



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO INTEGRADO EM ZOOTECNIA NOS
TRÓPICOS**

VINICIUS MASALA AMARAL

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DO CAPIM *Urochloa brizantha* cv. Xaraés
SUBMETIDO ÀS FONTES NITROGENADAS NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO
NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

PARAUPEBAS

2024

VINICIUS MASALA AMARAL

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DO CAPIM *Urochloa brizantha* cv. Xaraés
SUBMETIDO ÀS FONTES NITROGENADAS NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO
NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

Dissertação de mestrado apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação Integrado em Zootecnia nos Trópicos: área de concentração Interface Solo - Planta - Animal para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Shigueru Okumura.

Coorientadora: Profa. Dra. Daiane de Cinque Mariano

PARAUPEBAS

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas da Universidade Federal Rural da Amazônia
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M394d Masala Amaral, Vinicius
DESEMPENHO AGRONÔMICO DO CAPIM *Urochloa brizantha* cv. Xaraés SUBMETIDO ÀS
FONTES NITROGENADAS NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO NA AMAZÔNIA ORIENTAL /
Vinicius Masala Amaral. - 2024.
47 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) - Programa de PÓS-GRADUAÇÃO em Produção Animal na AMAZÔNIA
(PPGPAA), Campus Universitário de Parauapebas, Universidade Federal Rural Da Amazônia,
Parauapebas, 2024.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Shigueru Okumura
Coorientador: Profa. Dra. Daiane De Cinque Mariano.

I. Forragicultura. 2. Nutrição vegetal. 3. Produção animal. 4. Fisiologia vegetal. I. Shigueru Okumura,
Ricardo, *orient.* II. Título

633.2098115

CDD

VINICIUS MASALA AMARAL

DESEMPENHO AGRONÔMICO DO CAPIM *Urochloa brizantha* cv. Xaraés SUBMETIDO ÀS FONTES NITROGENADAS NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO NA AMAZÔNIA ORIENTAL

Dissertação de mestrado apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação Integrado em Zootecnia nos Trópicos: área de concentração Interface Solo - Planta - Animal para obtenção do título de Mestre.

Aprovado em: 14 de agosto de 2024

BANCA EXAMINADORA:



Documento assinado digitalmente

DAIANE DE CINQUE MARIANO

Data: 04/09/2024 12:07:33-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a. Dr.^a. Daiane de Cinque Mariano (Coorientadora)

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA



Documento assinado digitalmente

NUBIA DE FATIMA ALVES DOS SANTOS

Data: 05/09/2024 08:55:17-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a. Dr.^a. Núbia de Fátima Alves dos Santos

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA



Documento assinado digitalmente

RENATA PEREIRA DA SILVA MARQUES

Data: 04/09/2024 19:06:59-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a. Dr.^a. Renata Pereira da Silva-Marques

Faculdade de Ensino Superior da Amazônia Reunida – FESAR

Dedico aos que sonham e não
desistem, que lutam e se esforçam
para alcançar.

Eu não desisti.

AGRADECIMENTOS

Agradecer é um ato simples e engrandecedor, e de início, agradeço às minhas fontes de força e impulso, Deus, Nossa Senhora e meus guias espirituais. Aos meus pais Edgar e Nilce e irmão Guilherme que durante toda minha vida me estimularam a estudar, a buscar ser um profissional melhor e que jamais mediram esforços para que eu alcançasse meus objetivos acadêmicos.

À família Matildes Carvalho, que se tornou também minha, por todo apoio, companheirismo e força, em especial minha cunhada Elizângela, por ser exemplo e me hospedar todas as vezes que precisei estar em Parauapebas para atividades do mestrado e meu marido Antonio Henrique, que foi o primeiro a me incentivar a entrar neste programa, que segurou a minha mão desde o início, e nunca deixou que eu desistisse. Aos meus *pets* que são como filhos: Donna, Sírius (*In memoriam*) e Zara, por todo amor, companheirismo, dedicação e afeto. Aos meus amigos que se tornaram família: Letícia, Bruna, Vívian, Layla, Daniele, Thaiane, Diego e Etimaris, os momentos com vocês foram importantes para que eu continuasse nesta luta.

À Faculdade Integrada Carajás, que abriu as portas para minha experiência na docência e permitiu que eu desenvolvesse meu experimento dentro da instituição, e aos meus queridos alunos, em especial à 2ª turma de Medicina Veterinária, que me ajudou na implantação e condução inicial do experimento. Aos meus orientados do GEPFA, que me estimulam todos os dias a buscar mais conhecimento, em especial à Vânia, Ana Vitória e Geovanna, que me auxiliaram com muita dedicação nas coletas de campo e análises laboratoriais, e aos integrantes do GERFS: Vanessa, Ricardo, Elinhe e Amanda que me auxiliaram nas análises laboratoriais. Vocês todos foram fundamentais para a conclusão deste sonho.

Ao meu orientador Ricardo Okumura, por entender minha necessidade de conciliar o mestrado com o emprego e me auxiliou a ajustar minha vida acadêmica, à professora Daiane De Cinque pelas contribuições neste trabalho e ao professor Raylon Maciel por todo direcionamento e definições acerca das avaliações do experimento e por toda dedicação ao PPGIZT. Às integrantes desta banca, Renata Marques, que foi minha colega na FIC e sempre esteve disponível para contribuir com sua vasta experiência, e à minha maior fonte de inspiração na vida acadêmica, Núbia Santos, que foi minha orientadora na graduação e é até hoje em quem me espelho para lidar com a docência, a senhora é meu maior exemplo.

Aos meus colegas do PPGIZT, que apesar dos poucos encontros durante esses dois anos, foram importantes para que este processo fosse mais leve. À Gabriela Coelho, pelo apoio e direcionamento na análise de digestibilidade *in vitro*, contribuindo com seus conhecimentos e repassando com muita sabedoria e paciência e ao Tiago Araújo, por sempre estar disposto a ensinar todos os procedimentos de laboratório, com paciência e dedicação. Vocês são exemplos.

À UFRA, por ser um grande símbolo de qualidade de ensino, foi minha casa em Paragominas durante a graduação e agora em Parauapebas no mestrado, é muito bom ir e poder voltar, é muito bom fazer parte desta comunidade acadêmica, é muito bom e tenho muito orgulho em ser Ufraniano.

E a todos que contribuíram direta e indiretamente para a construção deste trabalho que é um grande sonho, realizo por mim e por todos que me acompanham.

“Há tempo de nascer e tempo de morrer, tempo de plantar e tempo de colher o que se plantou. As almas felizes de estarem juntas procuram-se, e quando se reencontram é como amigos na volta de uma longa viagem... Mas adversários se reencontram para extinguirem os ódios que ficaram sem solução...”

(Chico Xavier – adaptado por Elizabeth Jhin).

RESUMO

O objetivo do estudo foi avaliar o desempenho agrônômico do capim *Urochloa brizantha* cv. Xaraés submetido às aplicações via foliar de nitrogênio, aminoácidos e a associação de ambos com *Azospirillum brasilense* e determinar a viabilidade de substituição do nitrogênio pelas outras substâncias acima citadas, na região Sul do Pará. O experimento foi conduzido no município de Redenção – PA, no período chuvoso e seco. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado (DIC), com os tratamentos aplicados via foliar: Tratamento Controle; Nitrogênio; Nitrogênio + *Azospirillum brasilense*; Aminoácidos; Aminoácidos + *Azospirillum brasilense*, com 4 repetições. As avaliações seguiram os padrões de altura de manejo (40 cm) e altura do resíduo (15 cm), avaliando teor de clorofila (%), velocidade de rebrota (cm dia⁻¹), composição morfológica, produtividade (kg ha⁻¹), componentes nutricionais e digestibilidade *in vitro* (%). Os manejos utilizando aminoácidos e *Azospirillum brasilense* foram os mais eficientes para a maioria dos parâmetros avaliados, com destaque para produtividade, proteína bruta (PB) e digestibilidade *in vitro*. Pode-se concluir que a adoção de estratégias de manejo que incluam a aplicação foliar de aminoácidos e *Azospirillum brasilense* pode ser uma alternativa eficiente para substituir a aplicação de nitrogênio, otimizando o desempenho agrônômico do capim *Urochloa brizantha* cv. Xaraés e garantindo uma produção animal mais sustentável e produtiva.

Palavras-chave: *Azospirillum brasilense*; aminoácidos; adubação de pastagem.

ABSTRACT

The study aimed to assess the agronomic performance of *Urochloa brizantha* cv. Xaraés under foliar applications of nitrogen, amino acids, and their combination with *Azospirillum brasilense*. It also sought to determine the feasibility of substituting nitrogen with these substances in the southern region of Pará. The research took place in Redenção – PA, during both the rainy and dry seasons, commencing in October 2022. The experimental design employed was a completely randomized design (CRD), with treatments administered foliarly: Control Treatment; Nitrogen; Nitrogen + *Azospirillum brasilense*; Amino acids; Amino acids + *Azospirillum brasilense*, each with 4 replications. Assessments were conducted based on management height (40 cm), residue height (15 cm), chlorophyll content (%), regrowth rate (cm day^{-1}), morphological composition, productivity (kg ha^{-1}), nutritional elements, and in vitro digestibility (%). Utilizing amino acids and *Azospirillum brasilense* in management proved most effective across various parameters, particularly in enhancing productivity, crude protein (CP), and in vitro digestibility. In conclusion, implementing management practices involving foliar application of amino acids and *Azospirillum brasilense* can serve as a viable option to substitute nitrogen application, thereby optimizing the agronomic performance of *Urochloa brizantha* cv. Xaraés and promoting more sustainable and productive animal production.

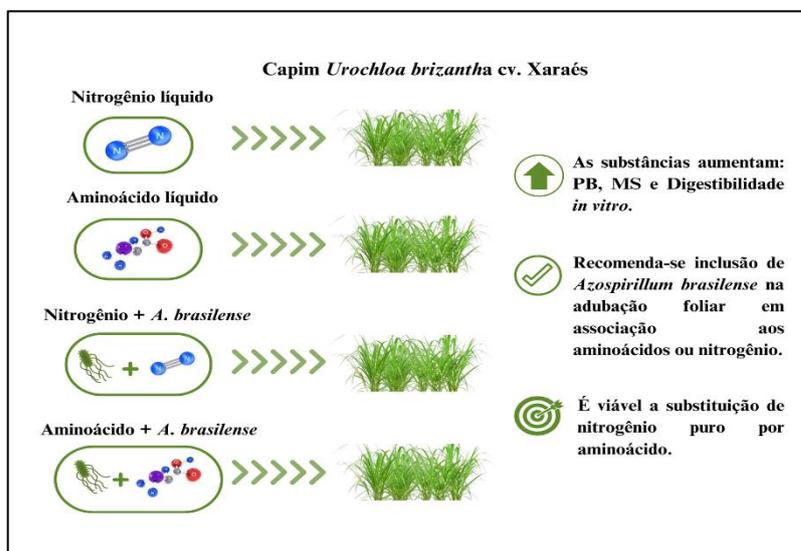
Keywords: *Azospirillum brasilense*; amino acids; pasture fertilization.

RESUMO INTERPRETATIVO E RESUMO GRÁFICO

DESEMPENHO AGRONÔMICO DO CAPIM *Urochloa brizantha* cv. Xaraés SUBMETIDO ÀS FONTES NITROGENADAS NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO NA AMAZÔNIA ORIENTAL

Elaborado por **Vinicius Masala Amaral** e orientado por **Ricardo Shigueru Okumura** e **Daiane de Cinque Mariano**

A região Sul do Pará possui característica climática que em determinados meses do ano não se tem presença de chuva, o que impacta negativamente a produção forrageira e como consequência, a produção pecuária. Desta forma, estratégias para o enfrentamento do período seco devem ser estabelecidas, e a nutrição vegetal deve ser levada em consideração nesse contexto, pois, com a reposição de nutrientes para as plantas e o incremento de novas substâncias na adubação foliar, pode-se atenuar os problemas causados pela estação seca. Foram avaliadas as características agronômicas, bem como qualidade nutricional do capim *Urochloa brizantha* cv. Xaraés submetido a diferentes formas de adubação via foliar, sendo tratados com nitrogênio líquido, nitrogênio associado à bactéria *Azospirillum brasilense*, aminoácido líquido e aminoácido associado à *Azospirillum brasilense*. Com base nos resultados, verificou-se que a utilização de aminoácidos na adubação foliar influencia na produtividade e qualidade da forrageira, e a inclusão da bactéria promotora de crescimento favoreceu os parâmetros avaliados tanto associado com aminoácido quanto com nitrogênio. Os resultados sugerem que é viável a substituição da adubação nitrogenada simples, pela utilização de aminoácido e inclusão de *Azospirillum brasilense* no sistema de manejo da forrageira estudada.



LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Propriedades químicas do solo na profundidade de 0 – 20 cm.....	18
Tabela 2 -	Tratamentos, formulações, dosagens utilizadas e custo/ha.....	19
Tabela 3 -	Teor de clorofila (clorofila/área foliar) do capim Xaraés no período chuvoso.....	24
Tabela 4 -	Teor de clorofila (clorofila/área foliar) do capim Xaraés no período seco.....	21
Tabela 5 -	Proporção de folhas, colmos e relação folha/colmo do capim Xaraés no período chuvoso.....	23
Tabela 6 -	Proporção de folhas, colmos e relação folha/colmo do capim Xaraés no período seco.....	24
Tabela 7 -	Produtividade (kg ha ⁻¹) do capim Xaraés no período chuvoso.....	25
Tabela 8 -	Produtividade (kg ha ⁻¹) do capim Xaraés no período seco.....	26
Tabela 9 -	Componentes nutricionais do capim Xaraés no período chuvoso.....	27
Tabela 10 -	Componentes nutricionais do capim Xaraés no período seco.....	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Local experimental.....	17
Figura 2 -	Precipitação acumulada mensal (mm), temperaturas (T.) máxima, média e mínima registradas durante o período de novembro de 2022 a agosto de 2023.....	17
Figura 3 -	Área experimental.....	18
Figura 4 -	Coleta do teor de clorofila.....	21
Figura 5 A e B-	Coleta de matéria verde para avaliação de produtividade.....	21
Figura 6 A, B e C -	Coleta de líquido ruminal em animal fistulado.....	22
Figura 7 -	Preparo e incubação das amostras para determinação da digestibilidade <i>in vitro</i>	23
Figura 8 -	Velocidade de rebrota (cm/dia ⁻¹) do capim Xaraés.....	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA	Aminoácidos
AIA	Ácido indolacético
<i>A.brasilense</i>	<i>Azospirillum brasilense</i>
ha	Hectare
S	South/Sul
W	West/Oeste
m	Metros
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
mm	Milímetros
T	Temperatura
t	Toneladas
PRNT	Poder Relativo de Neutralização Total
mg	Miligrama
dm ⁻³	Decímetro cúbico
cm	Centímetro
DIC	Delineamento Inteiramente Casualizado
CO ₂	Dióxido de carbono
R\$	Reais
UFC	Unidade formadora de colônia
L	Litro
pH	Potencial hidrogeniônico
m ²	Metros quadrados
MS	Matéria Seca
MM	Material Mineral
PB	Proteína Bruta
FDN	Fibra em Detergente Neutro
FDA	Fibra em Detergente Ácido
CEUA	Comitê de Ética e Uso Animal
CV%	Coeficiente de Variação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1	Adubação via foliar.....	12
2.2	Uso de aminoácidos em plantas forrageiras.....	13
2.3	<i>Azospirillum brasilense</i>.....	15
2.4	Manutenção do potencial produtivo.....	15
3	METODOLOGIA.....	16
3.1	Local experimental e dados meteorológicos.....	16
3.2	Produtos, tratamentos e delineamento experimental.....	18
3.3	Métodos de avaliação.....	18
3.3.1	Características mensuradas.....	19
3.4	Análise estatística.....	23
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
4.1	Teor de clorofila.....	24
4.2	Velocidade de rebrota.....	26
4.3	Composição morfológica.....	27
4.4	Produtividade.....	28
4.5	Componentes nutricionais.....	32
4.6	Digestibilidade <i>in vitro</i>.....	34
5	CONCLUSÃO.....	36
	REFERÊNCIAS.....	37

1 INTRODUÇÃO

O Brasil desponta como um dos maiores criadores de gado bovino do mundo, ocupando posições de destaque tanto na produção, quanto na exportação de carne, atendendo mercados exigentes como da Europa, Ásia e Oriente Médio (Silva *et al.*, 2023). A maior parte deste rebanho é criada a pasto, onde cerca de 90% da carne produzida no território brasileiro é proveniente deste sistema de criação, evidenciando a importância das forragens para o setor produtivo (Miranda *et al.*, 2023). Muitos fatores influenciam positivamente para que o Brasil ocupe tal posição, porém, existem alguns entraves que podem ser melhorados para alavancar ainda mais a produtividade, como por exemplo, o manejo das plantas forrageiras (Melo *et al.*, 2019).

Historicamente sabe-se do declínio na disponibilidade de forragens nos períodos secos do ano, o que é causado pela redução da precipitação pluviométrica, fator de ordem climática (Macedo, 2009), porém, os efeitos negativos causados por este fator são contornáveis se forem adotadas estratégias a fim de atenuá-los e melhorar tanto a produção quanto a qualidade dos capins nos períodos críticos do ano (Lobell *et al.*, 2009). Além do fator ambiental, sabe-se que a diminuição gradativa está associada à forma inadequada como as pastagens são manejadas, ocasionando a degradação agrícola e biológica, bem como, pelo avanço do cultivo de grãos, com destaque para as culturas da soja e milho (Machado *et al.*, 2010).

Muitas tecnologias estão sendo implementadas no manejo nutricional e fisiológico das plantas, porém, o setor pecuário ainda demonstra resistência com relação a utilização de técnicas que possibilitem alavancar as produtividades, aderindo apenas ao uso tradicional de elementos básicos como nitrogênio, fósforo e potássio de forma sólida, comprovando a necessidade de estudos direcionados para aumentar o potencial produtivo das plantas e consequentemente dos animais que consomem estes alimentos (Cândido *et al.*, 2018).

Na pecuária um problema enfrentado por muito tempo em regiões tropicais com estação seca bem definida é a sazonalidade na produção de forragem, uma vez que ocorre, em determinados meses do ano, a escassez hídrica acarreta na redução significativa da produção de biomassa das plantas forrageiras, o que impacta diretamente na manutenção e ganho de peso dos animais criados à pasto (Paim *et al.*, 2015).

Quando se trata de manejo nutricional das culturas, observa-se a demanda de aplicação de nutrientes na forma sólida e/ou líquida, verificando que os produtos disponíveis no mercado possuem formulação completa e balanceada, destacando também o uso de

aminoácidos, bioestimulantes, bactérias promotoras de crescimento, sendo à base de compostos orgânicos, juntamente com macro e micronutrientes para o desenvolvimento vegetal, o que possibilita experimentações com uma diversidade maior de fontes nutricionais, resultado de pesquisas que direcionam um melhor aproveitamento dessas ferramentas (Melo *et al.*, 2017).

A utilização de aminoácidos atua diretamente no metabolismo vegetal, que auxilia no crescimento e desenvolvimento, uma vez que as plantas já os produzem naturalmente e a inclusão dessas substâncias nos sistemas podem melhorar a performance produtiva (Santos *et al.*, 2016). Outra alternativa de adubação é a aplicação da bactéria *Azospirillum brasilense*, em que atua na fixação biológica do nitrogênio e como promotor de crescimento vegetativo (Moreno *et al.*, 2019).

Entender o processo produtivo faz parte das etapas de planejamento para se criar estratégias eficientes para a diminuição dos prejuízos e proporcionar para os animais, alimento de melhor qualidade nos períodos críticos do ano (Rosa *et al.*, 2013). Na região Sul do Pará, o clima se caracteriza por apresentar altos índices pluviométricos entre os meses de outubro à abril, enquanto nos meses de maio à setembro, a disponibilidade hídrica é mínima, chegando a zero em determinados meses, como consequência temos o ressecamento das folhas, diminuição da atividade fotossintética, baixa disponibilidade de nutrientes na planta (Barbino, *et al.*, 2023) e por fim, a perda de peso dos animais que passam pelo “efeito sanfona”, com alto emagrecimento no período seco e ganho de peso no período chuvoso (Laurent, *et al.*, 2020).

Diante disto, objetivou-se avaliar o desempenho agrônômico do capim *Urochloa brizantha* cv. Xaraés submetido às aplicações via foliar de nitrogênio, aminoácidos e a associação de ambos com *Azospirillum brasilense* afim de determinar a viabilidade produtiva e econômica de substituição do nitrogênio pelas outras substâncias acima citadas, na região Sul do Pará.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Adubação via foliar

A adubação via foliar se tornou um mecanismo facilitador e que proporciona maior otimização na reposição nutricional em áreas de pastagem, pois permite o fracionamento das

doses (Pereira *et al.*, 2020) e, segundo Pietroski *et al.* (2015), proporciona maior eficiência de utilização dos nutrientes, pois produtos de formulação líquida tem maior contato com as folhas, o que promove maior aproveitamento do produto e dependendo da fonte aplicada, a absorção é realizada rapidamente por meio dos estômatos, fazendo com que os nutrientes contidos na formulação sejam assimilados pela planta e translocados pelo floema (Catapan, 2018).

Porém, o uso indiscriminado e excessivo pode causar além de perdas financeiras, prejuízos à cultura, pois, nutrientes aplicados em proporções maiores às recomendadas, causam fitotoxicidade (Bessani *et al.*, 2022). Outro fator de atentamento é a condição climática para o momento da aplicação, onde o recomendado é que se faça com baixa velocidade do vento, para evitar a deriva da calda, bem como horários com menor incidência solar para diminuir as chances de queimaduras nas estruturas vegetativas (Bonadio *et al.*, 2015).

A adubação foliar tem sido recomendada como alternativa de manejo sustentável em áreas de pecuária, tendo em vista a redução da quantidade de produtos que necessitam ser aplicados, em função do melhor aproveitamento, associada a redução dos riscos de contaminação (Machado, *et al.*, 2020).

É importante frisar que a adubação líquida via foliar não vem para substituir a adubação sólida via solo, mas sim para otimizar o incremento de nutrientes nos sistemas de produção de forragens, onde a associação entre as duas técnicas poderá contemplar as necessidades nutricionais das plantas e com uma análise mais criteriosa pode-se até diminuir o total de adubo sólido e complementar com a pulverização de substâncias essenciais no desenvolvimento vegetal (Nicchio *et al.*, 2020).

2.2 Uso de aminoácidos em plantas forrageiras

Os aminoácidos (AA) são moléculas que compartilham características estruturais comuns, sendo composto de um carbono central, quase sempre assimétrico, ligado a um grupo carboxila (COOH), um grupo amino (NH₂) e um átomo de hidrogênio (Areche *et al.*, 2023). Essas substâncias são classificadas como anti estressantes, sendo capazes de atuar em processos fisiológicos da planta como precursor de hormônios ou como ativadores de enzimas como glucanase e quitinase, que conferem maior resistência às plantas e tolerância a estresses (Castro, 2008).

A utilização de aminoácidos na nutrição de plantas tem se tornado uma tendência para os produtores rurais e pesquisadores do ramo. A atuação na planta contribui nos processos de crescimento, desenvolvimento e manutenção, pois são rapidamente incorporados ao metabolismo como se fossem sintetizados pelo próprio vegetal (Gazola *et al.*, 2014), reduzindo a transformação química do nitrogênio nítrico e amoniacal em aminoácidos (Lima *et al.*, 2015).

Naturalmente, as plantas produzem aminoácidos como glicina e prolina, que está associado no processo metabólico do nitrogênio. Com aplicações exógenas, de forma direta, o processo de produção não é realizado, pois as plantas reconhecem a introdução de aminoácidos e reservam o nitrogênio para outras funções, sendo evidenciado um crescimento na relação folha-colmo (Canto *et al.*, 2013).

Outras características conferidas a atuação dos aminoácidos no metabolismo vegetal são a capacidade de síntese proteica, a intermediação de fitormônios, efeito quelatizante em nutrientes e compostos agroquímicos, e maior resistência de uma forma geral, incluindo climática, pragas, doenças, temperatura e déficit hídrico (Macedo *et al.*, 2013).

A utilização desta substância no manejo nutricional de espécies forrageiras tem apresentado melhorias nos parâmetros quantitativos e qualitativos das pastagens. Kopriva *et al.*, (2019) observaram em estudos realizados no capim *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça melhoria nos valores de digestibilidade das plantas pulverizadas.

Dentro da agricultura moderna se observa a utilização deste composto dentro de formulações comerciais que visam conferir maiores produtividades às plantas tratadas e dentre os inúmeros aminoácidos sintetizados pelas plantas, alguns são alvo de pesquisa e uso comercial, com destaque para o ácido aspártico, ácido glutâmico, glicina, lisina, prolina e triptofano (Ahmed *et al.*, 2011).

O ácido aspártico funciona como fornecedor de nitrogênio e participa da translocação do nutriente pelo floema (Sadak *et al.*, 2023), o ácido glutâmico favorece a entrada de nitrogênio mineral nos compostos orgânicos, com isso, auxilia na síntese de clorofila e na produção de outros aminoácidos (Franklin; Nascimento, 2020), a glicina é um importante componente no processo de fotossíntese e também participa da produção de clorofila (Souza *et al.*, 2023), a lisina sintetiza clorofila e retarda a senescência (Jesus *et al.*, 2020), a prolina se destaca pois promove a reserva de nitrogênio e defesa da planta aos estresses hídricos e térmicos (Silva *et al.*, 2020) e o triptofano participa da rota do ácido indolacético (AIA), hormônio promotor de crescimento (Inácio *et al.*, 2020).

2.3 *Azospirillum brasilense*

O *Azospirillum brasilense* faz parte do grupo de bactérias promotoras de crescimento, que são um grupo de microrganismos benéficos às plantas, atuando na colonização de estruturas radiculares e tecidos internos das plantas (Hungria, 2016). São bactérias endofíticas, gram-negativas, com influência no crescimento radicular, possibilitando maior volume de exploração do solo, e conseqüentemente maior influxo de nutrientes e absorção hídrica (Gonçalves *et al.*, 2020).

A utilização de *A. brasilense* em associação às gramíneas desponta como um grande potencial, o interesse também está atrelado à uma tendência mundial que é a Agropecuária Sustentável, bem como, à diminuição de custos com adubação, que é uma das principais demandas financeiras dentro de um sistema produtivo (Galindo *et al.*, 2019).

Seus benefícios são associados à fixação biológica de nitrogênio e a síntese de auxinas, além de solubilização de fosfato, favorecimento do crescimento radicular, que aumenta absorção de água do solo e a resistência aos períodos mais secos do ano (Duarte *et al.*, 2020).

Apesar dos avanços nos estudos, sua comercialização se deu a partir de 2009, e manejos têm sido adotados em diversas culturas, com destaque para milho, trigo e arroz, tanto com inoculação via semente quanto via foliar, que tem se tornado mais viável para alguns produtores (Bittencourt *et al.*, 2010).

Resultados tanto experimentais quanto em áreas comerciais têm demonstrado a eficiência do *Azospirillum brasilense* em diferentes forrageiras tropicais. É observado incremento em produtividade e teor de matéria seca, Leite *et al.*, (2018) realizaram trabalhos com a espécie *Urochloa brizantha* e conseguiram confirmar que estas bactérias possuem este potencial e que quando submetidas à dose de 300 mL/ha a produtividade se elevou em 43% na produção de massa verde.

2.4 Manutenção do potencial produtivo

Manter a produtividade das pastagens é um assunto crucial para o setor agropecuário, especialmente para aqueles que dependem da produção de forragem para alimentar o rebanho (Manço, 2020). Tanto a qualidade quanto a disponibilidade de forragem por área podem

variar significativamente de acordo com diversos fatores, como clima, manejo, tipo de solo, espécie de planta e hábito de pastejo (Taiz; Zeiger, 2009).

Quando se pensa em manter a produção dos capins, objetiva-se garantir que as plantas permaneçam saudáveis e produtivas por um período de tempo prolongado, minimizando assim os custos com a renovação da pastagem e aumentando a rentabilidade da atividade pecuária (Sbrissia, 2004). Uma pastagem com padrões nutricionais adequados é capaz de fornecer alimento de qualidade e em quantidade suficiente para o gado durante todo o ano, além de melhorar a saúde e o desempenho animal (Guimarães *et al.*, 2018). Áreas bem manejadas conseguem se manter com maior vitalidade durante os períodos críticos do ano, não precisando de reformas ou renovações para atingir o pico produtivo novamente (Victória Filho, 2014).

Tendo em vista as características climáticas da região amazônica, é essencial que os pecuaristas e profissionais das ciências agrárias se atentem para o manejo adequado, a fim de reduzir os prejuízos que o período seco trás para as áreas de pastagem, com destaque para a menor disponibilidade de alimento, redução da qualidade da forragem e por consequência o aumento na idade de abate (Euclides *et al.*, 2008).

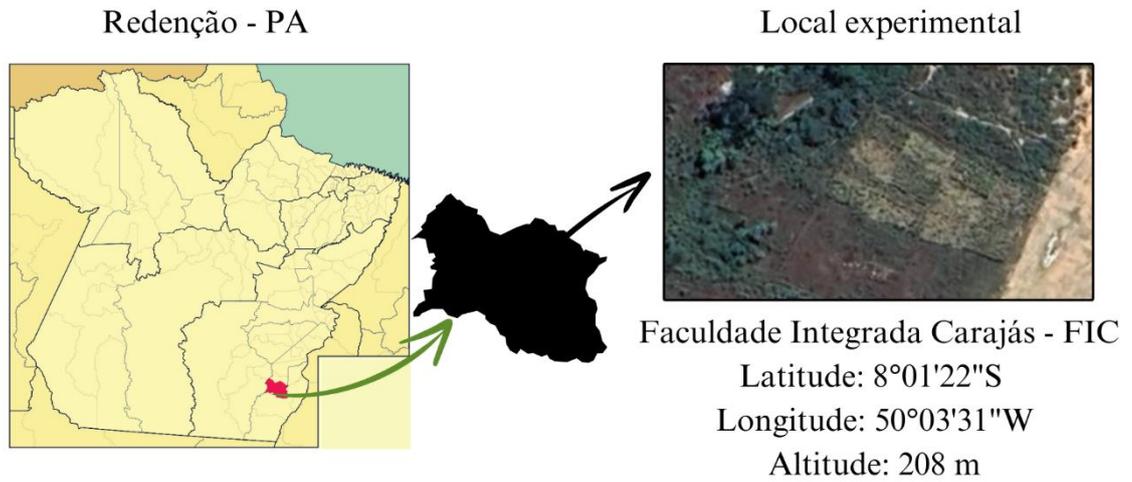
Para atenuar os efeitos negativos dos períodos de escassez hídrica, é necessário o manejo das áreas de pastagem, desde a escolha da espécie forrageira, preparo da área e respeito à capacidade de suporte (Zanine *et al.*, 2005). É importante que haja adoção de estratégias para o aumento da longevidade das plantas, onde a pastagem ficará verde por mais tempo em campo, diminuindo a necessidade imediata de suplementação e custos adicionais com dieta em cocho (Lima, 2010).

3 METODOLOGIA

3.1 Local experimental e dados meteorológicos

O experimento foi conduzido na área experimental da Faculdade Integrada Carajás – FIC, em Redenção – PA, município que fica na região Sul do estado do Pará, localizada sob as coordenadas geográficas latitude 8°01'22"S, longitude 50°03'31"W e altitude de 208 m (Figura 1).

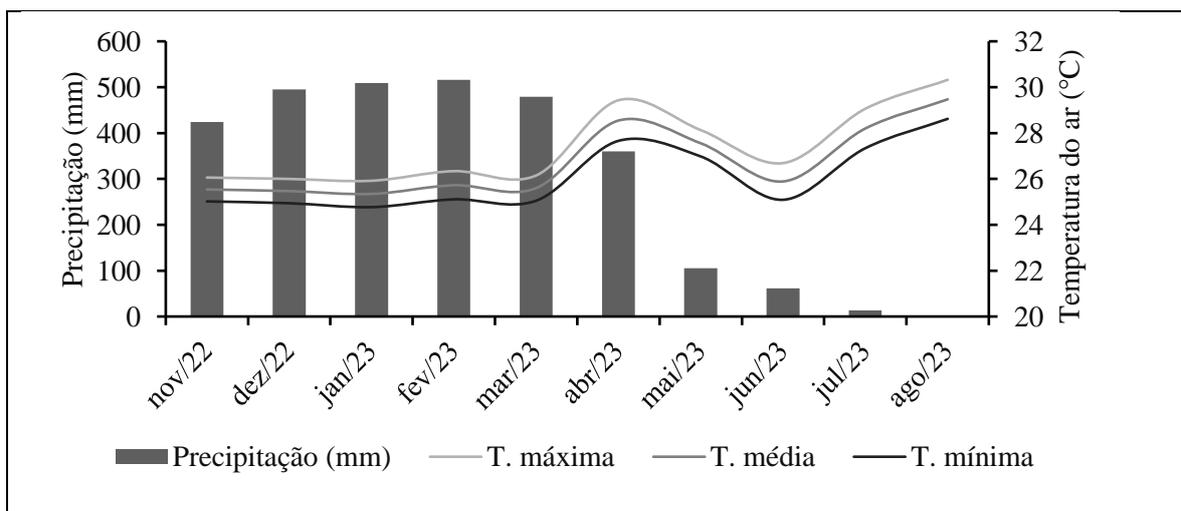
Figura 1 – Local experimental.



Fonte: Google Earth (2024).

O tipo climático é Am, Clima Tropical Úmido ou Subúmido, com temperatura média de 26,9 °C e precipitação pluviométrica de 2.105,7 mm/ano, segundo a classificação climática de Köppen. Os dados meteorológicos para o acumulado mensal de precipitação e temperaturas máxima, média e mínima durante o período experimental estão apresentados na Figura 2.

Figura 2 – Precipitação acumulada mensal (mm), temperaturas (T.) máxima, média e mínima registradas durante o período de novembro de 2022 a agosto de 2023.



Fonte: INMET (2024).

O relevo da área é suave ondulado, sendo um Espodossolo amarelo com teor de areia de 77%. A área de condução do trabalho havia sido utilizada para atividade pecuária e encontrava-se em pousio por 3 anos. Foi realizada amostragem de solo para caracterização química (Tabela 1) e posterior preparo com calagem no dia 20 de setembro de 2022, na dosagem de 2 t ha⁻¹ com calcário calcítico (45% CaO e 4,9% MgO) e PRNT de 90%. A adubação e semeadura ocorreram em 19 de novembro de 2022, com quantidades de sementes definidas pelo valor cultural de 42%.

Tabela 1 – Propriedades químicas do solo na profundidade de 0 – 20 cm.

Perfil	pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al	H+Al	CTC	MO (%)	V%
0–20 cm		--mg.dm ⁻³ --		-----cm _c .dm ⁻³ -----						
	4,5	1,4	26	0,5	0,1	0,20	1,8	2,47	1,0	27

Fonte: Masala (2024).

3.2 Produtos, tratamentos e delineamento experimental

A cultivar foi submetida a 5 tratamentos dispostos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), composto por quatro repetições, totalizando 20 parcelas (Figura 3). Os tratamentos foram aplicados via foliar duas vezes durante o período experimental, a primeira aos 90 dias após a semeadura e a segunda aos 150 dias após a semeadura, com auxílio de pulverizador do tipo A com regulador de pressão para CO₂.

Figura 3 – Área experimental.



Fonte: Acervo pessoal (2024).

Os tratamentos, as formulações dos produtos utilizados, suas respectivas dosagens e custos totais de aplicação, incluindo operacional e mão de obra estão na Tabela 2.

Tabela 2 – Tratamentos, formulações, dosagens utilizadas e custo/ha.

TRATAMENTO/FORMULAÇÃO	DOSE/ha	CUSTO (R\$/ha)
Controle	-	-
Nitrogênio - 21%	2 L	55,20
Nitrogênio - 21%	2 L	
+	+	75,70
<i>A. brasilense</i> - 2×10^{11} UFC/L	300 mL	
Aminoácido - 20%	1,5 L	51,75
Aminoácido - 20%	1,5 L	
+	+	72,25
<i>A. brasilense</i> - 2×10^{11} UFC/L	300 mL	

Fonte: Elaboração própria (2024).

As dosagens utilizadas foram as recomendadas pelos fabricantes, que são resultados de pesquisas realizadas à campo pelas mesmas, portanto, com eficiência comprovada, seguindo assim a finalidade da pesquisa de simular uma situação real de aplicação.

3.3 Métodos de avaliação

Foram realizadas quatro coletas, duas durante o período chuvoso e duas durante o período seco. As coletas foram definidas de acordo com a altura das plantas, sendo adotada a altura de manejo de 40 cm e altura de resíduo de 15 cm, preconizadas pela Embrapa Gado de Corte (Valle *et al.*, 2004).

3.3.1 Variáveis de resposta

Teor de Clorofila

O teor de clorofila foi obtido através da utilização do equipamento clorofilômetro da empresa At Leaf, que indica a quantidade de clorofila contida por área foliar analisada (Figura 4). Foram selecionadas dez folhas aleatoriamente em cada parcela, onde foi posicionado o equipamento, deslizando por todo o limbo foliar, de forma que o laser do aparelho consiga tocar em toda a extremidade da folha, com mensurações realizadas semanalmente. Este teor

foi utilizado para indicar a longevidade das folhas dentro dos períodos chuvoso e seco, bem como os teores de Nitrogênio contidos na folha (Bacelar *et al.*, 2015).

Figura 4 – Coleta do teor de clorofila.



Fonte: Acervo pessoal (2024).

Velocidade de rebrota

Após o corte de nivelamento das parcelas experimentais, foram marcados três perfilhos com anel de cor vermelha para medições semanais com o auxílio de régua graduada, para acompanhar o desenvolvimento forrageiro e definir o momento correto para a coleta dos materiais e posteriores avaliações. As medições foram em pontos aleatórios dentro de cada parcela, posicionando a régua na altura da marcação, medindo até a curvatura da folha, e contabilizando os dias necessários para este crescimento e depois realizando-se a divisão do comprimento de crescimento do perfilho pela quantidade de dias (Comastri Filho; Pott, 1982).

Composição morfológica

Para a determinação da composição morfológica da cultivar, foram avaliados proporção de folhas, colmos e material senescente (folhas sem atividade fotossintética). O material foi coletado utilizando um quadro contendo 1 m², retirando toda a porção a partir da altura de resíduo e posteriormente separados nas três frações acima citadas, em seguida foram pesados separadamente e convertidos para porcentagem por regra de três simples. Também

foi realizada o cálculo da relação folha/colmo, pela divisão dos percentuais dos dois componentes vegetativos Cóser *et al.*, 2003).

Produtividade

A produtividade foi mensurada utilizando um quadro contendo 1m² que foi posicionado em área representativa de cada parcela, foi colhido o material a partir da altura do resíduo (15 cm) (Figura 5 A e B). Foi coletada toda a biomassa, incluindo folhas, colmos, material senescente e estruturas reprodutivas que foram posteriormente pesadas em balança analítica. O peso total foi convertido proporcionalmente para um hectare por meio de regra de três simples (Cóser *et al.*, 2003).

Figura 5 A e B – Coleta de matéria verde para avaliação de produtividade.



Fonte: Acervo pessoal (2024).

Componentes nutricionais

Após a coleta e pesagem do material vegetal, o mesmo foi retirado uma amostra que foi direcionada para a estufa de secagem, onde ficou por 72 horas em temperatura de 65 °C para realização da pré-secagem, posteriormente foi pesado e levado à estufa com temperatura de 105 °C por 16 horas para a secagem definitiva e posteriores análises.

Foram mensuradas teores de Matéria Seca (MS), Material Mineral (MM), Proteína Bruta (PB), Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra em Detergente Ácido (FDA) pelo método descrito por Detmann *et al.*, (2021).

Digestibilidade *in vitro*

O ensaio de digestibilidade *in vitro* foi realizado no laboratório de Nutrição Animal e Análise de Alimentos da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Campus de Parauapebas, seguindo metodologia proposta por Tilley e Terry (1963). Os procedimentos utilizando animais foram aprovados pelo Comitê de Ética e Uso Animal CEUA/UFRA, com protocolo 6826010823.

Foi coletado conteúdo ruminal de animal fistulado no rúmen que foi em seguida filtrado em tecido de malha fina e armazenado em garrafa térmica previamente aquecida a 39 °C e levado para o laboratório (Figura 6 A e B e C).

Figura 6 A, B e C – Coleta de conteúdo ruminal em animal fistulado no rúmen.



Fonte: Acervo pessoal (2024).

Foram incubados 20 frascos do tipo penicilina 100 mL para cada período experimental, totalizando 40 frascos. Foi adicionado 0,5g de MS do capim, 10 mL de líquido ruminal, 50 mL de solução tampão (McDougall, 1948) e preenchido o restante do espaço do frasco com CO₂, posteriormente vedados com tampa de silicone e lacres de alumínio (Figura 7 A, B e C). Em seguida, os frascos foram colocados em estufa na temperatura de 39 °C, sendo agitados de forma manual em intervalos de 3 horas e retirando-se o gás produzido com

auxílio de agulha, por um período de 48 horas. Para o fator de correção, foram incubados simultaneamente 5 frascos denominados como brancos, apenas com o inóculo.

Figura 7 A, B e C – Preparo e incubação das amostras para determinação da digestibilidade *in vitro*.



Fonte: Acervo próprio (2024).

Ao final das 48 horas de incubação, os frascos foram retirados da estufa para filtragem das amostras. Foram utilizados cadinhos filtrantes com placa porosa número 2 e realizada a filtragem com auxílio de bomba de vácuo, em seguida, o material foi levado à estufa para secagem em temperatura de 105 °C por 24 horas, sendo posteriormente secados para obtenção do resíduo da MS não digerido.

3.4 Análise estatística

Os resultados experimentais obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2019).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Teor de clorofila

Para o teor de clorofila (Tabela 3) foi observado que a aplicação via foliar de Nitrogênio + *A. brasilense* foi superior aos demais tratamentos, possibilitando maior atividade fotossintética, uma vez que o teor de clorofila é um indicativo de que a planta está com metabolismo mais acelerado e por isso acumula mais pigmento verde, sendo este um dos resultados da fotossíntese. O metabolismo vegetal quando em contato com substâncias nitrogenadas tendem a expressar maiores quantidades de clorofila por área foliar, tendo em vista que o nutriente participa do processo de formação da molécula de clorofila (Hanisch *et al.*, 2023).

Tabela 3 – Teor de clorofila (clorofila/área foliar) do capim Xaraés no período chuvoso.

CLOROFILA (clorofila/área foliar) – PERÍODO CHUVOSO			
	1º CORTE		2º CORTE
Nitrogênio + <i>A. brasilense</i>	46,395 a*	Nitrogênio + <i>A. brasilense</i>	45,72 a
Aminoácido + <i>A. brasilense</i>	43,965 b	Aminoácido + <i>A. brasilense</i>	45,13 a
Aminoácido	43,905 b	Aminoácido	41,29 b
Nitrogênio	41,1525 c	Nitrogênio	39,32 c
Controle	41,03 c	Controle	39,17 c
CV%	5,18		7,43

Fonte: Elaboração própria (2024).

* Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si (P<0,05).

Adubações nitrogenadas possibilitam acelerar o metabolismo vegetal bem como a bactéria *A. brasilense* auxilia neste processo, pois além da fixação biológica do nitrogênio, a bactéria exerce função de precursor hormonal e por meio da síntese de auxinas, giberelinas e citocininas promove maior regulação do crescimento (Pereira *et al.*, 2021).

No segundo corte, os tratamentos Nitrogênio + *A. brasilense* (45,72%) e Aminoácido + *A. brasilense* (45,13%) apresentaram melhores resultados para o teor de clorofila, não tendo diferenças entre si e sendo superiores aos demais tratamentos. O terceiro e quarto cortes foram realizados no período seco (Tabela 4), e foi observado que o tratamento Nitrogênio + *A. brasilense* manteve-se com o maior teor de clorofila, com 43,28 e 37,1%, respectivamente, sendo explicado pela ação que as substâncias exercem na planta, ambos associados à síntese de proteína, ao aceleração do metabolismo vegetal e maior atividade fotossintética (Neves *et al.*, 2020).

Destacando que dentro do período seco o teor de clorofila tende a reduzir pela menor disponibilidade hídrica (Santos *et al.*, 2020), e neste caso, manteve-se dentro de uma faixa considerada adequada para forrageiras tropicais, que segundo Costa *et al.*, (2008), níveis próximos a 40 na avaliação do teor clorofila, são ideais para uma melhor sanidade vegetal.

Tabela 4 – Teor de clorofila (clorofila/área foliar) do capim Xaraés no período seco.

CLOROFILA (clorofila/área foliar) – PERÍODO SECO			
3º CORTE		4º CORTE	
Nitrogênio + <i>A. brasilense</i>	43,28 a*	Nitrogênio + <i>A. brasilense</i>	37,1 a
Aminoácido + <i>A. brasilense</i>	40,855 b	Aminoácido + <i>A. brasilense</i>	36,48 a
Aminoácido	40,64 b	Aminoácido	35,94 a
Nitrogênio	37,18 c	Nitrogênio	35,6 a
Controle	35,03 c	Controle	32,26 b
CV%	8,29		5,31

Fonte: Elaboração própria (2024).

* Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si (P<0,05).

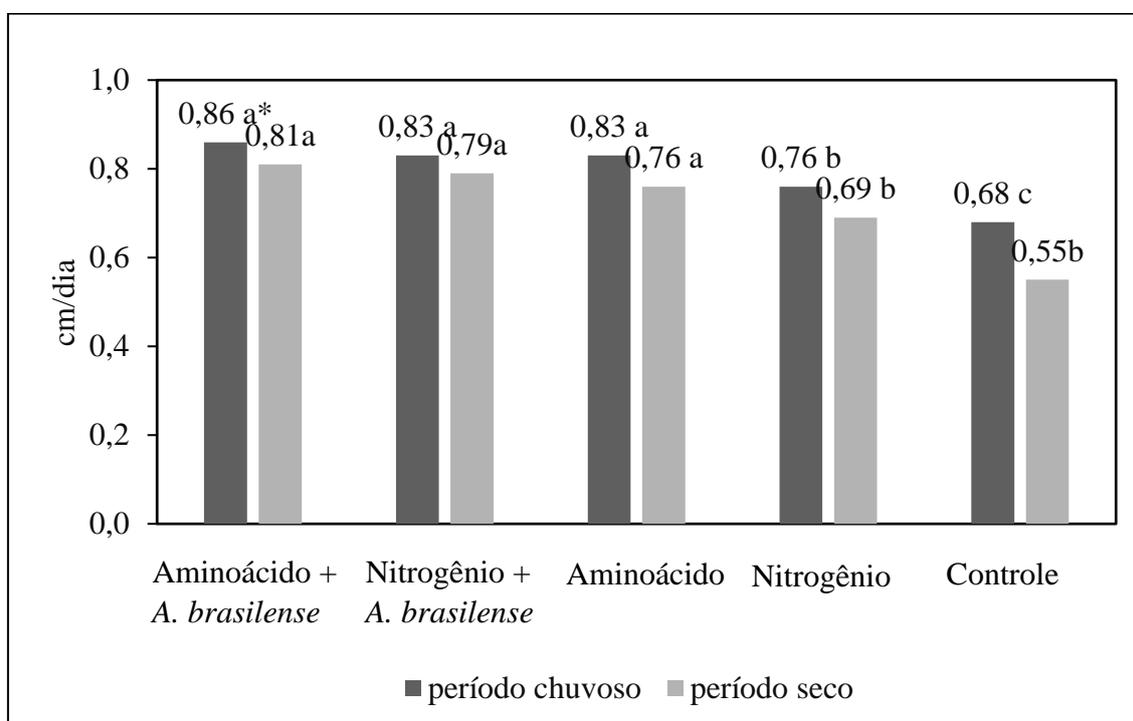
No quarto corte apenas o tratamento Controle diferiu dos demais, reforçando a recomendação que o manejo nutricional adequado nos capins tropicais agrega melhoria dos índices produtivos. A fotossíntese é uma atividade inerente ao metabolismo vegetal, porém, nem sempre é feita de forma eficiente, e as aplicações com nutrientes vêm como uma

ferramenta para otimizar a produção, elevando os parâmetros interessantes na produção forrageira, pois quando as substâncias são aplicadas e assimiladas pelas plantas, exercem funções como alongamento celular, aumento na própria atividade fotossintética e conseqüentemente maior eficiência nos processos naturais dos organismos vegetais (Abrahão *et al.*, 2009).

4.2 Velocidade de rebrota

Para a variável velocidade de rebrota (Figura 8), observou-se um comportamento semelhante às outras variáveis analisadas neste estudo, em que os tratamentos Aminoácido + *A. brasilense* (0,86 e 0,81 cm/dia⁻¹), Nitrogênio + *A. brasilense* (0,83 e 0,79 cm/dia⁻¹) e Aminoácido (0,83 e 0,76 cm/dia⁻¹) apresentaram maiores taxas de crescimento, não diferindo entre si e sendo superiores ao tratamento Nitrogênio (0,76 e 0,69 cm/dia⁻¹) e ao Controle (0,68 e 0,55 cm/dia⁻¹), nos períodos chuvoso e seco.

Figura 8 – Velocidade de rebrota (cm/dia⁻¹) do capim Xaraés no período chuvoso e seco.



Fonte: Elaboração própria (2024).

* Médias seguidas de letras minúsculas diferentes em barras de mesma cor diferem entre si (P<0,05).

Os aminoácidos aceleram a rebrota do capim por proporcionarem melhoria na absorção e assimilação de nutrientes (Cabral *et al.*, 2021), devido atuarem como quelantes naturais, ajudando a mobilizar nutrientes no solo e facilitando a absorção pelas plantas.

Experimentos realizados por Nascimento *et al.*, (2024) com capim Marandu observaram que essa maior disponibilidade de nutrientes, especialmente de nitrogênio, é crucial para a síntese de proteínas e outros compostos essenciais ao crescimento. Além disso, os aminoácidos podem promover o desenvolvimento radicular, aumentando a capacidade das plantas de explorar o solo e absorver água e nutrientes.

Vale destacar a relevância da inclusão do *Azospirillum brasilense* no sistema, pois na presença da bactéria obteve-se maiores taxas de crescimento foliar. Com seu potencial sintetizador de fito hormônios, as bactérias promovem o maior crescimento das plantas, uma vez que o metabolismo vegetal tende a ficar mais acelerado e também pela maior disponibilização de nitrogênio, nutriente associado à expansão de novas estruturas vegetativas.

Os resultados corroboram com os encontrados por Moreira *et al.*, (2020), onde na presença da bactéria em sistemas de adubação nitrogenada, as plantas tratadas alcançaram maiores alturas em um intervalo de tempo menor, com taxa de crescimento vegetal de 0,90 cm dia⁻¹.

Durante o período seco, época climática mais crítica do ano, as plantas tratadas apresentaram elevados índices de crescimento vegetal, confirmando a eficiência das substâncias tratadas. Tanto os aminoácidos, quanto a bactéria possuem potencial redutor de estresse hídrico, com isso, as plantas têm a possibilidade de ter as atividades metabólicas sendo executadas mesmo em períodos quando ocorre a diminuição drástica dos índices pluviométricos, resultados que corroboram com os de Santos *et al.*, (2022) que relataram ter obtido maiores taxas de alongamento foliar com capim *Brachiaria decumbens* tratados com *Azospirillum brasilense*.

4.3 Composição morfológica

Para o período chuvoso os tratamentos Aminoácido + *A. brasilense* e Aminoácido obtiveram os maiores valores para folhas, com 84,6 e 75%, respectivamente (Tabela 5). Estes tratamentos possuem potencial de melhorar a expansão de folhas, uma vez que na composição

dos aminoácidos aplicados está o triptofano, que é precursora de auxina e etileno, hormônios vegetais associados ao crescimento de plantas (Khan *et al.*, 2012).

Tabela 5 – Proporção de folhas, colmos e relação folha/colmo do capim Xaraés no período chuvoso.

Tratamentos	%Folha	%Colmo	%Senescente	Folha:Colmo
Aminoácido+A. <i>brasiliense</i>	84,6 a*	14,8 b	0,6 c	5,04
Aminoácido	75 a	23,9 b	1,1 c	3,01
Nitrogênio + A. <i>brasiliense</i>	63,85 b	31,7 ab	4,45 b	2,01
Nitrogênio	61,6 b	32,3 ab	6,1 ab	1,9
Controle	54,1 b	37,2 a	8,7 a	1,45
CV%	17,68	31,35	81,36	53,54

Fonte: Elaboração própria (2024).

*Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si (P<0,05).

A maior proporção de colmos observada foi do tratamento Controle, sendo justificada pela ausência de manejo nutricional, onde as plantas por questões competitivas, diminuem a expansão de folhas e aumentam seus componentes estruturantes, o que acaba por diminuir a qualidade desta forrageira, pois um capim com grande proporção de colmos tendem a possuir maiores teores de fibras indigestíveis e componentes como lignina e celulose que diminuem a digestibilidade das forrageiras por serem fibras com maior rigidez e dificulta a ação dos microrganismos na digestão dos ruminantes (Pereira *et al.*, 2013).

A melhor relação folha/colmo observada foi no tratamento Aminoácido + A. *brasiliense*, seguindo a tendência observada nas proporções de folhas e colmos relatadas. É interessante que as forrageiras apresentem uma alta no valor desta relação, para que assim se tenha um alimento com maior facilidade de digestão e maior concentração de nutrientes, pois são nas folhas que os teores nutricionais são encontrados em maior quantidade.

A eficiência alimentar é outro aspecto diretamente influenciado pela relação folha-colmo. Quando os animais consomem forragem com alta proporção de folhas, eles são capazes de extrair mais nutrientes por unidade de alimento ingerido. Isso resulta em melhor ganho de peso, maior produção de leite e melhor condição corporal, fatores que são essenciais para a rentabilidade da produção pecuária. Em contrapartida, forragens com alto teor de colmos podem levar a um desempenho inferior dos animais devido à menor disponibilidade de nutrientes e à redução do consumo voluntário (Alves *et al.*, 2021).

Tabela 6 – Proporção de folhas, colmos e relação folha/colmo do capim Xaraés no período seco.

Tratamentos	%Folha	%Colmo	%Senescente	Folha:Colmo
Aminoácido+A. <i>brasile</i>	78,6 a*	20,1 c	1,3 b	3,91
Aminoácido	72 ab	26,5 b	1,5 b	2,71
Nitrogênio + A. <i>brasile</i>	57,5 b	40,8 ab	1,7 b	1,40
Nitrogênio	51,5 b	45,45 a	3,05 a	1,13
Controle	49,1 b	46,65 a	4,25 a	1,05
CV%	20,99	33,21	53,37	60,84

Fonte: Elaboração própria (2024).

* Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si ($P < 0,05$).

Dentro do período seco observou-se que a relação folha/colmo reduziu, independente dos tratamentos, com destaque negativo para o tratamento Controle que apresentou menor valor. Os resultados são semelhantes aos obtidos por Castro *et al.*, (2016), utilizando compostos orgânicos na adubação de capim do gênero *Urochloa* observaram relação folha/colmo de 3,8. O potencial anti estressante dos aminoácidos e do *Azospirillum* *brasile* influenciou o parâmetro avaliado, isto por que as plantas foram submetidas ao estresse térmico e hídrico e conseguiram manter o potencial produtivo no período seco.

4.4 Produtividade

A produtividade do capim Xaraés foi influenciada pela aplicação foliar dos tratamentos Aminoácido + *A. brasile* (13.760 kg/ha), Nitrogênio + *A. brasile* (12.240 kg/ha) e Aminoácido (11.830 kg/ha), comparativamente aos tratamentos Nitrogênio (10.660 kg/ha) e Controle (9.060 kg/ha) (Tabela 7). No primeiro corte as médias não diferiram entre si entre os tratamentos Aminoácido + *A. brasile*, Nitrogênio + *A. brasile* e Aminoácido, resultados semelhantes aos encontrados por Souza e Barcellos (2021), que observaram maior acúmulo de massa foliar em trabalho realizado com o capim Marandu quando submetida a aplicação de aminoácidos.

Tabela 7 – Produtividade (kg ha⁻¹) do capim Xaraés no período chuvoso.

PRODUTIVIDADE (kg ha ⁻¹) – PERÍODO CHUVOSO			
	1º CORTE		2º CORTE
Aminoácido + A. <i>brasilense</i>	13.760 a*	Aminoácido + A. <i>brasilense</i>	10.590 a
Nitrogênio + A. <i>brasilense</i>	12.240 a	Aminoácido	9.925 a
Aminoácido	11.830 a	Nitrogênio + A. <i>brasilense</i>	8.820 b
Nitrogênio	10.660 b	Nitrogênio	8.410 b
Controle	9.060 b	Controle	6.090 c
CV%	15,31		19,72

Fonte: Elaboração própria (2024).

* Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si (P<0,05).

No segundo corte verificou a mesma tendência, em que os tratamentos com aminoácidos resultaram nas maiores produtividades, confirmando que a substância possui características importantes na formação de tecidos vegetais, bem como, o potencial acumulador de reservas possibilitou que as plantas fossem mais produtivas, pois, ao passo que a planta produz seus foto assimilados, acaba tendo gastos energéticos, e tendo aminoácidos inseridos no sistema, os mesmos resguardam a energia que poderá ser destinada para o acúmulo de massa verde (Andrade e Bittar, 2021).

Em estudos realizados na região amazônica Reis *et al.*, (2020) obtiveram resultados semelhantes com uso de bioestimulantes à base de aminoácidos, onde o capim *Urochloa brizantha* aumentou a produtividade. Os aminoácidos são substâncias naturalmente produzidas pelas plantas, mas, quando disponibilizadas de forma exógena, tende a poupar o vegetal de gasto energético, com isto, as mesmas conseguem desempenhar outras funções, como o acúmulo de biomassa e estímulo fito hormonal (Biserra *et al.*, 2020).

A atuação da bactéria na produtividade foi evidenciada, verificando que a aplicação via foliar promoveu incremento nos valores, justificado pela bactéria ser precursor hormonal e promotor de crescimento (Moreira *et al.*, 2020), assim, as plantas tratadas receberam duplo estímulo.

No período seco, foram realizados dois cortes, correspondendo ao terceiro e quarto (Tabela 8), observando que a produtividade nos tratamentos Aminoácido + A. *brasilense*,

Nitrogênio + *A. brasilense* e Aminoácido no terceiro corte continuaram apresentando as maiores médias de 7.518, 6.828 e 5.967 kg/ha, respectivamente. Com estes estímulos nutricionais recebidos pelas plantas, mesmo em condições adversas, observou-se menor desgaste vegetal, uma vez que o nitrogênio inserido no sistema, seja pela forma direta (Nitrogênio), ou através do aminoácido e do *Azospirillum brasilense*, o metabolismo vegetal tem sua demanda atendida e proporciona acúmulo de biomassa vegetal.

Tabela 8 – Produtividade (kg ha⁻¹) do capim Xaraés no período seco.

PRODUTIVIDADE (kg ha ⁻¹) – PERÍODO SECO			
3º CORTE		4º CORTE	
Aminoácido + <i>A. brasilense</i>	7.518 a*	Aminoácido + <i>A. brasilense</i>	5.786 a
Nitrogênio + <i>A. brasilense</i>	6.828 a	Aminoácido	5.039 a
Aminoácido	5.967 a	Nitrogênio + <i>A. brasilense</i>	4.996 a
Nitrogênio	4.481 b	Nitrogênio	3.310,5 b
Controle	3.060 c	Controle	2.545 c
CV%	32,38		31,14

Fonte: Elaboração própria (2024).

* Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si (P<0,05).

Tal manutenção possui relevância no manejo de áreas de pastagens tropicais, pois no período seco, as plantas passam por dificuldades para emitirem novas folhas e produzir massa suficiente para alimentar os rebanhos (Jardim *et al.*, 2021), tendo em vista que a planta paralisa o crescimento vegetativo como forma de sobrevivência (Kozłowski, 1997).

O quarto corte apresentou menores médias, o que era esperado devido ao período climático, pois foi realizado no mês de agosto de 2023, época em que não ocorreu precipitação pluviométrica na área experimental (Figura 1), sendo assim, as plantas estavam submetidas a estresse hídrico por falta de água, porém, ainda assim, observou-se que as plantas atingiram altura adequada para corte, e a produtividade apresentou maiores números com os tratamentos contendo aminoácidos, o que indica a significância da inclusão da substância nos sistemas pecuários, uma vez que seu potencial anti estressante possibilitou maior produtividade (Hansel *et al.*, 2021).

O aminoácido desempenhou papel determinante na produtividade, tendo em vista que muitos aminoácidos utilizados na produção vegetal possuem função de otimizar a produção, neste caso, o triptofano, glicina, prolina e cisteína estão contidos na formulação do produto utilizado, fazendo com que as plantas criem mecanismos para enfrentamento de condições climáticas adversas, e proporciona o aumento do influxo de nitrogênio e potássio, que conseqüentemente potencializa o efeito acumulador de biomassa e nutrientes, pois a planta terá estímulo para produzir mais matéria verde, que está inteiramente relacionado às funções dos nutrientes (Castro; Rezende, 2021).

4.5 Componentes nutricionais

O teor de matéria seca sofreu influência dos tratamentos no período chuvoso (Tabela 9), com os maiores teores nos tratamentos Aminoácido (30,05%), Nitrogênio + *A. brasilense* (29,65%) e Aminoácido + *A. brasilense* (28,91%). De acordo com literatura, os teores obtidos foram considerados elevados para o período chuvoso.

Tabela 9 – Componentes nutricionais do capim Xaraés no período chuvoso.

Tratamentos	MS	MM	PB	FDN	FDA
Aminoácido + <i>A. brasilense</i>	28,91 a*	6,2 a	8,97 a	63,55 b	35,43 b
Aminoácido	30,05 a	5,82 a	9,17 a	69,54 a	37,9 a
Nitrogênio + <i>A. brasilense</i>	29,65 a	5,65 a	8,34 a	72,53 a	41,59 a
Nitrogênio	27,75a	6,53 a	7,89 a	70,29 a	41,6 a
Controle	25,3 b	5,91 a	6,18 b	72,15 a	41,62 a
CV%	6,73	5,76	14,70	5,18	7,17

Fonte: Elaboração própria (2024).

* Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si (P<0,05).

Quando o teor de matéria seca é mais elevado pressupõe-se que a planta forrageira possui maiores concentrações de nutrientes, que serão absorvidas pelo animal que o consumirem, por isso, tratamentos que proporcionam maiores teores de matéria seca são os mais recomendados a serem inseridos nos sistemas de produção (Patzlaff *et al.*, 2020). As plantas receberam diferentes estímulos quando submetidas às aplicações dos produtos, com destaque para a substância aminoácido que esteve presente nos tratamentos com maior teor de

matéria seca, bem como apresentou maiores produtividades, sendo associado à bactéria ou não, indicando que o aminoácido apresenta potencial como maximizador da produtividade do capim Xaraés.

As bactérias com potencial de promoção de crescimento, conseguem capturar nitrogênio atmosférico e transformá-lo em disponível, através de uma relação simbiótica, onde pelos processos respiratórios do vegetal o mesmo absorve o nitrogênio contido no ar (N_2) e o fixa na planta em NH_3 , que terá mais deste nutriente sendo disponibilizado de forma assimilável e conseqüentemente será metabolizado e promovendo maior teor de matéria seca (Duarte *et al.*, 2020). Além disso, a bactéria está relacionada com a solubilização de fósforo e potássio no solo, facilitando a absorção pelas plantas (Porto *et al.*, 2020).

Para a proteína bruta, os aminoácidos e nitrogênio aplicados via foliar promoveram resultados semelhantes, tendo em vista que possuem compostos nitrogenados em sua formulação, sendo este, o principal componente das proteínas (Martin *et al.*, 2022), com isto, adubações contendo aminoácidos, nitrogênio e *Azospirillum brasilense* aumentaram os teores e não diferiram entre si para este parâmetro nutricional, sendo superiores ao tratamento Controle no período chuvoso.

No período seco verificou que os mesmos tratamentos, Aminoácido, Nitrogênio + *A. brasilense* e Aminoácido + *A. brasilense* resultaram nos maiores teores de matéria seca (Tabela 10), isto devido aos estímulos proporcionados às plantas. Vale ressaltar a diferença entre os tratamentos Nitrogênio e Nitrogênio + *A. brasilense*, reforçando os benefícios da bactéria para a obtenção de melhores resultados.

Tabela 10 – Componentes nutricionais do capim Xaraés no período seco.

Tratamentos	MS	MM	PB	FDN	FDA
Aminoácido+ <i>A. brasilense</i>	30,69 a*	7,32 a	7,81 a	67,90 b	36,95 a
Aminoácido	30,67 a	6,7 a	6,98 b	67,81 b	37,43 a
Nitrogênio + <i>A. brasilense</i>	28,71 a	6,36 a	6,72 b	73,42 a	38,99 a
Nitrogênio	26,69 b	7,14 a	6,96 b	72,51 a	42,06 a
Controle	26,25 b	5,96 a	6,42 b	73,55 a	40,41 a
CV%	7,38	8,31	6,69	4,12	6,21

Fonte: Elaboração própria (2024).

* Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si ($P < 0,05$).

O teor de matéria seca seguiu a mesma tendência, com todos os tratamentos resultando em níveis superiores comparado ao Controle. A aplicação dos nutrientes promoveu aumento na quantidade de matérias seca produzida, que é um indicativo de maior acúmulo nutricional (Coelho *et al.*, 2020).

Chama-se atenção para o teor de proteína bruta observado no período seco no tratamento Aminoácido, que apresentou maior média e foi superior estatisticamente aos demais tratamentos. Os aminoácidos utilizados, como a prolina e glicina estão interligadas à síntese proteica (Macedo *et al.*, 2013), o que influenciou na maior concentração deste parâmetro nutricional nas plantas contendo o tratamento citado.

Observando os níveis de FDN e FDA no período chuvoso o tratamento Aminoácido + *A. brasilense* obteve os menores valores, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos, indicando maior qualidade da forragem, tendo em vista que menores teores destas fibras facilitam o consumo do material pelos animais, pois segundo Van Soest (1994) valores acima de 60% limita o consumo e assim diminuindo o desempenho animal.

Os teores observados para o tratamento Controle são considerados elevados, onde no período chuvoso apresentou 72,15 e 41,62% de FDN e FDA, respectivamente e 73,55 e 40,41% de FDN e FDA no período seco, valores estes superiores aos observados por Costa *et al.*, (2017) e Bonfá *et al.*, (2020) que em experimentos com capim Xaraés obtiveram 70 e 65-69% de FDN e 38% e 31-35% de FDA, respectivamente.

Altos teores de fibras na composição da planta forrageira implicam em diminuição da qualidade, pois os teores de fibras atuam de forma divergente com relação aos teores de PB e ao passo que a planta fica mais velha os componentes estruturais tendem a aumentarem, com isso, diminuindo a concentração de PB (Paciullo *et al.*, 2007), assim como os resultados observados neste estudo.

4.6 Digestibilidade *in vitro*

A variável digestibilidade *in vitro* (Tabela 11) apresentou maiores valores nos tratamentos Aminoácido + *A. brasilense* (62,22 e 55,62%) e Nitrogênio + *A. brasilense* (61,90 e 53,63), em ambos os períodos experimentais.

Tabela 11 – Digestibilidade *in vitro* do capim Xaraés nos períodos chuvoso e seco.

DIGESTIBILIDADE <i>in vitro</i>			
	Período chuvoso		Período seco
Aminoácido + A. <i>brasilense</i>	62,22 a*	Aminoácido + A. <i>brasilense</i>	55,62 a*
Nitrogênio + A. <i>brasilense</i>	61,90 a	Nitrogênio + A. <i>brasilense</i>	53,63 ab
Aminoácido	51,79 b	Aminoácido	52,32 ab
Nitrogênio	50,99 b	Nitrogênio	49,07 ab
Controle	49,47 b	Controle	41,61 b
CV%	11,31		10,87

Fonte: Elaboração própria (2024).

* Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si ($P < 0,05$).

A digestibilidade do alimento está relacionada com a capacidade do mesmo em ser degradada pelo animal ruminante e assim absorver os nutrientes e componentes contidos na forragem (Silva e Leão, 1979). O potencial digestível dos alimentos depende de fatores como os teores de fibras, por exemplo, sendo inversamente proporcionais, ou seja, quanto maior o teor de fibras indigestíveis, menor a digestibilidade do capim, assim como observados neste trabalho, onde o tratamento Controle apresentou os maiores teores de fibras e menores valores para a digestibilidade do material, corroborando com Velásquez *et al.*, (2010) que observaram a mesma tendência em trabalhos realizados com capins tropicais.

A proteína também desempenha funções que favorecem a maior degradação das forragens, portanto, alimentos com maiores teores de PB tendem a ser mais facilmente digeridos (Lazzarini *et al.*, 2009), assim como os resultados observados neste trabalho, onde a PB do tratamento Aminoácido + A. *brasilense* ficou entre 8,97 e 7,91% nos respectivos períodos experimentais e a digestibilidade acompanhou essa tendência com 62,22 e 55,62%.

Os resultados indicam que a adubação com Aminoácido e A. *brasilense* é eficaz em melhorar a digestibilidade *in vitro* do capim Xaraés, especialmente no período chuvoso. Garcia *et al.*, (2017) realizando experimentos com capim do gênero *Urochloa* observaram melhorias significativas na digestibilidade quando incluído aminoácidos no manejo

nutricional da forrageira. A presença de *Azospirillum brasilense* potencializa o efeito da utilização de aminoácidos e nitrogênio, sugerindo uma interação benéfica entre esses elementos, corroborando com os resultados obtidos por Costa *et al.*, (2020) que observaram que a combinação entre a bactéria *A. brasilense* com fontes nitrogenadas resultaram em ganhos na digestibilidade e disponibilidade nutricional.

No período seco, embora haja uma redução geral na digestibilidade, a adição de substâncias nutricionais continua a ser vantajosa, destacando a importância de estratégias de manejo que incluam fontes adequadas para manter a qualidade da forragem e a eficiência da produção animal durante períodos de escassez hídrica. Júnior *et al.*, (2017) observaram em trabalhos realizados com adição de aminoácidos em capins tropicais, que dentro do período seco houve incremento em digestibilidade e quantidade de nutrientes quando comparados ao tratamento controle, reforçando que essas substâncias têm efeito residual sobre o desempenho da forrageira na transição das águas para seca.

As substâncias nitrogenadas interferiram positivamente na variável digestibilidade, uma vez que este nutriente, quando fornecido em suas diferentes formas, desempenharam papel na composição morfológica da planta, diminuindo os componentes estruturantes e favorecendo a maior proporção de folhas e conseqüentemente mais quantidade de nutrientes (Gandra *et al.*, 2024).

5 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que a adoção de estratégias de manejo que incluam a aplicação foliar de aminoácidos e *Azospirillum brasilense* pode ser uma alternativa eficiente para substituir a aplicação convencional de nitrogênio, otimizando o desempenho agrônômico do capim *Urochloa brizantha* cv. Xaraés, sendo um fator contribuinte para uma produção animal mais sustentável e lucrativa.

REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, W. A. *et al.* Métodos diretos e indiretos de determinação do teor de clorofila em pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 12, p. 2420-2428, 2009.
- AHMED, B. C. *et al.* Efeitos exógenos da prolina nas relações hídricas e no conteúdo de íons em folhas e raízes de oliveiras jovens. **Amino Acids** v.40, 565–573, 2011.
- ALVES, A. C. *et al.* Efeito do teor de colmos na digestibilidade da forragem e no desempenho de bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 50, n. 6, e20210015, 2021.
- ANDRADE, T. M.; BITTAR, D. Y. Crescimento e produtividade de beterraba sob adubação nitrogenada. **Ipê Agronomic Journal**, v. 5, n. 1, p. 1-7, 2021.
- ARECHE, F. *et al.* Recent and historical developments in chelated fertilizers as plant nutritional sources, their usage efficiency, and application methods. **Brazilian Journal of Biology**, v. 83, p. 1 - 13, 2023.
- BACELAR, B. M. F. S. *et al.* **Uso do medidor de clorofila portátil (clorofilômetro) na adubação nitrogenada de pastagens**. 1 ed. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2015.
- BARBINO, G. C. *et al.* Índice de área foliar e sua relação com o microclima em floresta e pastagem na Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 32, p. 311-335, 2023.
- BESSANI, J. P. P. *et al.* Associação entre adubo foliar e herbicida auxínico no manejo de *Vernonia polyanthes* e recuperação da forrageira *Panicum maximum*. **Revista Principia-Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, v. 59, n. 2, p. 327-341, 2022.
- BISERRA, T. T. *et al.* Produção e valor nutritivo de capim-piatã submetido à adubação orgânica e química. **Nativa**, v. 8, n. 1, p. 150-156, 2020.
- BITTENCOURT, J. V, M. *et al.* **Inoculantes agrícolas**. 8 ed. Curitiba: Sistemas de Produção Agropecuária, 2010.
- BONADIO, J. A. B. *et al.* Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas: inovações. **Ciências Agrárias**, p. 207, 2015.
- BONFÁ, C. S. *et al.* Pastagem de Capim Xaraés consorciada com Estilosantes Campo Grande sob diferentes doses de fósforo. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 60263-60271, 2020.
- CABRAL, E. S. *et al.* Velocidade de rebrota de capim-braquiária em função de diferentes alturas de resíduo e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 50, n. 3, e20210024, 2021.
- CÂNDIDO, M. J. D. *et al.* Potencial e desafios para a produção animal sustentável em pastagens cultivadas do Nordeste. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 20, n. 1, p. 59-70, 2018.

CANTO, M. W. *et al.* Características do pasto e eficiência agrônômica de nitrogênio em capim-tanzânia sob pastejo contínuo, adubado com doses de nitrogênio. **Ciência Rural**, v. 43, p. 682-688, 2013.

CASTRO, C. M. *et al.* Produção de massa seca e relação folha/colmo do capim *Urochloa brizantha* submetido a diferentes doses de composto orgânico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 45, n. 7, p. 398-406, 2016.

CASTRO, F. R. *et al.* Uso de corretivos do solo e a recuperação de pastagem degradada de Braquiária *brizantha*. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 15, p. e76101522617-e76101522617, 2021.

CASTRO, P. R. C *et al.* **Utilização de fosfitos e potencial de aplicação dos aminoácidos na agricultura tropical**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008.

CATAPAN, V. *et al.* Principais pragas de hortaliças-fruto nas famílias das Solanáceas, Cucurbitáceas e Fabáceas. **Editora da Universidade Federal de Maringá - EDUEM**, p. 357-386, 2018.

COELHO, J. J. *et al.* Biofertilisation with anaerobic digestates: A field study of effects on soil microbial abundance and diversity. **Applied Soil Ecology**, 147, 103403, 2020.

COMASTRI, J.; POTT, A. Metodología para avaliação de forrageiras. **EMBRAPA-UEPAE Documentos**, n. 2, 1982.

CÓSER, A. C. *et al.* Métodos para estimar a forragem consumível em pastagem de capim-xaraés. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.875-879, 2003.

COSTA, C. *et al.* Determinação do teor de clorofila em pastagens utilizando o medidor portátil de clorofila SPAD. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 3, p. 465-470, 2008.

COSTA, L. A. *et al.* Composição química, características fermentativas e degradabilidade ruminal in situ de silagem de capim-elefante contendo farelo de vagem de *Parkia platycephala* e ureia. **Tropical Animal Health and Production**, v. 52, p. 3481-3492, 2020.

COSTA, N. L. *et al.* Resposta de pastagens de *Trachypogon plumosus* consorciadas com *Stylosanthes capitata* cv. Lavradeiro a níveis de fósforo e potássio. **Pubvet**. Londrina. v. 11, n. 10, p. 1046-1056, 2017.

DETMANN, E.; COSTA E SILVA, L.F.; ROCHA, G.C.; PALMA, M.N.N.; RODRIGUES, J.P.P. **Métodos para análise de alimentos**. INCT-Ciência Animal, 2 ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, p. 350, 2021.

DUARTE, C. F. D. *et al.* Inoculação de bactérias promotoras do crescimento vegetal em *Urochloa Ruziziensis*. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. e630985978-e630985978, 2020.

DUARTE, M. M. *et al.* Potencial de utilização de *Azospirillum brasilense* e ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de jasmim-amarelo. **Advances in Forestry Science**, v. 7, n. 1, p. 889-895, 2020.

EUCLIDES, V. P. B. *et al.* Produção de forragem e características da estrutura do dossel de cultivares de *Brachiaria brizantha* sob pastejo. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 43, p. 1805-1812, 2008.

FERREIRA, D. S. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, Lavras, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

FRANKLIN, B. *et al.* Plantas para o futuro: compilação de dados de composição nutricional do araçá-boi, buriti, cupuaçu, murici e pupunha. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 10174-10189, 2020.

GALINDO, F. S. *et al.* Maize yield response to nitrogen rates and sources associated with *Azospirillum brasilense*. **Agronomy Journal**, v. 111, n. 4, p. 1985-1997, 2019.

GANDRA, L. C. *et al.* Desempenho de plantas forrageiras bioinoculadas com BiomaPhos®. **Peer Review**, v. 6, n. 3, p. 255-275, 2024.

GARCIA, J. B. *et al.* Efeito da fertilização foliar sobre a produção de biomassa e absorção de nutrientes na grama tanner. **REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria**, v. 18, n. 10, p. 1-11, 2017.

GAZOLA, D. *et al.* Aplicação foliar de aminoácidos e adubação nitrogenada de cobertura na cultura do milho safrinha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 700-707, 2014.

GONÇALVES, P. P. *et al.* Nitrogen fertilization and *Azospirillum brasilense* inoculation on *Panicum maximum* cv. Mombasa. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v. 23, n. 2, 2020.

GUIMARÃES, J. P. N. *et al.* Fatores Críticos de Sucesso na Pecuária Leiteira: um estudo de caso no Sítio Primavera. **Revista Científica da Ajes**, v. 7, n. 15, 2018.

HANISCH, A. L. *et al.* Curva de absorção de nutrientes e acúmulo de massa seca da grama missioneira-gigante em duas épocas de crescimento. **Agropecuária Catarinense**, v. 36, n. 2, p. 22-25, 2023.

HANSEL, F. D. *et al.* Nutrição mineral como aliada das plantas na tolerância a estresses ambientais. **Informações Agronômicas NPCT**, v. 1, p. 10-24, 2021.

HUNGRIA, M. *et al.* Inoculation of *Brachiaria* spp. with the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum brasilense*: an environment-friendly component in the reclamation of degraded pastures in the tropics. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 221, p. 125-131, 2016.

INÁCIO, A. C. F. *et al.* Caracterização morfofisiológica de bactérias solubilizadoras de fosfatos provenientes da rizosfera de plantas alimentícias não convencionais. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 24547-24565, 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (Brasil). **Boletim climático**: Estação meteorológica de Redenção – PA. Brasília: INMET, 2024.

JARDIM, R. R. *et al.* Produtividade e características morfogênicas e estruturais da Braquiária Xaraés e do Estilosantes Mineirão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, p. e56710716896-e56710716896, 2021.

JESUS, B. *et al.* PANCs-Plantas Alimentícias Não Convencionais, benefícios nutricionais, potencial econômico e resgate da cultura: uma revisão sistemática. **Enciclopédia Biosfera**, v. 17, n. 33, 2020.

JÚNIOR, M. R. R. *et al.* Desenvolvimento de Brachiaria brizantha cv. Marandu submetidas a diferentes tipos de adubação (Química e Orgânica). **Revista Unimar Ciências**, v. 24, n. 1-2, 2017.

KHAN, A. L. *et al.* Endophytic fungal association via gibberellins and indole acetic acid can improve plant growth under abiotic stress: an example of Paecilomyces formosus LHL10. **BMC Microbiology**, v.12, p. 1-14, 2012.

KÖPPEN, W. **Das geographische System der Klimate**. Handbuch der Klimatologie, 1936.

KOPRIVA, R. *et al.* The role of glutathione in plant responses to stress. **Molecular Plant**, v. 12 n. 10, p. 1412-1423, 2019.

KOZLOWSKI, T. T. **Responses of Woody Plants to Flooding and Salinity. Environmental Stress and Adaptive Responses in Plants**. San Diego: Academic Press, 1997.

LAURENT, C. *et al.* Increased soil pH and dissolved organic matter after a decade of organic fertilizer application mitigates copper and zinc availability despite contamination. **Science of the Total Environment**, v. 709, p. 135927, 2020.

LAZZARINI, I. *et al.* Dinâmicas de trânsito e degradação da fibra em detergente neutro em bovinos alimentados com forragem tropical de baixa qualidade e compostos nitrogenados. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, p. 635-647, 2009.

LIMA, Joan Bralio Mendes Pereira. **Suplementação de novilhos nelore no período de transição águas-seca em pastagens de capim-piatã diferidas**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais, 2010.

LIMA, M. G. S. *et al.* Avaliação de plantas de milho pulverizadas com ureia isolada e em associação com aminoácidos. **Ceres**, v. 56, n. 3, 2015. Livrocere, p. 380, 1979.

LOBELL, D. B. *et al.* Crop yield gaps: their importance, magnitudes, and causes. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 34, n. 1, p. 179, 2009.

MACEDO, M. C. M. *et al.* Integração lavoura-pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.133-146, 2009.

MACEDO, W. R. *et al.* Responses in root growth, nitrogen metabolism and nutritional quality in Brachiaria with the use of thiamethoxam. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 35, p. 205-211, 2013.

- MACHADO, L. A. Z. CECCON, G. Sistemas integrados de agricultura e pecuária. **Bovinocultura de corte**. v.2, p.1401-1462, 2010.
- MACHADO, R. *et al.* Inoculação foliar de plantas de milho com *Bacillus subtilis* e *Azospirillum brasilense*. **Enciclopedia Biosfera**, v. 17, n. 34, 2020.
- MANÇO, Marisa Xavier. **Pastagens diferidas e bovinos suplementados: valor nutritivo, comportamento ingestivo e produção animal durante o período seco**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2020.
- MARTIN, T. N. *et al.* Microrganismos promotores de crescimento, fixadores de nitrogênio e solubilizadores na cultura da soja. **Tecnologias Aplicadas para o Manejo Rentável e Eficiente da Cultura da Soja**, p. 69, 2022.
- MCDOUGALL, E. I. **Studies on ruminant saliva. The composition and output of sheep's saliva**. *Biochemical journal*, v.43, n.1, p.99, 1948.
- MELO, T. R. *et al.* Initial development of Eucalyptus clone I144 (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*) in response to foliar and soil fertilization. **Scientia Agraria**, v. 18, n. 4, p. 114-120, 2017.
- MELO, T. M. P. *et al.* Transferência de tecnologia para produtores de leite: manejo alimentar. **Anais do Semex**, n. 12, 2019.
- MIRANDA, M. E. R. *et al.* Custos na produção de gado de corte: pastagem versus confinamento. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, p. e209101421923-e209101421923, 2023.
- MOREIRA, B. R. A. *et al.* *Azospirillum brasilense* can impressively improve growth and development of *Urochloa brizantha* under irrigation. **Agriculture**, v. 10, n. 6, p. 220, 2020.
- MORENO, A. L. *et al.* Crescimento do milho em resposta a *Azospirillum brasilense* e nitrogênio. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 10, n. 5, p. 287-294, 2019.
- NASCIMENTO, D. B. *et al.* Nitrogen, phosphorus, and potassium cycling in pasture ecosystems. **Ciência Animal Brasileira/Brazilian Animal Science**, v. 25, 2024.
- NEVES, L. C. R. *et al.* Efeito da compactação do solo e da coinoculação com *Azospirillum brasilense* no desenvolvimento de plantas de amendoim. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 4, p. 1049-1059, 2020.
- NICCHIO, B. *et al.* Efeito da adubação foliar em soqueira de cana-de-açúcar. **Acta Iguazu**, v. 9, n. 2, pág. 10-24, 2020.
- PACIULLO, D. S. C. *et al.* Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 573-579, 2007.

PAIM, M. L. *et al.* Desafios e dificuldades da criação de gado bovino de corte na Serra Gaúcha. **XV mostra de iniciação científica, pós-graduação, pesquisa e extensão: programa de pós-graduação em administração–UCS**, p. 05, 2015.

PATZLAFF, N. L. *et al.* A importância do uso da dose correta na adubação nitrogenada de tifton 85. **Revista Científica Rural**, v. 22, n. 2, p. 1-12, 2020.

PEREIRA, G. M. A. *et al.* Combination of Azospirillum brasilense and Bradyrhizobium japonicum in the promotion of initial corn growth. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 8, n. 1, p. e5360-e5360, 2021.

PEREIRA, M. A. *et al.* Lignina e celulose: efeitos sobre a digestibilidade das forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, n. 4, p. 686-697, 2013.

PEREIRA, M. J. *et al.* Desenvolvimento de variedades de cana-de-açúcar sob aplicação foliar de Nitrogênio. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. e297985359-e297985359, 2020.

PIETROSKI, M. *et al.* Adubação foliar de nitrogênio em capim mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça). **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 2, n. 3, p. 49-53, 2015.

PORTO, L. S. *et al.* Micro-organismos eficazes e Azospirillum brasilense: efeitos sobre a produtividade do milho. **Revista de Biotecnologia & Ciência**, v. 9, n. 2, p. 11 – 21, 2020.

REIS, G. C. *et al.* Bioestimulante em pasto de marandu cultivado no bioma amazônico. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 41, n. 62, p. 3335-3350, 2020.

ROSA, A. do N. *et al.* Melhoramento genético aplicado em gado de corte: Programa Geneplus-**Embrapa**. 2013.

LEITE, R. C. *et al.* Aumento da produtividade, redução do uso de fertilizantes nitrogenados e mitigação do estresse hídrico pela inoculação do capim-marandu (*Urochloa brizantha*) com Azospirillum brasilense. **Crop and Pasture Science** v. 70, n. 1, p. 61-67, 2018.

SADAK, M. S. *et al.* Aplicação foliar de aminoácidos para maximizar o crescimento, produtividade e qualidade do amendoim cultivado em solo arenoso. **Brazilian Journal of Biology**, v. 83, 2023.

SANTOS, C. A. C. *et al.* Produtividade do girassol sob a ação de bioestimulante vegetal em diferentes condições de semeadura no sistema plantio direto. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 14, n. 2, 2016.

SANTOS, G. S. *et al.* Capim Braquiária inoculado com Azospirillum brasilense submetido à adubação nitrogenada. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 11, n. 15, p. e10111536788-e10111536788, 2022.

SANTOS, N. F. *et al.* Genome-based reclassification of Azospirillum brasilense Sp245 as the type strain of Azospirillum baldaniorum sp. nov. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, v. 70, n. 12, p. 6203-6212, 2020.

SBRISSIA, A. F. *et al.* Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-Marandu sob lotação contínua. **Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, 2004.

SILVA, F. A. *et al.* Aplicação foliar de prolina no crescimento e fisiologia do milho verde cultivado em solo salinizado. In: **Colloquium Agrariae**. p. 23-34, 2020.

SILVA, JFC da; LEÃO, M. I. Fundamentos de nutrição dos ruminantes. **Piracicaba: Livrocere**, v. 1, 1979.

SILVA, A. P. R. *et al.* Protecionismo x Ambientalismo: um estudo de caso sobre os padrões de sustentabilidade aplicados no comércio internacional de carne bovina. 2023.

SOUZA, G. L.; BARCELLOS, J. O. J. Uso de aminoácidos na adubação de capim marandu e sua influência na produção de forragem e na qualidade nutricional. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 50, n. 9, p. e20210007, 2021.

SOUZA, L. C. *et al.* Metabolismo de nitrogênio em plantas de milho submetidas à deficiência hídrica, brassinosteróides e azospirillum. **Brazilian Journal of Biology**, v. 83, p. e276264, 2023.

TAIZ, Lincoln, ZEIGER, Eduardo. Fisiologia Vegetal Tropical. **Fisiologia Vegetal**. Artmed, 2009.

TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Grass and forage science**, v. 18, n. 2, p. 104-111, 1963. **Tropical Animal Health and Production**, v. 52, p. 3481-3492, 2020.

VALLE, C. B. *et al.* **Métodos de Avaliação e Caracterização de Cultivares de Capim**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2004.

VAN SOEST, P. J. **Ecologia nutricional do ruminante**. Cornell university press, 1994.

VELÁSQUEZ, P. A. T. *et al.* Composição química, fracionamento de carboidratos e proteínas e digestibilidade in vitro de forrageiras tropicais em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 1206-1213, 2010.

VICTORIA FILHO, R. *et al.* Manejo sustentável de plantas daninhas em pastagens. **Manejo de plantas daninhas em cultruas agrícolas**. p. 179-207, 2014.

ZANINE, A. M. *et al.* Possíveis causas da degradação de pastagens. **REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria**, v. 6, n. 11, p. 1-23, 2005.