	23.47	38.43	23.47
T4	46.07	39.70	30.00	37.97	22.97	33.80	34.40	33.80
T5	26.67	41.70	27.63	39.10	36.40	37.67	37.80	37.67
T6	34.83	43.70	35.70	34.13	41.90	33.93	46.77	33.93
T7	34.73	24.00	37.17	30.43	45.90	42.73	47.83	42.73
p	0.2327	0.4292	0.1316	0.0501	0.6655	0.2669	0.5033	0.0771

Médias seguidas de letras distintas diferem ( $P>0,05$ ). TRAT- tratamento; T1 (Sem inoculante e sem nitrogênio); T2 (Sem inoculante e com nitrogênio); T3 (Com *Azospirillum* e sem nitrogênio); T4 (Com *Azospirillum* e com nitrogênio); T5 (Com *Pseudomonas* e sem nitrogênio); T6 (Com *Pseudomonas* e nitrogênio); T7- Mix (*Pseudomonas* + *Azospirillum* e nitrogênio). Foi realizado teste de tukey a 5% de significância, no entanto, os dados que apresentaram variâncias desiguais foram submetidos ao teste de Kruskal-walis a 5% de significância.

**Tabela 18** Teor de clorofila A das cvs. Sabiá e Cayana em função da inoculação com inoculante comercial a base de bactérias promotoras de crescimento vegetal, Anápolis, UEG, 2023

TRAT	Efeito ciclo							
	1		2		3		4	
	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana
T1	32,70 a	32,50 a	26,23 a	22,07 a	31,20 a	24,53 ab	30,20 a	31,20 a
T2	31,63 a	30,07 a	28,60 a	28,20 a	35,77 a	27,73 ab	35,17 a	27,73 a
T3	32,37 a	33,13 a	26,73 a	26,93 a	30,17 a	19,90 b	30,20 a	19,90 a
T4	36,40 a	34,17 a	25,53 a	29,37 a	18,90 a	28,97 ab	26,67 a	28,97 a
T5	21,10 a	34,23 a	24,03 a	33,73 a	29,87 a	30,97 ab	29,43 a	30,97 a
T6	28,37 a	34,37 a	30,17 a	28,93 a	34,40 a	28,63 ab	36,17 a	28,63 a
T7	29,27 a	18,17 a	30,30 a	25,07 a	36,77 a	35,50 a	28,97 a	35,50 a
p	0.2277	0.4098	0.6942	0.2557	0.0893	0.0399	0.4162	0.0799

Médias seguidas de letras distintas diferem ( $P>0,05$ ). TRAT- tratamento; T1 (Sem inoculante e sem nitrogênio); T2 (Sem inoculante e com nitrogênio); T3 (Com *Azospirillum* e sem nitrogênio); T4 (Com *Azospirillum* e com nitrogênio); T5 (Com *Pseudomonas* e sem nitrogênio); T6 (Com *Pseudomonas* e nitrogênio); T7- Mix (*Pseudomonas* + *Azospirillum*) e nitrogênio). Foi realizado teste de tukey a 5% de significância, no entanto, os dados que apresentaram variâncias desiguais foram submetidos ao teste de Kruskal-walis a 5% de significância.

**Tabela 19** Teor de clorofila B das cvs. Sabiá e Cayana em função da inoculação com inoculante comercial a base de bactérias promotoras de crescimento vegetal, Anápolis, UEG, 2023

TRAT	Efeito ciclo							
	1		2		3		4	
	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana	Sabiá	Cayana
T1	4,83	7,83	4,67	3,83	8,43	4,57	8,23	8,43
T2	5,33	5,07	4,10	6,03	6,40	5,17	9,73	5,17
T3	7,67	5,87	6,07	5,57	4,63	3,57	8,23	3,57
T4	9,33	7,87	4,23	8,60	4,07	4,83	7,73	4,83
T5	5,57	7,13	3,60	5,37	6,53	6,70	8,37	6,70
T6	6,47	9,23	5,53	5,20	7,50	28,63	10,60	5,30
T7	5,47	5,83	6,73	5,37	9,13	7,23	8,87	7,23
p	0,3235	0,5035	0,5984	0,2171	0,3752	0,5466	0,8706	0,2845

Médias seguidas de letras distintas diferem ( $P > 0,05$ ). TRAT- tratamento; T1 (Sem inoculante e sem nitrogênio); T2 (Sem inoculante e com nitrogênio); T3 (Com *Azospirillum* e sem nitrogênio); T4 (Com *Azospirillum* e com nitrogênio); T5 (Com *Pseudomonas* e sem nitrogênio); T6 (Com *Pseudomonas* e nitrogênio); T7- Mix (*Pseudomonas* + *Azospirillum*) e nitrogênio). Foi realizado teste de tukey a 5% de significância, no entanto, os dados que apresentaram variâncias desiguais foram submetidos ao teste de Kruskal-walis a 5% de significância.

Em relação a Clorofila A, houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) para a cv. Cayana no ciclo 3, tendo uma superioridade das gramíneas que receberam nitrogênio (T7) em relação as que receberam apenas inoculante (T3). Já para os teores de clorofila total e B, não houve diferença significativa, no entanto, a medida em que as plantas receberam adubação nitrogenada é possível verificar aumento nesses teores de clorofila das plantas.

Sabe-se que a clorofila A e B são pigmentos essenciais para a fotossíntese, com estruturas químicas ligeiramente diferentes que resultam em diferentes padrões de absorção de luz. Juntas, essas clorofilas permitem que as plantas capturem eficientemente a energia luminosa necessária para converter água e dióxido de carbono em carboidratos e oxigênio (Taiz *et al.*, 2017). Muitos estudos afirmam que o nitrogênio desempenha um papel fundamental na síntese de clorofila, afetando diretamente o teor desse pigmento nas folhas das plantas, corroborando com os dados encontrados.

Em semelhança, Souza *et al.*, (2019), avaliando os aspectos ecofisiológicos do capim elefante roxo em função da adubação nitrogenada, observaram maiores taxas de clorofila A à medida em que o uso de N foi aumentado, já para as taxas de clorofila B e total as taxas houve um aumento, mas não de forma significativa.

Menegol *et al.* (2015), estudando a relação entre a adubação nitrogenada e o índice de clorofila foliar medido com clorofilômetro portátil em espécies forrageiras observaram alta relação do teor de clorofila foliar com o teor de nitrogênio total nas folhas.

## CONCLUSÃO

A inoculação de *Azospirillum* e *Pseudomonas* aliado a adubação nitrogenada se mostrou eficiente na melhora das características fisiológicas das U. híbridas cv. Sabiá e Cayana, tendo interação positiva principalmente para as características de condutância estomática, transpiração celular, temperatura foliar e teor de clorofila A. Já para as características de relação fotossintética, concentração interna de CO<sub>2</sub>, clorofila total e clorofila B, não houve diferença significativa.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, N.O.; MEDICI, L.O.; OLIVARES, F.L.; DOBBSS, L.B.; TORRES-NETTO, A.; SILVA, S.F.; NOVOTNY, E.H.; CANELLAS, L.P. Metabolic profile and antioxidant responses during drought stress recovery in sugarcane treated with humic acids and endophytic diazotrophic bacteria. **Annals Of Applied Biology**, [S.L.], v. 168, n. 2, p. 203-213, 18 nov. 2015. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/aab.12256>.
- 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, n. 1, p. 1-10, 2020
- CLIMA Anápolis (Brasil). Climate-Data, 2022. Disponível em: < <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/goias/anapolis-3192/> >. Acesso em 01 set. 2022.
- COSTA, N. L.; GIANLUPPI, V.; MORAES, A. Forage productivity and morphogenesis of *Axonopus aureus* under different nitrogen fertilization rates. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, n. 8, p. 541-548, 2013.
- FERNANDES, F.B. P; LACERDA, C.F.; ANDRADE, E.M; NEVES, A.LF.; SOUSA, C.H.C. Effect of soil management on water deficit, gas exchange and cowpea yield in the semi-arid region. **Revista Ciência Agronômica**, [S.L.], v. 46, n. 3, p. 506-515, 2015. GN1 Genesis Network. <http://dx.doi.org/10.5935/1806-6690.20150032>.

FERREIRA, D. de J.; ZANINE, A. de M. Importância da pastagem cultivada na produção da pecuária de corte brasileira. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v. 8, n. 3, 2007.

MANCIN, W. R, PEREIRA, L.E.T.; CARVALHO, R.S. B, SHI, Y., SILUPU, 454 W.M.C. TECH, A.R.B. O uso da visão computacional para classificação do 455 capim Xaraés segundo o estado nutricional em nitrogênio. **Revista Ciência Agronômica**, v. 53, e20207797,2021.

MARCOS, F.C.C.; IÓRIO, R.P.F; SILVEIRA, A.P.D.; RIBEIRO, R.V.; MACHADO, E.C.; LAGÔA, A.M.M.A. Endophytic bacteria affect sugarcane physiology without changing plant growth. **Bragantia**, [S.L.], v. 75, n. 1, p. 1-9, 24 nov. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.256>.

MENEGOL, D.R.; PIAS, O.H.C.; SANTI, A.L.; CHERUBIN, M.R.; BERGHETTI, J.; SIMON, D.H. Índice de suficiência de clorofila no manejo da adubação nitrogenada do feijoeiro comum. **Revista Agro@Mambiente On-Line**, [S.L.], v. 9, n. 2, p. 119, 6 jul. 2015. Universidade Federal de Roraima. <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470agro.v9i2.2259>.

MORAIS NETO, L.B.; CARNEIRO, M.S.S.; LOPES, M.N; CÂNDIDO, M.J.D; PEREIRA, E.S. Morphogenesis of Cynodon cultivars fertilized with nitrogen. **Bioscience Journal**, [S.L.], v. 36, n. 2, p. 401-408, 11 fev. 2020. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia. <http://dx.doi.org/10.14393/bj-v36n2a2020-42469>.

MORAIS, R.; ROSSI, L. M. B; HIGA, R.C.V. Trocas gasosas de plantas jovens de taxi-branco submetidas à variação de temperatura foliar e suspensão da irrigação. **Ciência Florestal**, [S.L.], v. 27, n. 1, p. 97-104, 31 mar. 2017. Universidad Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509826450>.

ROCHA, A.F.S; COSTA, R.R.G.F. Desempenho de Urochloa brizantha cv Paiaguás inoculada com Azospirillum brasilense e diferentes doses de nitrogênio. **Global Science & Technology**, v. 11, n. 3, 2018.

RODRIGUES, R.C.; MOURÃO, G.B.; BRENNECKE, K.; LUZ, P.H.C.; 484 HERLING, V.R. Produção de massa seca, relação folha/colmo e alguns índices 485 de crescimento do Brachiaria brizantha cv. Xaraés cultivado com a combinação 486 de doses de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.L.], v. 487 37, n.3, p. 394-400, mar. 2008. FapUNIFESP (SciELO). 488 <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35982008000300003>.

SANTOS, J.F.; SACRAMENTO, B.L; MOTA, K.N.A.B; SOUZA, J.T.; AZEVEDO NETO, A.D. Crescimento de girassol em função da inoculação de sementes com bactérias endofíticas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, [S.L.], v. 44, n. 2, p. 142-150, jun. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1983-40632014000200008>.

SILVA-OLAYA, A. M; CERRI, C. E. P; CERRI, C. C. Comparação de métodos de amostragem para avaliação do sistema radicular da cana-de-açúcar. **Revista de**

**Ciencias Agrícolas**, v. 34, n. 1, p. 7-16, 2017.

SOUZA, J.T. A.; RAMOS, J.P. F.; COSTA, R. F.; ARAUJO, D. L.; GUEDES, P.L. C.; FREITAS, R. P.; RIBEIRO, J. S.; CAVALCANTE, V. R. Ecofisiologia e rendimento forrageiro do capim elefante roxo em função de adubação nitrogenada. **Archivos de Zootecnia**, [S.L.], v. 68, n. 264, p. 464-470, 15 out. 2019. Cordoba University Press (UCOPress). <http://dx.doi.org/10.21071/az.v68i264.4984>.

TAIZ, L.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A.; ZEIGER, E. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p

## **CAPITULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A inoculação de *Azospirillum* e *Pseudomonas* aliado a adubação nitrogenada se mostrou eficiente na melhora das características morfogênicas, estruturais e fisiológicas das U. híbridas cv. Sabiá e Cayana. Vale ressaltar que os melhores resultados foram em função da associação, desse modo a adubação nitrogenada não pode ser dispensada.

Os resultados evidenciam o benefício do uso das bactérias promotoras de crescimento em associação com nitrogênio e se mostrou eficaz quando usadas nas cultivares híbridas recém lançadas no mercado. Os híbridos têm sido amplamente utilizados na agricultura para melhorar a produtividade, a resistência a doenças e pragas, a qualidade dos produtos agrícolas, entre outros benefícios, no entanto, é fundamental mais estudos que comprovem a eficácia da inoculação dessas bactérias juntamente com o nitrogênio no desenvolvimento de cultivares híbridas frente as condições adversas da produção.

## ANEXOS



**Figura 1** Utilização do aparelho analisador de raiz para avaliação de crescimento de raízes de *Urochloa* cv. Sabiá

Fonte: Arquivo pessoal 2022.



**Figura 2** Utilização do aparelho analisador de fotossíntese – irga

Fonte: Arquivo pessoal 2022.



**Figura 3** Avaliação de perfilhos/vaso, demarcadas com fios de arame colorido para diferenciação dos ciclos

Fonte: Arquivo pessoal,2022



**Figura 4** Avaliação do tamanho da planta e corte para análise

Fonte: Arquivo pessoal,2022



**Figura 5** Separação das cultivares Cayana e Sabiá em sacos plásticos para realização do plantio.

Fonte: Arquivo pessoal,2022



**Figura 6** Aplicação de inoculante na área radicular de cada planta

Fonte: Arquivo pessoal,2022