



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO INTEGRADO EM ZOOTECNIA NOS
TRÓPICOS**

SÂMIA ALVES LOPES

**MANEJO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA SOBRE AS CARACTERÍSTICAS
ESTRUTURAIS, DESEMPENHO AGRONÔMICO E PRODUÇÃO DE RAÍZES DE
CULTIVARES DE *Urochloa* spp.**

**Araguaína, TO
2024**

Sâmia Alves Lopes

**Manejo da adubação nitrogenada sobre as características estruturais,
desempenho agronômico e produção de raízes de cultivares de *Urochloa* spp.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT), como requisito parcial para a obtenção do grau de mestre em Ciência Animal Tropical.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Clementino dos Santos

Araguaína, TO
2024

Sâmia Alves Lopes

Manejo da adubação nitrogenada sobre as características estruturais, desempenho agrônômico e produção de raízes de cultivares de *Urochloa* spp.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT), como requisito parcial para a obtenção do grau de mestre em Ciência Animal Tropical, aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data da aprovação: ____/____/____

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Antonio Clementino dos Santos, Orientador, UFNT

Prof. Dr. José Geraldo Donizetti dos Santos, Examinador, UFNT

Prof. Dr. Durval Nolasco das Neves Neto, Examinador, UNITPAC

À minha família, primordialmente aos meus pais, pois deles é o mérito por incentivar e promover, apesar de todas as dificuldades, o meu ingresso acadêmico, permitindo a transformação dos meus ideais em realizações. A vocês, dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço infinitamente a Deus, pela vida e oportunidades com que fui agraciada.

Aos meus pais Orlando e Maria Salete, pela educação que me proporcionaram, por contribuírem inestimavelmente com a minha formação.

Ao meu esposo Anunciato, pelo incentivo, compreensão e companheirismo ao longo dessa jornada.

Aos meus filhos Bernardo e João Arthur, por serem meu combustível diário na busca pelo meu desenvolvimento profissional.

À Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT), que por meio do Programa de Pós Graduação Integrado em Zootecnia nos Trópicos (PPGIZT), possibilitou a existência do mestrado realizado e todo o suporte necessário.

Ao meu orientador Antonio Clementino, pela oportunidade cedida. A sua experiência e riqueza de conhecimento foram imprescindíveis para a realização desse trabalho.

Ao grupo de Solos, pelos conhecimentos proporcionados e apoio para a realização das atividades, principalmente nas pessoas de João Lucas, Caryze, Luan, Kaio César, Daniel, Paulo Humberto e Vinícius.

Aos técnicos do Laboratório de Solos, Klezion e Lucas, pelo apoio durante os procedimentos e ao Tiago Barbalho, sempre solícito em partilhar conhecimento e em me atender com as dúvidas durante a condução do experimento de pesquisa.

A todo corpo docente do curso de Zootecnia da UFNT, pelas disciplinas ministradas que foram fundamentais para a construção do conhecimento adquirido.

Aos terceirizados da UFNT - CCA, que me ajudaram na instalação e manutenção do experimento.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES), pela bolsa concedida, de inestimável ajuda para a manutenção do experimento e provimento dos recursos necessários durante a dedicação ao mestrado.

A todos que de alguma forma contribuíram para esse momento, minha sincera gratidão.

RESUMO

O cultivo de pastos em solos de menor fertilidade natural, como os Neossolos Quartzarênicos, sem o uso da adubação, reflete em menor produção e afeta a perenidade das plantas forrageiras. No entanto, o manejo da fertilidade dos solos em associação ao uso de forrageiras tropicais adaptadas, permite que estes solos sejam explorados abundantemente. Conduziu-se estudo para avaliar as respostas de cultivares de *Urochloa spp.* e efeito da adubação nitrogenada, sobre as características estruturais e desempenho agrônômico, assim como o crescimento, distribuição e produtividade do sistema radicular das plantas em pastagens cultivadas em Neossolo Quartzarênico, durante a estação chuvosa. O experimento foi conduzido em blocos casualizados em esquema fatorial 4x2 e com 4 repetições. Os tratamentos consistiram em cultivares de forrageiras (Xaraés, Piatã, Mavuno e Marandu) e doses de nitrogênio (controle e 300 kg ha⁻¹ de N), parceladas em aplicações de 50 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹. Não houve efeito de interação entre cultivares e doses. As cultivares apresentaram respostas distintas quanto as características de dossel, no entanto, tiveram mesma produtividade, com média de massa seca total (MST) de 3.761,7 kg ha⁻¹. A aplicação de nitrogênio modificou as características estruturais e conduziu a maior desempenho agrônômico, sem interferir na qualidade da forragem. A combinação dos fatores influenciou a massa seca de raízes (MSR) nos estratos 20-40 (p=0,003) e 60-80 (p=0,001), resultando em menor produção de MSR para a cultivar Xaraés quando aplicada a adubação nitrogenada. Foram verificadas diferenças entre as médias de produção de raízes dos capins nos estratos 40-60 (p<0,0001), 80-100 (p=0,002) e massa seca total de raízes (MSTR) p=0,003, que foi superior para Marandu, no entanto a Mavuno e Piatã não se diferenciaram da cultivar Xaraés, de menor produção. O fornecimento de nitrogênio reduziu a MSR para as profundidades avaliadas, resultando em menor MSTR em comparação aos tratamentos sem adubação (13,32%). A relação parte aérea: raiz (RPAR) foi reduzida em todas as cultivares quando não empregada a adubação nitrogenada, indicando que em situação de escassez de nutriente, as forrageiras alocaram maior quantidade de carboidratos nas raízes. À semelhança da cultivar Marandu, as cultivares Xaraés, Mavuno e Piatã são bem adaptadas aos solos do ecótono Cerrado-Amazônia, com desempenho produtivo semelhantes, demonstrando excelente potencial para a diversificação de forragem no contexto da exploração pecuária.

Palavras-chave: Intensificação. Neossolo Quartzarênico. Pastagens. Produtividade.

ABSTRACT

The cultivation of pastures in soils with lower natural fertility, such as Quartzarene Neosols, without the use of fertilization, results in lower production and affects the perenniality of forage plants. However, soil fertility management in association with the use of adapted tropical forages allows these soils to be exploited abundantly. A study was conducted to evaluate the responses of *Urochloa* spp. cultivars and the effect of nitrogen fertilization on structural characteristics and agronomic performance, as well as the growth, distribution and productivity of the root system of plants in pastures cultivated in Quartzarenic Neossolo, during the rainy season. The experiment was conducted in randomized blocks in a 4x2 factorial design with 4 replications. The treatments consisted of forage cultivars (Xaraés, Piatã, Mavuno and Marandu) and nitrogen doses (control and 300 kg ha⁻¹ of N), divided into applications of 50 kg ha⁻¹ cycle⁻¹. There was no interaction effect between cultivars and doses. The cultivars presented different responses regarding canopy characteristics, however, they had the same productivity, with an average total dry mass (MST) of 3.761,7 kg ha⁻¹. The application of nitrogen modified the structural characteristics and led to greater agronomic performance, without interfering with forage quality. The combination of factors influenced the root dry mass (MSR) in strata 20-40 (p=0,003) and 60-80 (p=0,001), resulting in lower MSR production for the Xaraés cultivar when nitrogen fertilization was applied. Differences were found between grass root production averages in strata 40-60 (p<0,0001), 80-100 (p=0,002) and total root dry mass (MSTR) p=0,003, which was higher for Marandu, however Mavuno and Piatã did not differ from the Xaraés cultivar, which has lower production. The supply of nitrogen reduced the MSR for the depths evaluated, resulting in a lower MSTR compared to treatments without fertilization (13,32%). The shoot: root ratio (RPAR) was reduced in all cultivars when nitrogen fertilization was not used, indicating that in situations of nutrient scarcity, forage plants allocated a greater amount of carbohydrates to the roots. Like the Marandu cultivar, the Xaraés, Mavuno and Piatã cultivars are well adapted to the soils of the Cerrado-Amazônia ecotone, with similar productive performance, demonstrating excellent potential for forage diversification in the context of livestock farming.

Keywords: Intensification. Quartzarenic Neosol. Pastures. Productivity.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1 - CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES DE *Urochloa* submetidas A ADUBAÇÃO NITROGENADA.....30

Figura 1 - Temperatura mensal máxima, média e mínima e precipitação mensal e mensal histórica (1991 a 2020) durante o período de condução do experimento34

Figura 2 - Período de realização de procedimentos na área experimental36

Figura 3 - Croqui com a disposição dos tratamentos na área experimental37

Figura 4 - Médias da estação chuvosa para as variáveis altura de dossel (ALTD) e densidade populacional de perfilhos (DPP) das cultivares de *Urochloa* spp.....42

Figura 5 - Massa seca dos componentes foliares e massa seca total das cultivares de *Urochloa* spp, durante estação chuvosa44

Figura 6 - Proporção dos componentes foliares em relação a massa seca total de cultivares de *Urochloa* spp., durante a estação chuvosa45

Figura 7 - Proporção dos componentes foliares em relação a massa seca total de cultivares de *Urochloa* spp., sob doses de nitrogênio, durante a estação chuvosa ..48

CAPÍTULO 2 - ESTRATIFICAÇÃO E PRODUTIVIDADE DE RAÍZES E PARTIÇÃO DE MASSA SECA DE CULTIVARES DE *UROCHLOAS* SOB EFEITO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA.....58

Figura 1 - Temperatura mensal máxima, média e mínima e precipitação mensal e mensal histórica (1991 a 2020) durante o período de condução do experimento61

Figura 2 - Período de realização de procedimentos na área experimental63

Figura 3 - Croqui com a disposição dos tratamentos na área experimental64

Figura 4 - Distribuição proporcional da massa de raízes nas camadas de 0 a 120 cm de profundidade no perfil do solo, para os capins avaliados68

Figura 5 - Ilustração da proporção entre massa seca da parte aérea e massa seca de raízes dos capins Xaraés, Piatã, Mavuno e Marandu, durante período chuvoso.69

Figura 6 - Concentração de raízes nas camadas de 0 a 120 cm de profundidade no perfil do solo, em função da aplicação da dose de nitrogênio (kg ha^{-1}).....71

Figura 7 - Ilustração da relação entre massa seca da parte aérea e massa seca de raízes sob efeito da adubação nitrogenada, durante período chuvoso72

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1 - CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES DE *Urochloa* submetidas A ADUBAÇÃO NITROGENADA.....30

Tabela 1 - Análise química e física do solo para implementação do experimento....35

Tabela 2 - Análise química do solo ao final do período experimental35

Tabela 3 - Médias das variáveis avaliadas em função das cultivares e doses, em pastagens de *Urochloa* spp. cultivadas em Neossolo Quartzarênico, durante estação chuvosa.....41

CAPÍTULO 2 - ESTRATIFICAÇÃO E PRODUTIVIDADE DE RAÍZES E PARTIÇÃO DE MASSA SECA DE CULTIVARES DE *UROCHLOAS* SOB EFEITO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA.....58

Tabela 1 - Análise química e física do solo para implementação do experimento...62

Tabela 2 - Análise química do solo ao final do período experimental62

Tabela 3 - Produção de Massa Seca de Raíz em função das cultivares e da adubação nitrogenada até 1,2 m de profundidade, durante o período chuvoso67

Tabela 4 - Desdobramentos dos efeitos dos fatores na produção de massa seca de raiz nas camadas 0,20-0,4 m e 0,6-0,8 m, durante o período chuvoso.....73

Tabela 5 - Produção de massa seca da parte aérea e de raiz e razão parte aérea/raiz das cultivares submetidas a adubação nitrogenada, durante estação chuvosa.....74

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 FORRAGEIRAS TROPICAIS DO GÊNERO <i>UROCHLOA</i>	14
2.1.1 <i>Urochloa brizantha</i> cultivar Marandu	14
2.1.2 <i>Urochloa brizantha</i> cultivar Xaraés.....	15
2.1.3 <i>Urochloa brizantha</i> cultivar Piatã	16
2.1.4 <i>Urochloa brizantha</i> x <i>Urochloa ruziziensis</i> cultivar Mavuno.....	17
2.2 FERTILIDADE DOS SOLOS DE ECÓTONO CERRADO-AMAZÔNIA	18
2.3 ADUBAÇÃO NITROGENADA.....	19
2.3.1 Efeito do nitrogênio nas raízes de forrageiras	20
REFERÊNCIAS.....	22
CAPÍTULO 1 - CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES DE <i>Urochloa</i> submetidas A ADUBAÇÃO NITROGENADA.....	30
1 INTRODUÇÃO.....	32
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	34
2.1 LOCAL E CONDIÇÕES CLIMÁTICAS	34
2.2 ANÁLISE DE SOLO	34
2.3 PREPARO DA ÁREA.....	36
2.3.1 Adubação de estabelecimento	36
2.3.2 Adubação de manutenção.....	36
2.4 TRATAMENTOS	37
2.5 AVALIAÇÕES.....	37
2.5.1 Altura do dossel (ALTD)	38
2.5.2 Densidade populacional de perfilhos (DPP)	38
2.5.3 Massa seca (MS).....	38
2.5.4 Índice de área foliar (IAF)	39
2.6 ESTATÍSTICA E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	39
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
4 CONCLUSÃO.....	51
REFERÊNCIAS.....	52
CAPÍTULO 2 - ESTRATIFICAÇÃO E PRODUTIVIDADE DE RAÍZES E PARTIÇÃO DE MASSA SECA DE CULTIVARES DE <i>UROCHLOAS</i> SOB EFEITO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA.....	58
1 INTRODUÇÃO.....	60
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	61

2.1 LOCAL E CONDIÇÕES CLIMÁTICAS.....	61
2.2 ANÁLISE DE SOLO	61
2.3 PREPARO DA ÁREA.....	63
Fonte: Elaborado pela autora.....	63
2.3.1 Adubação de estabelecimento	63
2.3.2 Adubação de manutenção.....	63
2.4 TRATAMENTOS	64
2.5 AVALIAÇÕES.....	64
2.5.1 Massa seca de raízes (MSR)	64
2.5.2 Massa seca da parte aérea (MSPA)	65
2.5.3 Razão parte aérea/raiz.....	65
2.6 ESTATÍSTICA E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	65
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	66
4 CONCLUSÃO.....	76
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	77
REFERÊNCIAS.....	79

1 INTRODUÇÃO GERAL

A pecuária nacional vem se mantendo em posição de destaque nos últimos anos, reflexo de estruturado processo de desenvolvimento que culminou em maior produtividade e qualidade da carne bovina. Resultado conquistado em menor área de abrangência, já que com o avanço da agricultura, as pastagens vêm perdendo espaço territorial (ABIEC, 2023), margeadas cada vez mais para as fronteiras agrícolas, comuns na região do ecótono Cerrado-Amazônia (DIAS-FILHO, 2011).

Nessa região, o maior entrave a produção pecuária é o suprimento irregular de forragem durante o ano, em decorrência de fatores adversos ao bom desenvolvimento da forrageira, como o estresse hídrico sazonal, baixa disponibilidade de nutrientes e manejo incorreto do pasto e pastejo, que podem alterar a composição do dossel forrageiro e comprometer a produtividade do sistema (SILVA et al., 2016; LOPES et al., 2017).

A intensificação das áreas de pastagem, com o cultivo de forrageiras com bom potencial de acúmulo de forragem e baixo ritmo de redução do valor nutritivo, aliada a estratégias que conduzam a um maior acúmulo de biomassa, como o uso de nitrogênio, pode conduzir a melhor distribuição de forragem ao longo do ano, resultando em maior sustentabilidade (CARDUCCI et al., 2015; OLIVEIRA, 2020).

O nitrogênio do solo, proveniente da mineralização da matéria orgânica, não é suficiente para atender à demanda das forrageiras de alta produtividade, de modo que a adubação nitrogenada se torna indispensável (FAGUNDES et al., 2006).

Esse nutriente é um componente importante das proteínas, que atua maximizando o rendimento de matéria seca das gramíneas forrageiras e, conseqüentemente, a quantidade de forragem produzida por unidade de tempo (DUPAS et al., 2016).

Quando fornecido ao solo, o nitrogênio é assimilado pela planta e associado às cadeias de carbono, estimulando o aumento dos constituintes celulares, o que por sua vez, resulta em maior vigor nas rebrotas e conseqüente maior produção de fitomassa (GALINDO et al., 2017). Também estimula o crescimento das raízes, envolvendo os mecanismos de acúmulo de carboidratos (GARNETT et al., 2009), em que as raízes, por meio do maior comprimento e densidade, podem mobilizar mais nutrientes e água, por atingir camadas mais profundas (PEQUENO, 2014).

Em solos arenosos, verificou-se aumento da concentração de nitrogênio na parte aérea da planta proporcionalmente ao aumento do fornecimento do nutriente, influenciando diretamente no teor de proteína da forrageira elevando a produtividade dos pastos (COSTA et al., 2008).

O uso da espécie forrageira deve levar em consideração a capacidade de produção, qualidade nutritiva, adaptação ao clima e tipo de solo (MITTELMANN, 2006). Haja vista a adaptabilidade e flexibilidade frente aos amplos cenários encontrados nas diferentes regiões do país, as forrageiras da espécie *Urochloa Brizantha* mantêm destaque (RIBEIRO et al., 2016).

Cultivares dessa espécie apresentam alta produção de fitomassa aérea e radicular, tolerância a solos ácidos, crescimento rápido, alta eficiência fotossintética e no uso de nutrientes (ARROYAVE et al., 2013). Quando cultivadas em solos de fertilidade construída, principalmente pela adição do nitrogênio, conseguem expressar grande potencial de desenvolvimento do seu sistema radicular, que por meio do maior comprimento e densidade, podem mobilizar mais nutrientes e água, por atingir camadas mais profundas, além do efeito físico no solo, depositando carbono em profundidade (PEQUENO, 2014).

Apesar da grande extensão de áreas cultivadas com espécies de *Urochloa*, estudos que contemplem as situações verificadas nas diversas condições edafoclimáticas, ainda são pouco representativos (FAGUNDES et. al., 2006). Associar forrageiras de alto potencial produtivo à adubação nitrogenada podem minimizar os efeitos da sazonalidade climática e baixa produtividade em solos arenosos pelos efeitos positivos promovidos na parte aérea e raízes (CECATO et al., 2004), conduzindo a maior longevidade dos pastos.

Neste âmbito, objetivou-se investigar as respostas de cultivares de *Urochloa spp.* sob efeito da adubação nitrogenada, quanto a estrutura, desempenho agrônômico e desenvolvimento do sistema radicular das forrageiras em pastagens estabelecidas em Neossolo Quartzarênico, durante estação chuvosa.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Forrageiras tropicais do gênero *Urochloa*

As forrageiras do gênero *Urochloa* (Syn. *Brachiaria*) ocupam mais de 90 milhões de hectares de pastagens no Brasil (BODDEY et. synal., 2020), sendo as mais usadas no estabelecimento, na formação e na recuperação de pastagens (ZIMMER & EUCLIDES, 2000).

A maioria das espécies descritas e cultivadas de *Urochloa* é originária da África, seu maior centro de diversidade. Algumas dessas espécies africanas foram introduzidas no Brasil a partir de 1952, incluindo as quatro principais espécies forrageiras cultivadas no Brasil, *U. humidicola*, *U. decumbens*, *U. brizantha* e *U. ruziziensis* (PARSONS, 1972). Dentre as espécies deste gênero, a *U. brizantha* é uma das mais difundidas (COSTA et al., 2007).

As forrageiras da espécie *U. Brizantha*, foram de grande importância para a pecuária no Brasil nas últimas décadas, haja vista a adaptabilidade e flexibilidade frente aos amplos cenários encontrados nas diferentes regiões do país (RIBEIRO et al., 2016). Estabelecendo-se de forma mais pronunciada em região de transição Cerrado-Amazônia, em que permitiu a expansão da atividade pecuária nos solos fracos e ácidos que caracterizam grande parte desse bioma (VALLE et al., 2009).

Na espécie *U. Brizantha*, predominam as cultivares (cv.) Marandu, Piatã e Xaraés (MACEDO et al., 2013). Ocorre também o desenvolvimento de novas cultivares adaptadas a condições ambientais específicas, que é um fator relevante visando a sustentabilidade das pastagens (JANK et al., 2017; RESENDE et al., 2015).

2.1.1 *Urochloa brizantha* cultivar Marandu

Com o avanço das pastagens cultivadas sobre as pastagens nativas, a cultivar Marandu, popularmente conhecida como braquiarião, firmou-se como o capim ideal para exploração pecuária nos Cerrados, visto a sua resistência à cigarrinha das pastagens e tolerância a solos ácidos e de baixa fertilidade (CRUZ, 2010; VALLE et al., 2017), por mais que a exigência do capim Marandu em relação a fertilidade do solo seja de média a alta (ZIMMER et al., 2007).

É uma gramínea forrageira de hábito de crescimento cespitoso, com alturas em crescimento livre que podem variar entre 1,5 a 2,5 m, folhas pouco pilosas, bainha com pilosidade, inflorescências tipo racemo com espiguetas distribuídas de forma unisseriada, o florescimento é mais intenso entre os meses de fevereiro a março (FONSECA & MARTUSCELLO, 2021). As raízes são profundas favorecendo a sobrevivência durante períodos de seca prolongadas (COSTA, 2001).

De rápido estabelecimento, possui produtividade bem distribuída no ano e alta produção de massa seca de forragem. A produção de matéria seca está entre 12 a 20 t ha⁻¹ ano, com proteína bruta em torno de 10% (VALLE et al., 2010).

Adicionando doses de nitrogênio de até 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹, Magalhães et al. (2007), determinaram incremento, na maior dose, de 3.131 kg ha⁻¹ de produção de matéria seca de folha do capim braquiária em resposta a adubação nitrogenada quando comparado a testemunha.

Avaliando os efeitos de doses de adubação nitrogenada aplicadas em pastagens de *Urochloa brizantha* cv. Marandu durante a estação chuvosa, Delevatti (2019), obteve aumento na massa de forragem, taxa de acúmulo de forragem, taxa de lotação e ganho por área com a adição de doses de nitrogênio.

2.1.2 *Urochloa brizantha* cultivar Xaraés

A cultivar MG5 Xaraés foi lançada em 2002 com o objetivo de promover a diversificação de espécies forrageiras nas pastagens do gênero *Urochloa*, como alternativa ao cultivo do capim Marandu, majoritariamente cultivado em todo o Brasil Central (VALLE et al., 2004).

É uma planta cespitosa, de 1,5 m de altura com coloração verde-escura, folha lanceolada, colmos finos que possuem nós que podem enraizar em contato com o solo (VALLE et al., 2010). Possui média exigência em fertilidade do solo, alta produtividade em folhas, adaptação média a solos mal drenados e florescimento tardio, permitindo maior qualidade da forragem até o outono (FONSECA & MARTUSCELLO, 2021).

O capim Xaraés possui maior velocidade de rebrota e maior produção de forragem em comparação a outras cultivares da mesma espécie, o que permite elevada capacidade de suporte e produtividade por área (FLORES et al., 2008).

Produz em torno de 18 t ha⁻¹ de massa seca e proteína bruta em torno de 10 a 13 % (CARLOTO et al., 2011).

Conduzindo estudo para verificar a produção de massa seca e nutrição nitrogenada de cultivares de *U. brizantha*, Costa et al. (2009) observaram incremento linear para massa seca (MS), em que na maior dose de nitrogênio, a cultivar Xaraés obteve 13 e 9% a mais de MS em relação aos cultivares MG4 e Marandu, respectivamente.

Avaliando o capim Xaraés sob diferentes doses de nitrogênio (0; 125; 250; 375 e 500 kg ha⁻¹ de N), Cabral et al. (2012) determinaram que a adubação nitrogenada atua positivamente nas características relacionadas ao crescimento e a produção de massa, com dose recomendada de 250 kg ha⁻¹ de nitrogênio de forma parcelada, no período chuvoso.

Maia et al. (2014) ao avaliarem a produtividade e composição química de gramíneas forrageiras de *Urochloa*, observaram produções acumuladas de 19.323 (Piatã), 16.058 (Marandu) e 16.940 (Xaraés) kg ha⁻¹ ano⁻¹ de massa seca, sendo que estas cultivares foram as mais adequadas quanto à composição química, por apresentar alimentos de melhor qualidade em comparação com a MG4, *U. decumbens* e *U. ruziziensis*.

2.1.3 *Urochloa brizantha* cultivar Piatã

Como opção para a diversificação das pastagens, foi lançada em 2007, pela Embrapa a cultivar BRS Piatã, caracterizada como uma forrageira de boa adaptação a solos de média a boa fertilidade e mal drenados.

O capim Piatã é uma planta de hábito cespitoso, apresenta porte médio com altura de 0,85 a 1,10 m, com folhas de até 0,45 m de comprimento e 1,8 cm de largura. Os colmos são verdes e finos, as bainhas foliares têm poucos pelos e a lâmina foliar é glabra, áspera na face superior, com bordas serrilhadas e cortantes. Sua inflorescência possui espiguetas sem pelos e arroxeadas no ápice e se diferencia de outras cultivares de *U. brizantha* devido ao maior número de racemos (QUINTINO et al., 2016).

Essa forrageira floresce no início do verão, com maior acúmulo de folhas, apesar de apresentar menor massa de forragem que o capim Xaraés, seus colmos

são mais finos, o que favorece o manejo na época seca. A produtividade média é de 9,5 t ha⁻¹ ano de matéria seca (VALLE et al., 2007; QUINTINO et al., 2016).

Dados de Pezzopane et al. (2015), demonstraram que o capim Piatã sob condições de déficit hídrico se mostrou verde por mais tempo, com menor redução de crescimento do que os capins Xaraés, Marandu e Paiaguás, porém foi menos produtivo em função do estresse hídrico.

Ao verificar diferentes doses de nitrogênio (0, 50, 100, 150, 200 e 250 kg ha⁻¹ de N) e épocas de corte na produção de massa seca e outras características agrônômicas da cultivar Piatã, Lima et al. (2021) encontraram resposta linear positiva, com máximo de 7.440 kg ha⁻¹ de massa seca total na maior dose de N administrada, em período de 4 ciclos de colheita.

2.1.4 *Urochloa brizantha* x *Urochloa ruziziensis* cultivar Mavuno

O capim Mavuno, gramínea híbrida resultado do cruzamento entre *Urochloa brizantha* cv. Marandu x *Urochloa ruziziensis*, foi lançado em 2016 pela empresa Wolf Seeds, com proposta de alta produtividade e elevada qualidade e palatabilidade (VIEIRA et al., 2020).

Se trata de uma planta perene, com hábito de crescimento ereto, formando touceiras, as quais com altura média de 1,3 m. Possui folhas longas e largas, arqueadas e pilosas nas faces axial e abaxial, que atua como uma barreira natural contra pragas (WOLF SEEDS, 2021).

Possui produção estimada de 20 t ha⁻¹ ano de MS e suas características agrônômicas são maior digestibilidade, palatabilidade e qualidade bromatológica, alta relação folha:colmo, maior capacidade de rebrota, emissão de inflorescência tardia, tolerância a cigarrinha das pastagens, a acidez do solo e a geada, além de elevada produção de forragem (WOLF SEEDS, 2021).

O desenvolvedor aponta que a cultivar tem como características mais relevantes a maior capacidade de suportar déficits hídricos devido seu sistema radicular bem desenvolvido e manter a qualidade nutricional mesmo no período de seca. Por outro lado, a parte aérea desenvolve-se mais lentamente, pois prioriza o crescimento do sistema radicular, isso aumenta o período de estabelecimento.

Conduzindo estudo para determinar o acúmulo de forragem e o valor nutritivo do capim Mavuno sob estratégias de manejo no ecótono Cerrado-Amazônia,

Rodrigues (2019) obteve que o capim Mavuno mostrou potencial para cultivo na região, com acúmulo de forragem que não distinguiu do Marandu (média de 3.874 e 3.744 kg ha⁻¹ ciclo, respectivamente) assim como valor nutritivo semelhante para os capins durante a estação chuvosa.

Avaliando seis forrageiras do gênero *Urochloa*, Batista et al. (2023), verificaram que a média de taxa de acúmulo de forragem estimada ao longo de 3 ciclos produtivos foi superior para as cultivares Mavuno e Xaraés quando comparadas ao Marandu, sejam adubadas ou não. No entanto, quando adubadas, houve incremento provocado pela adubação nitrogenada em 38,7% para o Mavuno, 29,6% para Xaraés e 24,9% para Marandu, que se mostrou menos responsiva ao emprego de adubação.

2.2 Fertilidade dos solos de ecótono Cerrado-Amazônia

Zonas de transição de Cerrado-Amazônia são constituídas por solos altamente intemperizados o que está associado a baixa fertilidade natural, por apresentarem características como elevada acidez, alta saturação por alumínio e baixa capacidade de troca de cátions (LOPES & GUILHERME, 2016).

Há ampla variedade de classes de solo, no entanto, a atividade pecuária desenvolve-se em grande parte em pastagens implantadas sob solos de textura arenosa, cuja estrutura é formada basicamente de grãos de quartzo, que são porosos, permeáveis e bem drenados, favorecendo a lixiviação dos nutrientes (SPERA et al., 1999).

Além dessas limitações ao cultivo, o histórico de uso desses solos na agricultura convencional, adotando manejos que elevam o desgaste desses solos, torna mais crítico o desenvolvimento da atividade nessa região (BONETTI et al., 2018), já que a fertilidade do solo é caracterizada pela ação conjunta de seus componentes físicos, químicos e biológicos, e vai diminuindo em ritmo mais acelerado no caso de manejos inadequados do solo (GUARÇONI et al., 2019).

Diante disso, esses solos tornam-se dependentes de fertilizantes químicos e corretivos (COSTA, 2014). Para Lapola et al. (2013), uma pecuária mais intensiva pelo incremento da fertilidade dos solos pode promover melhores produtividades por área sem necessidade de abertura de novas áreas.

A região Centro-Oeste, que é formada em sua maioria por áreas de cerrado, deteve o maior efetivo bovino do país, com 71,8 milhões de cabeças no ano de 2022 (ABIEC, 2023). Esse cenário é resultado do uso de insumos e técnicas de manejo, que condiciona a uma maior produção de forragem, resultando em maior taxa de lotação e consequente maior produtividade animal por unidade de área (SANTOS et al.; 2016), já que a base da atividade se dá sob pastagens.

Desse modo, o manejo de pastagens em solos do ecótono Cerrado-Amazônia, deve priorizar a escolha de forrageiras adequadas, aliado a manutenção de níveis de nutrientes compatíveis com os extraídos pelas plantas (RIES & SHUGART, 2008), promovendo maior produtividade e perenidade das pastagens. Assim, conciliar o uso de cultivares e adubação em adequação com as exigências nutricionais do capim, conduz a maior oferta de massa de forragem e consequente melhor desempenho animal (SANTOS et al., 2009).

2.3 Adubação nitrogenada

Entre os nutrientes essenciais, o nitrogênio (N) é um dos principais que impactam o desenvolvimento e produtividade das plantas (SILVA et al., 2019). O suprimento de N em solos tropicais é principalmente via mineralização da matéria orgânica, o que normalmente não atende à demanda das forrageiras (FAGUNDES et al., 2006).

O nitrogênio orgânico, para ser absorvido pelas plantas precisa ser mineralizado até a forma amoniacal (NH_4^+), que ao passar pelo processo de nitrificação em solos oxidados é rapidamente transformado para a forma nítrica (NO_3^-), o que pode resultar em quantidades de nitrato no solo além da capacidade de absorção pelas plantas, ocorrendo lixiviação (VIEIRA, 2017).

A deficiência de nitrogênio pode resultar em desequilíbrios nutricionais como a redução na taxa de crescimento da parte aérea e do sistema radicular, resultando em prejuízos na produção de volumoso. Devido a pouca disponibilidade de N em solos do ecótono Cerrado-Amazônia, e visando intensificação das áreas de pastagens, adubos nitrogenados minerais são bastante utilizados (COSTA, 2006).

A ureia ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) é um dos principais adubos nitrogenados empregado na agricultura, o qual apresenta 46% de N solúvel em água. No solo, o N da ureia transforma-se em amônia gasosa (NH_3) e nitrato NO_3^- (JADOSKI et al., 2010).

Quando há adubação nitrogenada, são observadas grandes alterações na taxa de acúmulo de massa seca da forragem ao longo das estações do ano (FAGUNDES et al., 2006), maior acúmulo de massa seca de colmos e maior perfilhamento administrando doses maiores de nitrogênio (GERMANO et al., 2018; TEIXEIRA et al. 2018).

O nitrogênio promove rápido crescimento da pastagem e pode acarretar em melhor valor nutritivo da forragem e maior ganho de peso por área, devido ao aumento da capacidade de suporte, favorecendo a sustentabilidade da atividade pecuária (GURGEL et al., 2018; ASSMANN et al., 2010).

A adubação nitrogenada depende bastante da forrageira e do manejo para conferir efeito nas variáveis avaliadas (OLIVEIRA et al., 2016). As plantas, em condições ótimas de umidade, absorvem o elemento nitrogênio rapidamente, o deslocam para sintetizar diversas proteínas, que por sua vez associado à cadeia carbônica promovem, entre outros aspectos, a coloração verde cada vez mais intensa, impactando diretamente a produção de massa seca (GALINDO et al., 2017).

Essas respostas ao emprego de adubação nitrogenada estão associadas ao aumento do índice de área foliar, maior taxa fotossintética e ao aumento da densidade populacional de perfilhos, uma vez que esses fatores interagem e atuam conjuntamente (HOESCHL et al., 2007).

Há que se destacar que para resultados satisfatórios advindos da adubação nitrogenada, fatores como a época, parcelamento das aplicações, condições climáticas e o manejo correto da forrageira devem ser observados, visando a conversão da forragem disponível em proteína animal (BERNARDI et al., 2018).

2.3.1 Efeito do nitrogênio nas raízes de forrageiras

O nitrogênio é absorvido nas raízes sob a forma de ânion nitrato (NO_3^-) ou íon amônio (NH_4^+), sendo incorporado em aminoácidos na própria raiz ou na parte aérea da planta (TAIZ & ZEIGER, 2013).

De forma geral, em concentrações baixas de nitrato e/ou amônio, a redução dos compostos ocorre preferencialmente nas raízes (TANAN, 2019) e em situação inversa, ocorre o armazenamento e transporte para a parte aérea da planta e redução na atividade da enzima nitrato redutase, que atua na incorporação de N inorgânico em moléculas orgânicas complexas (JIAO et al., 2000).

O NO_3^- é a forma de N mais disponível nos solos agrícolas aerados onde a nitrificação não é inibida. Nutrientes muito móveis no solo estão na zona de rápida absorção das raízes e caso não sejam logo absorvidos pode ocorrer lixiviação e vir a contaminar as águas subterrâneas (OLIVEIRA, 2007).

O suprimento de água e de nutrientes para as plantas depende das interações entre os complexos processos fisiológicos e celulares que agem no sistema radicular (TERUEL et al., 2000).

Quando o sistema radicular é bem desenvolvido, há melhor composição da parte aérea, de modo que uma planta bem suprida em nitrogênio apresenta sistema radicular maior que uma planta deficiente nesse nutriente, dada a estreita relação entre o acúmulo de biomassa para a realização da fotossíntese e acúmulo de carboidratos pelas raízes (CUNHA, 2010).

Gramíneas que possuem sistemas radiculares mais vigorosos e fasciculados exploram camadas mais profundas do perfil do solo, que vão atuar quando em decomposição, como agente agregante das partículas do solo, além dos resíduos ricos em carbono servirem como fonte de energia para a microbiota do solo (ANDERS et al., 2012).

Espécies de forrageiras, a exemplo as do gênero *Urochloa*, por apresentarem seu desenvolvimento de forma perene, produzem constantemente renovação do sistema radicular, possibilitando incorporação de biomassa radicular, o que acentua os efeitos benéficos dessas plantas ao solo (ANGHINONI et al., 2011).

A adubação nitrogenada de manutenção em pastagens se faz necessária, haja vista a extração contínua de nutrientes pelo pastejo do animal, assim requer maior número de abordagens, limitada, entre outros fatores, pela dificuldade de quantificar raízes, por envolver o uso de métodos complexos e dispendiosos (CECATO et al., 2004; TERUEL et al., 2000).

REFERÊNCIAS

- ANDERS, M. M.; BRYE, K. R.; OLK, D. C.; SCHMID, B. T. Rice rotation and tillage effects on soil aggregation and aggregate carbon and nitrogen dynamics. **Soil Science Society of America Journal**, v. 76, p. 994–1004, 2012. DOI: <https://doi.org/10.2136/sssaj2010.0436>
- ANGHINONI, I.; ASSMANN, J. M.; MARTINS, A. P.; COSTA, S. E.; CARVALHO, P. C. F. Ciclagem de nutrientes em integração lavoura-pecuária. **Sinergismus Scyentifica**. v. 6, n. 2. 2011.
- ARROYAVE, C.; TORA, R.; THUY, T.; BARCELO, J.; POSCHENRIEDER, C. Differential aluminum resistance in *Brachiaria* species. **Environmetal and Experimental Botany**, v. 89, p. 11-18, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2013.01.001>
- ASSMANN, T.S.; ASSMANN, A.L.; ASSMANN, J.M.; SOARES, A.B.; BORTOLLI, M.A. Produção de gado de corte e de pastagem de aveia em sistema de integração lavoura-pecuária em presença e ausência de trevo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 7, p. 1387–1397, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000700001>
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES (ABIEC). **Perfil da Pecuária no Brasil**. São Paulo, 2023. 72p. Disponível em: <http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2022/>. Acesso em: 29 ago. 2023.
- BATISTA, C. de S.; PAULA NETO, J. J. de; ALEXANDRINO, E.; DE OLIVEIRA, M. L. C.; SOUZA, R. M. Produção de forragem no período das águas de forrageiras do gênero *brachiaria* com médio nível tecnológico. **Revista Foco**, v.16, n. 5, 2023. DOI: <https://doi.org/10.54751/revistafoco.v16n5-081>
- BERNARDI, A.; SILVA, A. W. L.; BARETTA, D. Meta-analytic study of response of nitrogen fertilization on perennial summer grasses. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 2, p. 545-553, 2018.
- BODDEY, R. M.; CASAGRANDE, D. R.; HOMEM, B. G. C.; ALVES, B. J. R. Leguminosas forrageiras em pastagens no Brasil tropical e prováveis impactos nas emissões de gases de efeito estufa: uma revisão. **Grass and Forage Science**, v. 75, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1111/gfs.12498>
- BONETTI, J. de A.; PAULINO, H. B.; SOUZA, E. D. de; CARNEIRO, M. A. C.; CAETANO, J. O. Propriedades físicas e biológicas do solo em sistema integrado lavoura-pecuária no Cerrado brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, n. 11, p. 1239-1247, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2018001100006>
- CABRAL, W. B.; SOUZA, A. L.; ALEXANDRINO, E.; TORAL, F. L. B.; SANTOS, J. N.; CARVALHO, M. V. P. Características estruturais e agronômicas da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés submetida a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 4, p. 846-855, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000400004>

CARDUCCI, C. E.; OLIVEIRA, G. C. de; BARBOSA, S. M.; SILVA, E. A. Retenção de água do solo sob sistema conservacionista de manejo com diferentes doses de gesso. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 58, n. 3, p. 284-291, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/rca.2014>

CARLOTO, M. N.; EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; LEMPP, B.; DIFANTE, G. dos S.; PAULA, C. C. L de. Desempenho animal e características de pasto de capim-Xaraés sob diferentes intensidades de pastejo, durante o período das águas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 1, p. 97-104, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011000100013>

CECATO, U.; JOBIM, C. C.; REGO, A.; LENZI, A. Sistema radicular - componente esquecido das pastagens. *In*: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2004, Viçosa. **Anais [...]**. Viçosa: UFG, n. 2, 2004. p. 159-207.

COSTA, J. M.; OLIVEIRA, E. F. **Fertilidade do solo e nutrição de plantas**. 2 ed. Campo Mourão: Coamo – Coodetec, 2001. 93 p.

COSTA, K. A. de P.; FAQUIN, V., RODRIGUES, C.; SAMPAIO, F. D. M. T. Intervalo de corte na produção de massa seca e composição químico-bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. MG-5. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 4, p. 1197-1202, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000400037>

COSTA, K. A. de P.; FAQUIN, V., OLIVEIRA, I. P. de; RODRIGUES, R. B. Doses e fontes de nitrogênio em pastagem de capim-marandu: II – nutrição nitrogenada da planta. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, n. 4, p. 1601-1607, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000400024>

COSTA, K. A. de P.; OLIVEIRA, I. P. de.; FAQUIN, V.; SILVA. **Adubação nitrogenada para pastagens do gênero *Brachiaria* em solos do Cerrado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 60 p.

COSTA, K. A. D. P.; OLIVEIRA, I. P. D.; FAQUIN, V.; SILVA, G. P.; SEVERIANO, E. D. C. Produção de massa seca e nutrição nitrogenada de cultivares de *Brachiaria brizantha* (A. Rich) Stapf sob doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 6, p. 1578-1585, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542009000600017>

COSTA, N. R. **Desempenho técnico e econômico da produção de milho e sorgo para silagem e soja em sucessão em sistema irrigado de integração lavoura-pecuária no Cerrado**. 2014. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de São Paulo, Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira, 2014. 226p. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/4f48f584-e3fb-4119-afa9-4eb02ff6e769/content>. Acesso em: 12 ago. 2023.

CRUZ, P. G. da. **Produção de forragem em *Brachiaria brizantha*: adaptação, geração e avaliação de modelos empíricos e mecanicistas para estimativa do acúmulo de forragem**. 2010. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”,

Piracicaba, 2010. 102p. DOI: <https://doi.org/10.11606/T.11.2010.tde-11022011-101117>. Acesso em: 21 ago. 2023.

CUNHA, F. F.; RAMOS, M. M.; ALENCAR, C. A. B.; MARTINS, C. E.; CÓSER, A. C.; OLIVEIRA, R. A. Sistema radicular de seis gramíneas irrigadas em diferentes adubações nitrogenadas e manejos. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 32, n.2, p. 351-357, 2010. DOI: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v32i2.1020>

DELEVATTI, L. M.; CARDOSO, A. S.; BARBERO, R. P.; LEITE, R. G.; ROMANZINI, E. P.; RUGGIERI, A. C.; REIS, R. A. Effect of nitrogen application rate on yield, forage quality, and animal performance in a tropical pasture. **Scientific Reports**, v. 9, p. 7596, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44138-x>

DIAS FILHO, M. B. Os desafios da produção animal em pastagens na fronteira agrícola brasileira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 243-252, 2011. Suplemento especial. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/40978/1/SP6508>. Acesso em: 21 nov. 2022.

DUPAS, E. S.; BUZETTI, S.; RABELO, F. H. S.; SARTO, A. L.; CHENG, N. C.; FILHO, M. C. M. T.; GALINDO, F. S.; DINALLI, R. P.; GAZOLA, R. de N. Nitrogen recovery, use efficiency, dry matter yield, and chemical composition of palisade grass fertilized with nitrogen sources in the Cerrado biome. **Australian Journal of Crop Science**, v. 10, p. 1330-1338, 2016. DOI: <https://doi.org/10.21475/ajcs.2016.10.09.p7854>

FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; MORAIS, R. V.; MISTURA, C.; VITOR, C. M. T.; GOMIDE, J. A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; SANTOS, M. E. R.; LAMBERTUCCI, D. M. Avaliação das características estruturais do capim braquiária em pastagens adubadas com nitrogênio nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 30-37, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982006000100004>

FLORES, R. S.; EUCLIDES, V. P. B.; ABRÃO, M. P. C.; GALBEIRO, S.; DIFANTE, G. dos S.; BARBOSA, R. A. Desempenho animal, produção de forragem e características estruturais dos capins marandu e xaraés submetidos a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 8, p. 1355-1365, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000800004>

FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. M (Ed.). **Plantas Forrageiras**. 2 ed. Viçosa: UFV, 2021. 537 p.

FRANCZISKOWSKI, M. A.; SEIDEL, E. P.; FEY, E.; ANSCHAU, K. A.; MOTTIN, M. C. Propriedades físicas do solo nos sistemas de plantio direto e preparo reduzido com diferentes plantas de cobertura. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 27, n. 6, p. 556-564, 2019. DOI: <https://doi.org/10.13083/reveng.v27i6.966>

GALINDO, F. S.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; DUPAS, E.; LUDKIEWICZ, M. G. Z. Application of different nitrogen doses to increase nitrogen efficiency in Mombasa guineagrass (*Panicum maximum* cv. Mombasa) at dry and

rainy seasons. **Australian Journal of Crop Science**, Lismore, v. 11, n. 12, p. 1657-1664, 2017. DOI: <https://doi.org/10.21475/ajcs.17.11.12.pne907>

GARNETT, T.; CONN, V.; KAISER, B. N. Root based approaches to improving nitrogen use efficiency in plants. **Plant, Cell and Environment**, v.32, p.1272-1283, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2009.02011.x>

GERMANO, L. H. E.; VENDRUSCOLO, M. C.; DANIEL, D. F.; DALBIANCO, A. B. Produtividade e características agronômicas de *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás submetida a doses de nitrogênio sob cortes. **Boletim da Indústria Animal**, v. 75, p. 1-14, 2018. DOI: <https://doi.org/10.17523/bia.2018.v75.e1419>

GUARÇONI, A.; FAVARATO, L. F.; STIPP, S. R.; CASARIN, V. Manejo da fertilidade do solo para uma produção agropecuária mais sustentável. **Incaper em Revista**, v. 10, p. 22-42, 2019.

GURGEL, A. L. C.; DIFANTE, G. dos S.; MONTAGNER, D. B.; ARAUJO, A. R de; VERAS, E. L. de L.; BRIXNER, B. M.; RODRIGUES, J. G.; PEREIRA, M. de G. Uso do nitrogênio em pastagens tropicais. In: XI AMOSTRA CIENTÍFICA, 2018, Campo Grande. **Anais** [...]. Campo Grande: Fomez/UFMS, 2018.

HOESCHL, A. R.; CANTO, M. W.; BONA FILHO, A.; MORAES, A. Produção de forragem e perfilhamento em pastos de capim tanzânia adubados com doses de nitrogênio. **Scientia Agraria**, v. 8, n. 1, p. 81-86, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v8i1.8346>

JADOSKI, S. O.; SAITO, L. R.; PRADO, C.; LOPES, E. C.; SALES, L. L. S. R. Characteristics of the Nitrate leaching in intensive farming areas. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 3, n. 1, 2010. DOI: <https://doi.org/10.5777/paet.v3i1.1008>

JANK, L.; SANTOS, M. F.; VALLE, C. D.; BARRIOS, S.; RESENDE, R. Novas alternativas de cultivares de forrageiras e melhoramento para a sustentabilidade da pecuária, 2017, Dracena. In: IV SAMPA e VI SIMPAPASTO, 2017, Dracena. **Anais** [...]. Dracena: UNESP, p. 107-118. 2017.

JIAN, J.; LESTER, B.J.; DU, X.; REITER, M.S.; STEWART, R. D. A calculator to quantify cover crop effects on soil health and productivity. **Soil and Tillage Research**, v. 199, p. 104575, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104575>

JIAO, G.; BARABAS, N. K.; LIPS, S. H. Nitrate uptake, storage and reduction along the root axes of barley seedlings. In: MARTINS LONCAO, M. A. (Ed.). **Nitrogen in a sustainable ecosystem – from the cell to the plant**. Amsterdam: Kluwer, 2000. p. 1-8.

LAPOLA, D.; MARTINELLI, L.; PERES, C.; OMETTO, J. P. H. B.; FERREIRA, M. E.; NOBRE, C. A.; AGUIAR, A. P. D.; BUSTAMANTE, M. M. C.; CARDOSO, M. F.; COSTA, M. H.; JOLY, C. A.; LEITE, C. C.; MOUTINHO, P.; SAMPAIO, G.; ESTRASBURGO, B. B. N.; VIEIRA, I. C. G. Pervasive transition of the Brazilian land-use system. **Nature Climate Change**, v. 4, p. 27–35, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1038/nclimate2056>

LIMA, R. O. de L.; VENDRUSCOLO, M. C.; DALBIANCO, A. B. Características agronômicas do capim BRS Piatã submetido a doses de nitrogênio e cortes. **Pubvet**, v. 15, n. 3, 2021. DOI: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v15n03a765.1-13>

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. A career perspective on soil management in the Cerrado Region of Brazil. **Advances in Agronomy**, v. 137, p. 1–72, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2015.12.004>

LOPES, C. M.; PACIULLO, D. S. C.; ARAÚJO, S. A. C.; MORENZ, M. J. F.; GOMIDE, C. A. M.; MAURÍCIO, R. M.; BRAZ, T. G. S. Plant morphology and herbage accumulation of signal grass with or without fertilization, under different light regimes. **Ciência Rural**, v. 47, n. 2, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20160472>

MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H.; KICHEL, A. N.; DE ALMEIDA, R. G.; DE ARAÚJO, A. R. Degradação de pastagens, alternativas de recuperação e renovação, e formas de mitigação. *In*: ENCONTRO DE ADUBAÇÃO DE PASTAGENS DA SCOT CONSULTORIA-TEC-FÉRTIL, 2013, Ribeirão Preto. **Anais [...]**. Bebedouro: Scot Consultoria, p. 158-181. 2013.

MAGALHÃES, A. F.; PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P. D.; SILVA, F. F. D.; SOUSA, R. S.; VELOSO, C. M. Influência do nitrogênio e do fósforo na produção do capim-braquiária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1240-1246, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007000600004>

MAIA, G. A.; COSTA, K. A. de P.; SEVERIANO, E. da C.; EPIFANIO, P. S.; NETO, J. F.; RIBEIRO, M. G.; FERNANDES, P. B.; SILVA, J. F. G.; GONÇALVES, W. G. Produtividade e composição química de gramíneas forrageiras de braquiária na entressafra após a colheita do milho. **American Journal of Plant Sciences**, v. 5, n. 7, p. 933-941, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2014.57106>

MITTELMANN, A.; CORRÊA, B. O.; PIRES, D. da S.; STUMPF, M. T.; SANTOS, F. G. dos. **Avaliação de variedades de milho para produção de forragem no Litoral Sul do Rio Grande do Sul**. 1ª Ed. Planaltina: Embrapa Clima Temperado, 2006. 18p.

OLIVEIRA, D. L. A. **Atributos químicos de um latossolo vermelho férrico após aplicação intensiva de dejetos líquidos de suínos**. 2007. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Maringá, 2007. 147 p.

OLIVEIRA, J. K. S. de; CORRÊA, D. C. de C.; CUNHA, A. M. Q.; RÊGO, A. C. de; FATURI, C.; SILVA, W. L. de; DOMINGUES, F. N. Effect of Nitrogen Fertilization on Production, Chemical Composition and Morphogenesis of Guinea Grass in the Humid Tropics. **Agronomy**, v. 10, n. 11, 1840, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10111840>

OLIVEIRA, V. DA S.; SILVA MORAIS, J. A.; FAGUNDES, J.L.; LIMA, I.G.S.; SANTANA, J.C.S.; DOS SANTOS, C.B. Efeito da irrigação na produção e qualidade

de pastagens durante o período da seca. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v. 26, n. 1, p. 1-10, 2016.

PARSONS, J. Spread of African pasture grasses to the American tropics. **Journal of Range Management**, v. 25, p. 12-17, 1972.

PEDREIRA, B.C.; DOMICIANO, L.F.; VILELA, L.; SALTON, J.C.; MARCHIÓ, W.; WRUCK, F.J.; PEREIRA, D.H.; RODRIGUES, R. DE A.R.; MATOS, E. DA S.; MAGALHAES, C.A. DE S.; ZOLIN, C.A. O estado da arte e estudos de caso em sistemas integrados de produção agropecuária no Centro-Oeste do Brasil. *In*: SOUZA, E.D. DE; SILVA, F.D. DA; ASSMANN, T.S.; CARNEIRO, M.A.C.; CARVALHO, P.C. DE F.; PAULINO, H.B. (Ed.). **Sistemas Integrados de Produção Agropecuária no Brasil**. 1. ed. Tubarão: Copiart, 2018. p.277–300.

PEQUENO, D. N. L. **Agronomic performance and adaptation of the CROPGRO - Perennial Forage Model to predict growth of three tropical forage grasses under irrigated and rainfed conditions**. 2014. Tese (Doutor em Ciência Animal) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura, “Luiz Queiroz”, Piracicaba, 2014. 115p

PETEAN, L. P.; TORMENA, C. A.; ALVES, S. J. Faixa hídrica mínima limite de um latossolo vermelho distroférrico sob plantio direto em sistema integrado lavoura-pecuária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 5, p. 1515-1526, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/01000683rbc20140667>

PEZZOPANE, C. de G.; SANTOS, P. M.; CRUZ, P. G. da; RIBEIRO, J. A. F. A.; VALLE, C. B. do. Estresse por deficiência hídrica em genótipos de *Brachiaria brizantha*. **Ciência Rural**, v. 45, n. 5, p. 871- 876, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20130915>

QUINTINO, A. C.; ALMEIDA, R. G.; ABREU, J. G.; MACEDO, M. C. M. Características morfogênicas e estruturais do Capim-Piatã em sistema de integração lavoura-pecuária. **Veterinária e Zootecnia**, v. 23, n. 1, p. 131-138, 2016.

RESENDE, R. M. S.; JANK, L.; VALLE, C. B. do; BARRIOS, S. C. L.; SANTOS, M. F. Melhoramento convencional de forrageiras: Seleção genômica no melhoramento de forrageiras. *In*: SIMPÓSIO DE PASTAGEM E FORRAGICULTURA DO CAMPO DAS VERTENTES, 2015, São João del Rei. **Anais [...]** São João del Rei: UFSJ, v. 2, p.114-130, 2015.

RIBEIRO, T. B.; LIMA, W.; RIBEIRO, F.; BUSO, W. H. D. Características forrageiras de algumas gramíneas do gênero *Brachiaria* – revisão de literatura. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 13, n. 4, p. 4773-4780, 2016.

RIES, L. P.; SHUGART, H. H. Nutrient limitations on understory grass productivity and carbon assimilation in an African woodland savanna. **Journal of Arid Environments**, v. 72, p. 1423-1430, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2008.02.013>

- RODRIGUES, L. F. **Estratégias de manejo do capim Mavuno no ecótono Cerrado Amazônia**. 2019. Tese (Doutorado em Ciência Animal Tropical) - Universidade Federal do Tocantins: Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical, Araguaína, 2019. 52 p.
- SANTOS, L. C.; BONOMO, P.; SILVA, V. B.; PATES, N. M. S.; SILVA, C. C. F.; PIRES, A. J. V. Características morfogênicas de Braquiárias em resposta a diferentes adubações. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, n. 1, p. 221-226, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1807-8621200900020000>
- SANTOS, M. P. dos.; CASTRO, Y. O.; MARQUES, R. C.; PEREIRA, D. R. M.; GODOY, M. M.; REGES, N. P. R. Importância da calagem, adubações tradicionais e alternativas na produção de plantas forrageiras: Revisão. **Pubvet**, v. 10, n. 1, p. 1-12, 2016. DOI: <https://doi.org/10.22256/pubvet.v10n1.1-12>
- SILVA, G. M.; SILVA, F. F.; VIANA, P. T.; RODRIGUES, E. S. O.; MOREIRA, C. N.; MENESES, M. A.; ABREU JR, J. S.; RUFINO, C. A.; BARRETO, L. S. Avaliação de forrageiras tropicais: Revisão. **Pubvet**, v. 10, p. 190-196, 2016. DOI: <https://doi.org/10.22256/pubvet.v10n3.190-196>
- SILVA, H. M. S.; DUBEUX JR, J. C. B.; SILVEIRA, M. L.; SANTOS, M. V. F.; FREITAS, E. V.; ALMEIDA, B. G. Soil and root attributes in pastures managed under different stocking rates and nitrogen fertilization levels. **Agrosystems, Geosciences & Environment**, v. 2, n. 1, p. 1-9, 2019. DOI: <https://doi.org/10.2134/age2018.08.0031>
- SOUSA, D. M. G. de.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed., Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416 p.
- SPERA, S. T.; REATTO, A.; MARTINS, E. de S.; CORREIA, J. R.; CUNHA, T. J. F. **Solos areno-quartzosos no cerrado: características, problemas e limitações ao uso**. Planaltina: Embrapa Cerrados, n. 7, 1999. 48 p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 952 p.
- TANAN, T. T. **Absorção, assimilação e transporte de nitrogênio em plantas de *Physalis angulata* L.** 2019. Tese (Doutorado em Recursos Genéticos Vegetais) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Feira de Santana, 2019. 128 p.
- TEIXEIRA, S. O.; TEIXEIRA, R. O.; SANTOS, V. B.; CARVALHO, M. A. C.; YAMASHITA, O. M. Doses de fósforo e nitrogênio na produção de *Brachiaria* híbrida cv. Mulato II. **Revista Ceres**, v. 65, n.1, p. 28-34, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-737X201865010005>
- TERUEL, D. A.; DOURADO-NETO, D.; HOPMANS, J. W.; REICHARDT, K. Modelagem matemática como metodologia de análise do crescimento e arquitetura de sistemas radiculares. **Scientia Agricola**. v. 57, n. 4, p. 683-691, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-90162000000400014>

VALLE, C. B. do; EUCLIDES, V. P. B.; PEREIRA, J. M.; VALÉRIO, J. R.; PAGLIARINI, M. S.; MACEDO, M. C. M.; LEITE, G. G.; LOURENÇO, A. J.; FERNANDES, C. D.; DIAS FILHO, M. B.; LEMPP, B.; POTT, A.; SOUZA, M. A. de. **O capim-xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés) na diversificação de pastagens de braquiária.** Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2004. 36 p.

VALLE, C. B.; EUCLIDES, V. P. B.; VALÉRIO, J. R.; MACEDO, M. C. M.; FERNANDES, C. D.; DIAS FILHO, M. B. *Brachiaria brizantha* cv. Piatã: uma forrageira para diversificação de pastagens tropicais. **See New**, v. 11, n. 2, p-28-30, 2007.

VALLE, C. B.; JANK, L.; RESENDE, R. M. S. O melhoramento de forrageiras tropicais no Brasil. **Revista Ceres**, v. 56, n. 4, p. 460-472, 2009.

VALLE, C. B.; MACEDO M. C. M.; EUCLIDES, V. P. B.; JANK, L.; RESENDE L. M. S. Gênero *Brachiaria*. In: FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. (Ed.). **Plantas forrageiras**. Viçosa: UFV, 2010. p. 30-77.

VALLE, C.B. do.; EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; VALERICO, J. R.; MENDES-BONATTO, A. B.; VERZIGNASSI, J. R.; TORRES, F. Z. V.; MACEDO, M. C. M.; FERNANDES, C. D.; BARRIOS, S. C. L.; DIAS-FILHO, M. B.; MACHADO, L. A. Z.; ZIMMER, A. H. **BRS Ipyporã ("belo começo" em guarani): híbrido de *Brachiaria* da Embrapa**. Brasília: Embrapa, 2017. 17 p.

VIEIRA, M. C.; RODRIGUES, J. A.; ABREU, J. G. de; SANTANA, A. P. L. de; BARBOSA JUNIOR, J. B. Capim-mavuno em diferentes períodos de diferimento. **Nutritime Revista Eletrônica**, on-line, Viçosa, v. 17, n. 3, p. 8722-8729, 2020.

VIEIRA, R. F. **Ciclo do nitrogênio em sistemas agrícolas**. Brasília: Embrapa, 2017. 163 p.

WOLF Seeds. Guia Mavuno. Disponível em: <https://www.wolfsementes.com.br/themes/wolf-sementes/guia-mavuno.pdf>. Acesso em: 12 jun 2023.

ZIMMER, A.; VERZIGNASSI, J.; LAURA, V.; VALLE, C.; JANK, L.; MACEDO, M. **Escolha das forrageiras e qualidade de sementes**. Curso de pastagens, p. 22- 47, 2007.

ZIMMER, A. H.; EUCLIDES, V. P. B. Importância das pastagens para o futuro da pecuária de corte no Brasil. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGEM, v. 1., 2000, Lavras. **Anais** [...]. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2000. p.1-49.

CAPÍTULO 1

CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES DE *Urochloa* SUBMETIDAS A ADUBAÇÃO NITROGENADA

RESUMO

Na pecuária, cada vez mais competitiva, a sustentabilidade da atividade requer maior intensificação das pastagens. Aliar forrageiras de alto potencial produtivo a estratégias que conduzam a maior acúmulo de massa seca, como o uso de nitrogênio, pode otimizar a produção. Conduziu-se estudo para avaliar as respostas de cultivares de *Urochloa spp.* sob efeito da adubação nitrogenada, sobre as características estruturais e produtividade de forrageiras em pastagens cultivadas em Neossolo Quartzarênico, durante estação chuvosa. O experimento foi conduzido em blocos casualizados em esquema fatorial 4x2, com oito tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram em cultivares de forrageiras (Xaraés, Piatã, Mavuno e Marandu) e doses de nitrogênio (controle e 300 kg ha⁻¹ de N), parceladas em aplicações de 50 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹. Não houve efeito de interação entre cultivares e doses ($p>0,05$). As cultivares apresentaram respostas distintas quanto as características de dossel, no entanto, tiveram mesma produtividade com médias de massa seca total (MST) de 3.761,7 kg ha⁻¹. A aplicação de nitrogênio modificou as características estruturais e conduziu a maior desempenho agrônômico, sem interferir na qualidade da forragem. Maiores médias quanto aos parâmetros MSF e IAF para a cultivar Xaraés, além de bom perfilhamento e relação F:C, demonstram grande potencial dessa forrageira em resposta ao manejo empregado e ao cultivo em condições edafoclimáticas de ecótono Cerrado-Amazônia.

Palavras-chave: Intensificação. Manejo. Massa seca. Solo arenoso.

CHAPTER 1

STRUCTURAL CHARACTERISTICS AND PRODUCTIVITY OF *Urochloa* CULTIVARS UNDER THE EFFECT OF NITROGEN FERTILIZATION

ABSTRACT

In livestock farming, which is increasingly competitive, the sustainability of the activity requires greater intensification of pastures. Combining forages with high productive potential with strategies that lead to greater accumulation of dry mass, such as the use of nitrogen, can optimize production. A study was conducted to evaluate the responses of *Urochloa* spp. cultivars. under the effect of nitrogen fertilization, on the structural characteristics and productivity of forage crops in pastures cultivated in Quartzarenic Neossolo, during the rainy season. The experiment was conducted in randomized blocks in a 4x2 factorial design, with eight treatments and four replications. The treatments consisted of forage cultivars (Xaraés, Piatã, Mavuno and Marandu) and nitrogen doses (control and 300 kg ha⁻¹ of N), divided into applications of 50 kg ha⁻¹ cycle⁻¹. There was no interaction effect between cultivars and doses (p>0,05). The cultivars presented different responses regarding canopy characteristics, however, they had the same productivity with average total dry mass (MST) of 3.761,7 kg ha⁻¹. The application of nitrogen modified the structural characteristics and led to greater agronomic performance, without interfering with forage quality. Higher averages for the MSF and IAF parameters for the Xaraés cultivar, in addition to good tillering and F:C ratio, demonstrate great potential of this forage in response to the management employed and cultivation in edaphoclimatic conditions of the Cerrado-Amazonia ecotone.

Keywords: Intensification. Management. Dry dough. Sandy soil.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, em razão da sua abrangência territorial, predomina o regime de produção animal a pasto, com mais de 165 milhões de hectares de pastagens (ABIEC, 2023), associando manejo mais simplificado e de menor custo para emprego da atividade agropecuária.

O cultivo de forrageiras tropicais, sobressai-se pelo bom potencial produtivo, tolerância à cigarrinha-das-pastagens e adaptação as condições edafoclimáticas (OLIVEIRA et al., 2016). Além disso, forrageiras tropicais, como as *Urochloas brizanthas*, são bastante responsivas à adubação nitrogenada, apresentando aumentos lineares no incremento da matéria seca, com o aumento dos níveis de nitrogênio no solo, devido à melhoria nas características estruturais e produtivas. (MOMESSO et al., 2019; CASTAGNARA et al., 2011, SOUZA et al., 2006; FREITAS et al., 2007).

Em região de transição Cerrado-Amazônia, o estresse hídrico sazonal e a baixa disponibilidade de nutrientes, principalmente nitrogênio, são os fatores mais limitantes para a produção, uma vez que em forrageiras de alto potencial produtivo, a mineralização da matéria orgânica não é suficiente para suprir as demandas (FAGUNDES et al., 2006).

Visando a perenidade do pasto e ampliação da capacidade produtiva, é importante empregar manejos que induzam a maior e mais rápida restauração da área foliar após o corte ou pastejo, por meio da contínua emissão de folhas e perfilhos, o que pode ser estimulado pela adubação nitrogenada (FAGUNDES, et al., 2006).

Além de favorecer a produtividade por área, conduzindo a maior desempenho animal, o nitrogênio apresenta outros benefícios, como melhorias nas condições físicas, químicas e biológicas do solo, que por não serem de ordem econômica, muitas vezes não são levados em consideração (EUCLIDES et al., 2007).

A intensificação das áreas de pastagem, com o cultivo de forrageiras com potencial produtivo superior em acúmulo de forragem e baixo ritmo de redução do valor nutritivo, aliada a estratégias que conduzam a um maior acúmulo de biomassa, como o uso de nitrogênio, pode otimizar a produção e conduzir a melhor distribuição de forragem ao longo do ano (OLIVEIRA, 2020; LEMAIRE et al., 2011).

Nesse contexto, o estudo foi conduzido para avaliar as respostas de cultivares de *Urochloa spp.* sob efeito da adubação nitrogenada, sobre as características estruturais e produtividade das forrageiras em pastagens estabelecidas em Neossolo Quartzarênico, durante estação chuvosa.

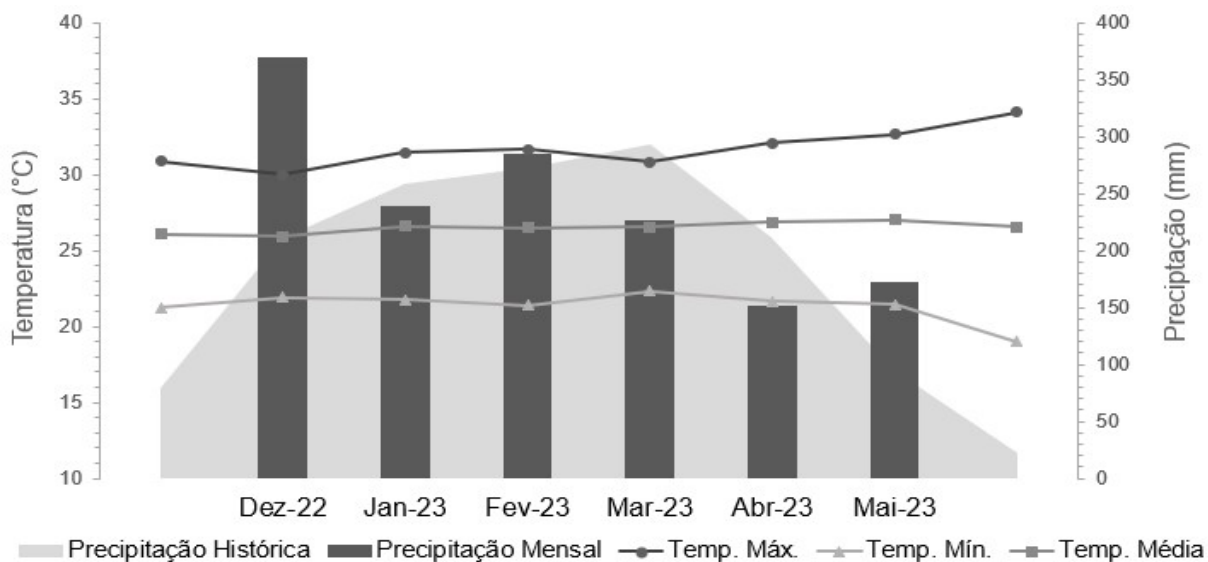
2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local e condições climáticas

O experimento foi conduzido no Setor de Agrostologia do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT), Centro de Araguaína (TO), entre dezembro de 2022 e maio de 2023, com localização geográfica de 07°10'52"S, 48°20'04"W e 226,73 m de altitude, sobre Neossolo Quartzarênico Órtico típico (SANTOS et al., 2018).

O clima é classificado como Aw, clima tropical com estação seca de inverno e chuvas no verão, quente e úmido. A temperatura média anual é de 25°C, com mínima de 20,4°C e máxima de 32,4°C. As chuvas estão concentradas de outubro a abril, com média de precipitação pluviométrica anual acima de 1.700 mm e umidade relativa do ar de 77% (INMET, 2023). As condições climatológicas durante o período de condução do experimento podem ser visualizadas na figura 1.

Figura 1 - Temperatura mensal máxima, média e mínima e precipitação mensal e mensal histórica (1991 a 2020) durante o período de condução do experimento



2.2 Análise de solo

O solo foi amostrado nas camadas de 0 à 0,2 m e 0,2 à 0,4 m (nov/2022), com auxílio de trado tipo sonda, sendo coletadas oito amostras simples por blocos, que foram homogeneizadas, constituindo uma amostra composta de 500 g (Tabela 1) (SANTOS et al., 2018).

Ao final do período experimental (maio/2023) foram realizadas novas coletas de solo, nas camadas de 0 à 0,2 m e 0,2 à 0,4 m, em todas as unidades experimentais, as quais foram homogeneizadas, constituindo uma amostra composta por tratamento aplicado (Tabela 2).

Tabela 1 - Análise química e física do solo para implementação do experimento

Prof.	pH	MO	P	Ca	Mg	K	Al	H+Al	SB	CTC	M	V	Argila	Silte	Areia
m	CaCl ₂	g. kg ⁻¹	mg.dm ⁻³	-----cmolc.dm ⁻³ -----				-----%-----							
0-0,2	6,73	5,79	12,30	1,72	1,14	0,01	0,30	2,87	3,35	6,22	8,21	53,87	5,99	0,40	93,61
0,2-0,4	5,52	4,34	7,10	1,14	0,68	0,01	0,38	4,11	2,43	6,53	13,55	37,12	6,23	0,42	93,35

Prof.= profundidade; pH= Potencial Hidrogeniônico; MO= Matéria orgânica; P= Fósforo; K+= Potássio; Ca²⁺= Cálcio; Mg²⁺= Magnésio; Al³⁺= Alumínio; SB= Soma de Bases; CTC_{pH7}= Capacidade de troca catiônica; m= Saturação por alumínio; V= Saturação por base.

Tabela 2 - Análise química do solo ao final do período experimental

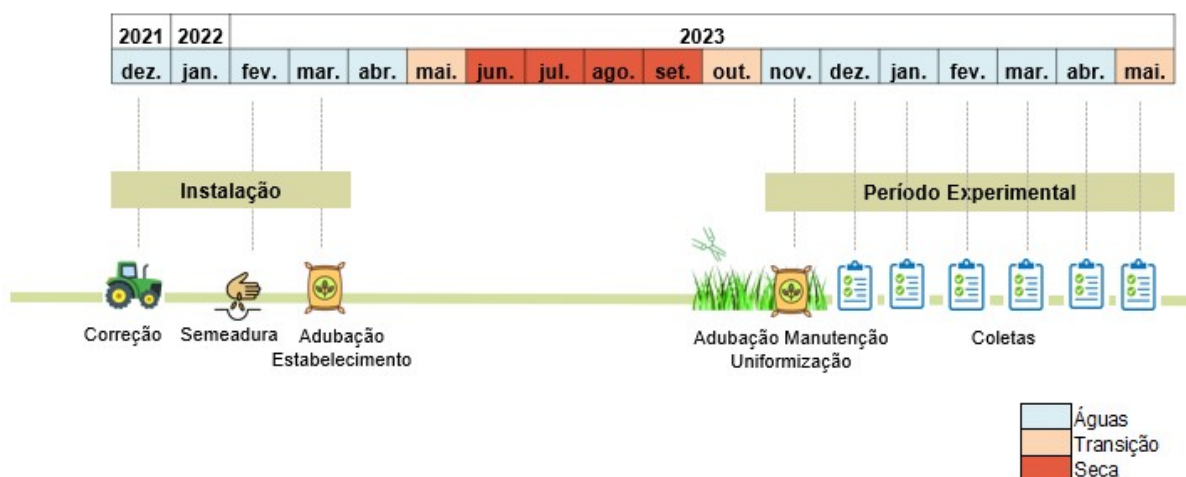
Tratamentos	pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	m	V
Cv x D kg ha ⁻¹ N	CaCl ₂	g.kg ⁻¹	mg.dm ⁻³	-----cmolc.dm ⁻³ -----				-----%-----				
0-0,2 m												
Xaraés+0	5,31	2,38	13,81	0,22	1,89	0,77	0,02	2,05	2,88	4,93	0,69	58,50
Xaraés+300	5,13	2,81	19,06	0,12	2,14	0,82	0,02	2,66	3,08	5,73	0,65	53,66
Piatã+0	5,20	2,01	16,61	0,15	1,77	0,69	0,02	2,33	2,61	4,94	0,76	52,89
Piatã+300	5,60	2,79	17,45	0,15	2,37	0,90	0,02	2,18	3,42	5,60	0,58	61,11
Mavuno+0	5,51	2,76	14,93	0,15	2,02	0,88	0,02	2,19	3,05	5,25	0,65	58,17
Mavuno+300	5,36	3,10	16,40	0,08	2,05	0,84	0,02	2,44	2,97	5,41	0,67	54,87
Marandu+0	5,42	2,28	16,54	0,19	2,03	0,90	0,02	2,16	3,12	5,28	0,64	59,06
Marandu+300	5,22	1,84	15,14	0,19	2,09	0,62	0,02	2,90	2,90	5,80	0,69	49,95
0,2-0,4 m												
Xaraés+0	4,95	1,73	5,06	0,04	0,53	1,01	0,21	3,70	1,58	5,28	11,71	29,99
Xaraés+300	4,95	1,50	8,35	0,01	0,41	1,03	0,23	4,04	1,45	5,49	13,71	26,36
Piatã+0	4,73	1,60	5,41	0,04	0,37	0,82	0,36	3,83	1,23	5,06	22,60	24,36
Piatã+300	5,05	2,04	9,19	0,01	0,46	0,95	0,31	4,16	1,42	5,58	17,95	25,42
Mavuno+0	4,84	1,62	11,78	0,04	0,41	1,23	0,21	4,04	1,68	5,73	11,09	29,39
Mavuno+300	4,81	1,99	7,58	0,01	0,50	1,05	0,20	3,47	1,56	5,02	11,38	31,00
Marandu+0	4,68	1,80	10,66	0,04	0,34	0,68	0,38	3,96	1,06	5,02	26,33	21,16
Marandu+300	4,85	1,55	4,22	0,01	0,41	0,95	0,27	4,29	1,37	5,66	16,49	24,16

Cv= Cultivar; D= Dose; pH= Potencial Hidrogeniônico; MO= Matéria orgânica; P= Fósforo; K+= Potássio; Ca²⁺= Cálcio; Mg²⁺= Magnésio; Al³⁺= Alumínio; SB= Soma de Bases; CTC_{pH7}= Capacidade de troca catiônica; m= Saturação por alumínio; V= Saturação por base.

2.3 Preparo da área

Os procedimentos referentes ao preparo da área até o momento da coleta estão esquematizados na Figura 2.

Figura 2 - Período de realização de procedimentos na área experimental



Fonte: Elaborado pela autora

2.3.1 Adubação de estabelecimento

Realizou-se a correção com 1.500 kg ha^{-1} de calcário dolomítico (21/12/21). A sementeira foi realizada em linhas, com auxílio de sulcador, a uma profundidade de 0,05 m, mantendo uma distância entre linhas de 0,40 m e buscando-se densidade de $400.000 \text{ plântulas ha}^{-1}$.

As adubações de estabelecimento foram de 70 kg ha^{-1} de P_2O_5 , via superfosfato simples, no momento da sementeira (14/02/22). Quando 60% da área apresentou-se coberta, 20 dias após emergência das plântulas, aplicou-se 50 kg ha^{-1} de N utilizando ureia agrícola e 60 kg ha^{-1} de K_2O , via cloreto de potássio, os quais parcelados em três aplicações semanais.

2.3.2 Adubação de manutenção

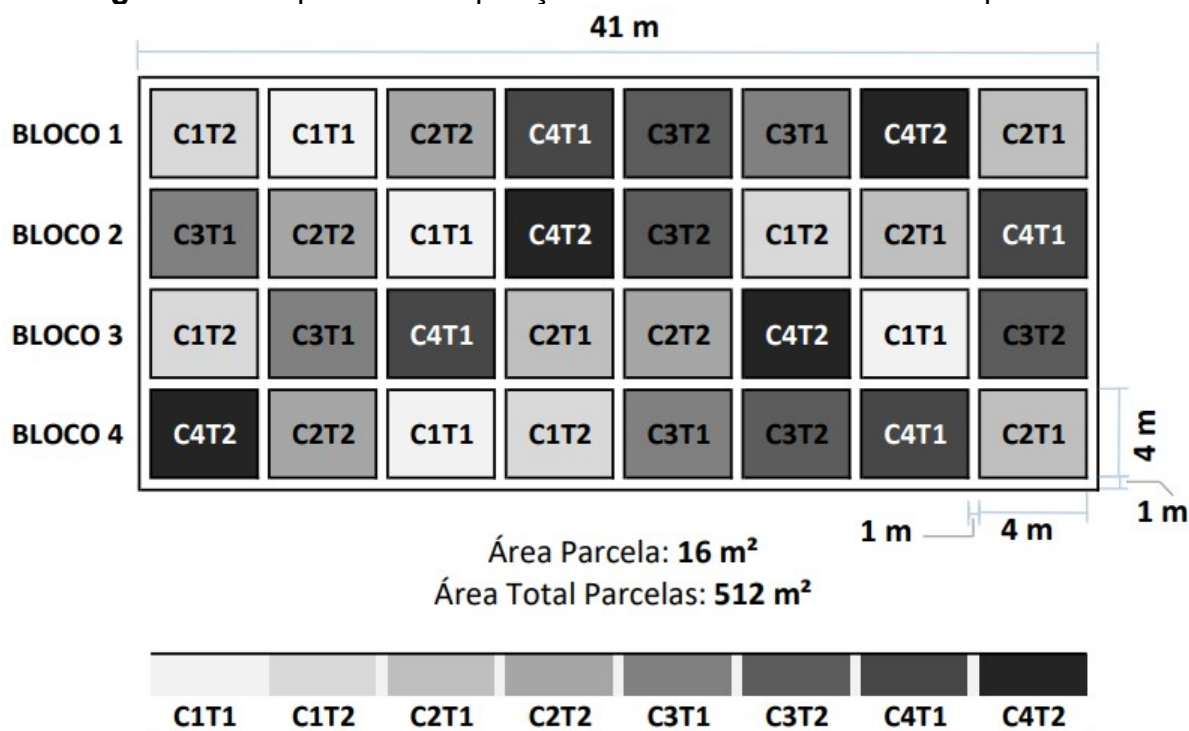
As adubações de manutenção foram realizadas ao início do experimento, representado pelo corte de uniformização, utilizando 70 kg ha^{-1} de P_2O_5 , via superfosfato simples e 100 kg ha^{-1} de K_2O , via cloreto de potássio, sendo este parcelado, com aplicação no início do período experimental e após três meses.

2.4 Tratamentos

As observações do experimento iniciaram à partir do corte de uniformização, efetuado em novembro de 2022, 10 meses após o plantio das forrageiras, durante o do período das águas da safra 2022/2023, com altura de resíduo de 0,20 m, mantido para os ciclos de rebrota posteriores, fixados em 28 dias.

Os tratamentos consistiram em cultivares de forrageiras (Xaraés, Piatã, Mavuno e Marandu) e doses de nitrogênio (controle e 300 kg de N) (Figura 3), parceladas em aplicações de 50 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹, resultando em seis ciclos de colheita.

Figura 3 - Croqui com a disposição dos tratamentos na área experimental



C1T1: cultivar Xaraés sem N; C1T2: cultivar Xaraés com N; C2T1: cultivar Piatã sem N; C2T2: cultivar Piatã com N; C3T1: cultivar Mavuno sem N; C3T2: cultivar Mavuno com N; C4T1: cultivar Marandu sem N; C4T2: cultivar Marandu com N.

Fonte: Elaborado pela autora.

2.5 Avaliações

Os parâmetros para caracterização da estrutura e da produtividade das forrageiras avaliadas foram: altura do dossel forrageiro, densidade populacional de perfilhos, massa seca total e dos componentes, porcentagem de massa seca dos componentes, relação folha: colmo, índice de área foliar e massa seca de raízes.

2.5.1 Altura do dossel (ALTD)

A altura do dossel forrageiro foi determinada com auxílio de uma régua graduada e considerada através das medidas efetuadas a partir do nível do solo até a curvatura média das folhas, de modo que dentro de cada parcela, cinco mensurações representativas da condição da parcela foram realizadas para obtenção das médias (OLIVEIRA et al., 2019; RODRIGUES et al., 2021).

2.5.2 Densidade populacional de perfilhos (DPP)

A DPP foi estimada utilizando uma estrutura metálica retangular (0,15 m²), contando-se os perfilhos vivos contidos na área. O local de amostragem foi variável a cada ciclo, estando contido na mesma área em que foi removida a forragem para determinação da massa seca.

2.5.3 Massa seca (MS)

Para determinar a massa de forragem total e dos componentes dos perfilhos, foram coletados ao encerramento dos ciclos, uma amostra por parcela, em áreas aleatórias, mantendo altura de corte de 0,20 m em relação ao nível do solo, utilizando-se como ferramenta uma estrutura metálica retangular com área de 0,5 m² e dimensão de 0,5 x 1,0 m. Após o corte, as amostras foram pesadas para determinação do peso úmido e separada uma subamostra em torno de 200 g que foi acondicionada para posterior separação por método manual em folha (lâmina foliar), caule (bainha foliar e caule) e material senescente (PEREIRA et al., 2018).

Após a separação dos componentes, as alíquotas foram colocadas em sacos de papel e enviadas à estufa de secagem de ar forçado a 55°C por 72 horas (ZHAO et al., 2021), para obtenção do teor de massa seca total (MST) e dos componentes massa seca de folha (MSF), massa seca de colmo (MSC) e massa seca de material senescente (MSMS), e as porcentagens de massa seca de folha (PMSF), massa seca de colmo (PMSC) e massa seca de material senescente (PMSMS) para verificar a relação folha:colmo (F:C).

2.5.4 Índice de área foliar (IAF)

O Índice de Área Foliar (IAF), foi mensurado pelo método destrutivo dos segmentos de lâminas foliares, a partir do cálculo da proporção de folhas do retângulo de amostragem multiplicado pela área foliar média do perfilho, que compreende a área específica (SBRISSIA, 2008).

2.6 Estatística e Delineamento Experimental

O experimento foi conduzido em blocos casualizados em esquema fatorial 4x2, com oito tratamentos e quatro repetições (blocos), resultando em 32 parcelas, as quais com 16 m² de área.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias, realizada a análise de variância, e, posteriormente, os efeitos dos níveis dos fatores foram comparados pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o comando PROC MIXED do software SAS® Studio.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito de interação entre cultivares e doses para nenhuma das variáveis avaliadas neste estudo ($p > 0,05$). As médias que compõem a soma dos ciclos da estação chuvosa estão representadas na Tabela 3.

A densidade populacional de perfilhos (DPP, $p = 0,309$), massa seca total (MST, $p = 0,571$) e massa seca de colmo (MSC, $p = 0,384$) para o fator cultivar, não sofreram influência dos tratamentos (Tabela 3).

Houve influência do fator cultivar para os parâmetros altura de dossel (ALTD, $p < 0,0001$), massa seca de folha (MSF, $p = 0,012$), MSMS ($p = 0,002$), PMSF ($p < 0,0001$), porcentagem de massa seca de colmo (PMSC, $p = 0,006$), porcentagem de massa seca de material senescente (PMSMS, $p = 0,0002$) e índice de área foliar (IAF, $p = 0,010$) (Tabela 3).

O crescimento do dossel forrageiro ocorreu em padrões diferentes comparando-se as cultivares, sendo superior para o capim Xaraés (79,3 cm), com 14,5%, 13,4% e 13,1% a mais de ALTD em relação aos capins Marandu, Mavuno e Piatã, respectivamente, de menores alturas. Maior altura para o capim Xaraés foi em função de investimento no alongamento de folhas, já que as frações colmo e material senescente foram inferiores comparando-se aos demais capins.

Com o objetivo de determinar fatores que interferem nos processos fisiológicos das plantas para a predição da produção de forragem de *Urochloa brizantha*, Cruz (2010), obteve dados de altura de dossel superiores para o capim Xaraés (51,4 cm) em relação ao Piatã (43,6 cm) e Marandu (40,1 cm), durante o período das águas e efetuando cortes a cada 35 dias.

Ao comparar as médias das cultivares Xaraés, Marandu, Piatã e Paiaguás, para observar o acúmulo de forragem e as características estruturais dos dosséis, Santos et al. (2021), obtiveram resultado semelhante, em que o Xaraés (67,1 cm) teve altura de dossel superior as demais cultivares, que não se diferenciaram para este parâmetro.

Abordando sobre as características produtivas e estruturais de *Brachiarias* spp. em Latossolo Vermelho-Amarelo, durante o período chuvoso, Carneiro et al. (2023), obtiveram que as cultivares Xaraés (51,5 cm), Mavuno (50,6 cm) e Piatã (44,5 cm) tiveram maiores alturas de planta em relação a Marandu (35,1 cm), comparando as médias de cinco ciclos de rebrota de 28 dias cada.

Tabela 3 - Médias das variáveis avaliadas em função das cultivares e doses, em pastagens de *Urochloa* spp. cultivadas em Neossolo Quartzarênico, durante estação chuvosa

Variáveis	Cultivar				Dose (kg ha ⁻¹ ciclo N)		Média	P-valor			CV (%)
	Xaraés	Piatã	Mavuno	Marandu	0	50		Cultivar	Dose	C*D	
ALTD (cm)	79,3a	68,9b	68,7b	67,8b	65,9B	76,4A	0,712	<0,0001	<0,0001	0,630	4,36
DPP (m ²)	969a	884a	919a	935a	818B	1036A	927	0,309	<0,0001	0,781	9,56
MST (kg ha ⁻¹)	3.868,5a	3.647,3a	3.844,1a	3.687,1a	3.114,5B	4.409,0A	3.761,7	0,571	<0,0001	0,686	10,08
MSF (kg ha ⁻¹)	2.845,9a	2.442,7b	2.582,8ab	2.451,0b	2.127,6B	3.033,6A	2.580,6	0,012	<0,0001	0,591	9,68
MSC (kg ha ⁻¹)	884,9a	995,2a	1038,3a	960,6a	784,7B	1154,8A	969,7	0,384	<0,0001	0,877	18,38
MSMS (kg ha ⁻¹)	137,8b	209,4ab	223,0ab	275,5a	202,2A	220,6A	211,4	0,002	0,410	0,959	29,25
PMSF (%)	75,5a	68,4b	69,1b	69,4b	71,0A	70,2A	70,61	<0,0001	0,366	0,640	3,64
PMSC (%)	21,0b	25,3a	24,7a	23,7ab	22,4B	25,0A	23,67	0,006	0,005	0,900	10,00
PMSMS (%)	3,5b	6,3a	6,1a	6,9a	6,6A	4,8B	5,71	0,000	0,001	0,707	23,50
F:C	4,4a	3,4a	3,5a	3,9a	4,1A	3,4B	3,784	0,106	0,029	0,195	22,40
IAF	6,1a	4,6c	5,6ab	5,4b	4,5B	6,4A	5,427	0,010	<0,0001	0,999	15,48

Altura de dossel (ALTD), densidade populacional de perfilhos (DPP), massa seca total (MST), massa seca de folhas (MSF), massa seca de colmos (MSC), massa seca de material senescente (MSMS), porcentagem de massa seca de folha (PMSF), porcentagem de massa seca de colmo (PMSC), porcentagem de massa seca de material senescente (PMSMS), relação folha:colmo (F:C), índice de área foliar (IAF), coeficiente de variação (CV) e interação cultivar e dose (C*V). Médias seguidas de letras minúsculas iguais para cultivar e maiúsculas iguais para dose, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey (p>0,05%).

Essa cultivar é conhecida por apresentar alto potencial de produção de forragem, sendo por essa característica, associada ao grupo funcional dos *Panicuns* (syn. *Megathyrsus*) no estudo de Rodrigues et al. (2012).

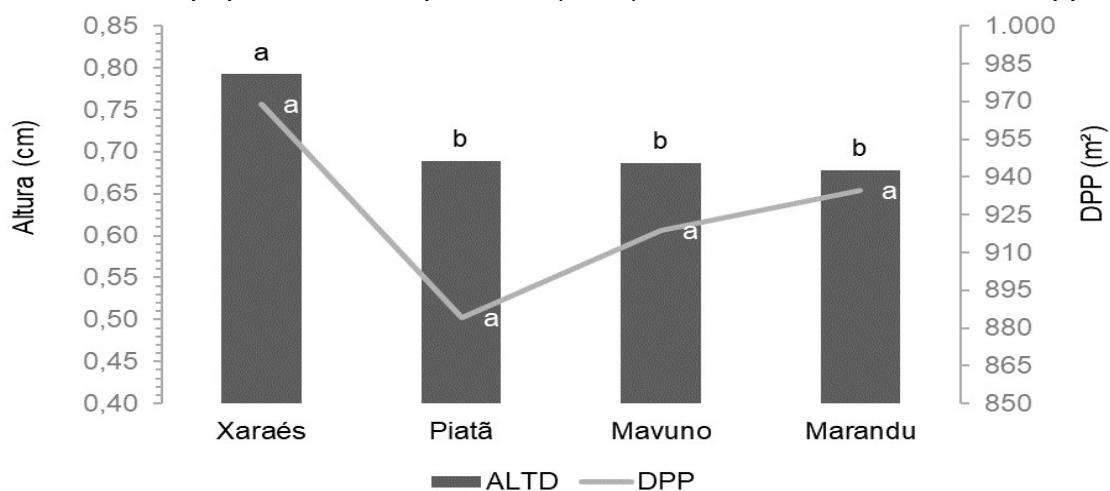
A altura do capim Xaraés foi superior em 44,6% a altura de entrada recomendada, que é de 40 cm (VALLE et al., 2004). Pedreira & Pedreira (2007), verificando respostas a estratégias de pastejo para o capim Xaraés durante o período das águas, observou que o capim obteve 100% de interceptação luminosa quando manejado com 28 dias entre as rebrotas e 95% interceptação luminosa com 22 dias de intervalo, em resposta a condição de altura de dossel.

As forrageiras tiveram perfilhamento semelhante em resposta as condições de manejo empregadas. No estudo de Euclides et al. (2014), os valores para DPP foram de 1.020, 644 e 568 perfilhos m² para Marandu, Xaraés e Piatã, respectivamente, quando manejados com 15 cm de resíduo.

O estudo de Carneiro et al. (2023), quantificou 732 perfilhos m² para a cultivar Mavuno e 589 perfilhos m² para Marandu, com médias distintas da Piatã (528) e Xaraés (526), que por outro lado, tiveram maiores alturas de dosséis.

Resultados disponíveis na literatura indicam decréscimo na população de perfilhos à medida que os pastos são mantidos mais altos (SBRISSIA et al., 2008), devido a menor penetração de luz na base das touceiras. Neste estudo, esse comportamento não foi verificado para o capim Xaraés, que com maior altura de dossel, produziu quantidade de perfilhos semelhantes aos capins de menores alturas (Figura 4).

Figura 4 - Médias da estação chuvosa para as variáveis altura de dossel (ALTD) e densidade populacional de perfilhos (DPP) das cultivares de *Urochloa* spp.



As cultivares responderam de forma semelhante para a produção MST, com médias de 3.868, 3.647, 3.844 e 3.687 kg ha⁻¹ sequencialmente para Xaraés, Piatã, Mavuno e Marandu.

A exemplo deste estudo, Carneiro et al. (2023), não verificaram diferenças entre as médias das cultivares Marandu (1.757 kg ha⁻¹), Xaraés (1.731 kg ha⁻¹), Piatã (1.723 kg ha⁻¹) e Mavuno (2.119 kg ha⁻¹) para produção de MST, sendo os valores destes em comparação ao do presente estudo, inferiores em 47,6%, 44,76%, 47,2% e 55,1%, apesar de condições experimentais de disponibilidade hídrica e manejo semelhantes.

Avaliando as características estruturais de pastagens durante o período das águas, Euclides et al. (2008), identificaram diferenças para massa de forragem ($p < 0,05$), que foi superior para a cultivar Xaraés quando comparada à Marandu. A cultivar Piatã não se distinguiu entre Xaraés e Marandu, sendo as médias de 4.075 kg ha⁻¹ (Xaraés), 3.850 kg ha⁻¹ (Piatã) e 3.730 kg ha⁻¹ (Marandu) de matéria seca, com valores mais próximos aos deste estudo.

Geralmente, maiores produtividades estão atreladas a maiores alturas de dossel forrageiro, característica não observada no estudo em termos de valores relativos. No entanto, estudos como os de Cruz (2010), realizando a predição da produção de forragem dos capins Marandu, Piatã e Xaraés, Paula et al. (2012), observando o acúmulo de forragem do capim Marandu e Batista et al. (2023), trabalhando com as *Urochloas* Marandu, Xaraés e Mavuno, em médio nível tecnológico, atribuíram correlação positiva entre altura de planta e massa seca de forragem.

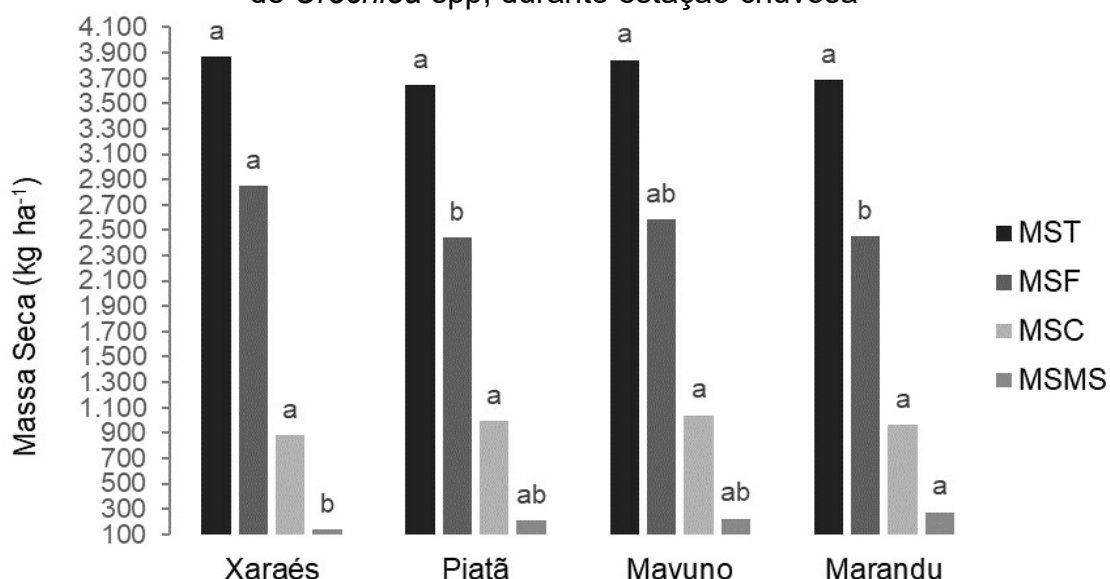
Santos et al. (2021), estudando o efeito do diferimento de *Urochloas brizanthas* sobre o acúmulo de forragem e estrutura de dossel, obteve maiores ALTD para Xaraés e menores médias para Marandu e Piatã, resultando em aumento correspondente para os resultados de massa seca, de modo que a forrageira Xaraés foi mais produtiva.

Na correlação entre altura de planta e massa seca de forragem há de se levar em consideração a proporção dos componentes foliares que representam a parte aérea na composição da massa seca da planta, já que, de modo geral, alturas mais elevadas promovem maior alongamento de colmos e deposição de material morto (EUCLIDES et al., 2018). No presente estudo, apesar da cultivar Xaraés obter

produtividade semelhante à das demais, há que se destacar que o componente folha, onde há maior aporte de proteína bruta, ocorreu em maior proporção.

Ao comparar os componentes foliares que compõem a MST das cultivares, foi observado maior produção de massa seca de folhas (MSF) para os capins Xaraés e para o Mavuno (Figura 5) que, no entanto, não se diferenciou dos capins Marandu e Piatã, de menores médias. Para o componente massa seca de colmos (MSC), as cultivares tiveram mesma produção ($p>0,05$). A massa seca de material morto (MSMS) foi superior para Marandu, com incremento de 49,9% de MSMS em comparação a cultivar Xaraés, com menor quantidade de material morto. As cultivares Piatã e Mavuno não se distinguiram da Marandu e Xaraés.

Figura 5 - Massa seca dos componentes foliares e massa seca total das cultivares de *Urochloa* spp, durante estação chuvosa



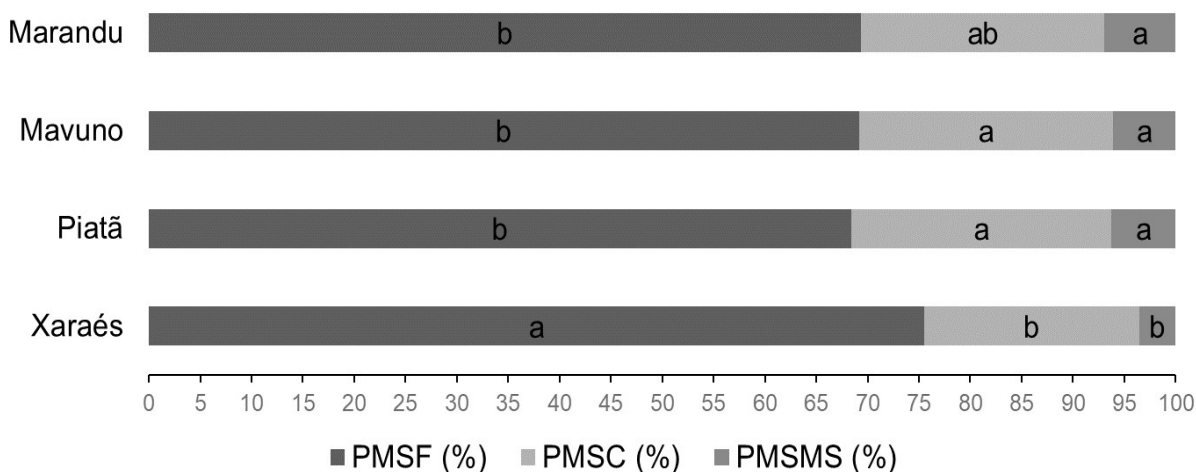
Observou-se à campo que o capim Piatã alongou muito os colmos no início dos ciclos, como estratégia ao adensamento de perfilhos (que foi superior ao das demais cultivares após estabelecimento) e baixa penetração de luz solar, o que influenciou negativamente na rebrota, pois devido aos colmos alongados associado ao período de rebrota e altura de resíduo, houve remoção acentuada da parte aérea, comprometendo o processo fotossintético, de modo que a restauração do dossel forrageiro ocorreu pela remobilização dos carboidratos de reserva das raízes até as novas folhas adquirirem capacidade fotossintética (SANDERSON et al., 1997), processo mais dispendioso para a planta, resultado que sugere necessidade de manejo diferente para esta cultivar.

Ademais, essas diferenças nas estruturas dos dosséis também podem ser explicadas pela época de florescimento das cultivares, já que nesta fase há acentuada mobilização de assimilados para as partes reprodutivas da planta para emissão da inflorescência (SANTOS, 2002). A cultivar Piatã tem florescimento precoce, no início da estação chuvosa, a Marandu e Mavuno em posição intermediária, e a cultivar Xaraés apresenta florescimento mais tardio, características que irão influenciar na produção de colmos (VALLE et al., 2004).

As porcentagens de massa seca dos componentes foliares proporcionalmente a MST, podem ser observadas na Figura 6. A PMSF foi superior para Xaraés em relação a Marandu, Mavuno e Piatã, que tiveram médias semelhantes. A cultivar Xaraés obteve 8,1%, 8,5% e 9,4% a mais em produção de folha comparada a Marandu, Mavuno e Piatã, respectivamente. Carneiro et al. (2023), obteve proporção de massa seca de folhas de 80% (a), 78% (a), 74% (b) e 74% (b), para Xaraés, Marandu, Mavuno e Piatã, respectivamente.

Os dados de Carneiro et al. (2023) referentes a PMSC, denotam menores valores para o capim Marandu (16%) e Xaraés (17%) em relação a proporção de colmos para Mavuno (21%) e Piatã (23%). No comparativo com os dados atuais (Figura 6), foram encontradas maiores PMSC para Piatã e Mavuno e o capim Xaraés obteve menor PMSC. Marandu, no entanto, não se diferenciou dos demais. A proporção de massa seca de material senescente foi inferior para o Xaraés (54,8%) em relação as outras forrageiras, que tiveram médias semelhantes.

Figura 6 - Proporção dos componentes foliares em relação a massa seca total de cultivares de *Urochloa* spp., durante a estação chuvosa



Maior contribuição porcentual de massa de folhas em relação a massa seca de forragem total é importante indicador da qualidade nutricional da forragem à disposição dos animais em pastejo, já que este componente apresenta maiores teores de nutrientes, principalmente proteína bruta (FABRICE et al., 2015).

A partir das frações desses componentes, podemos determinar a relação folha:colmo (F:C), que é um parâmetro relacionado a qualidade da forragem disponível. Quanto maior essa relação, maior proporção de folhas em detrimento de colmos, maior disponibilidade de material nutritivo será oferecido os animais (COSTA et al., 2015; SILVA et al., 2016).

As cultivares não proporcionaram respostas distintas em relação a este parâmetro. Durante estação das águas, Rodrigues (2022), comparando forrageiras de *Urochloa* e *Megathyrsus*, encontrou relação folha:colmo de 4,7 para a Mavuno.

Manejando pastagens em condições edafoclimáticas de Semiárido Brasileiro durante abril a julho de 2016, Rodrigues (2021), encontrou relação F:C de 2,2 para Marandu, 1,9 para Xaraés e 1,5 para Piatã, indicando menor valor nutricional do capim Piatã. Por outro lado, Batista et al. (2023), obteve índices de 5,9 para Marandu, 4,7 para Xaraés e 3,9 para Mavuno, quando as parcelas não foram adubadas, em ensaio durante período das águas.

Maior índice de área foliar (IAF) foi encontrado para Xaraés e Mavuno, que, no entanto, foi semelhante ao capim Marandu. O capim Piatã obteve menor IAF, resultado 25% inferior em relação ao do capim Xaraés. Esse resultado pode, em parte, ser atribuído as características genéticas da planta, que apesar de possuir folhas longas, são mais estreitas em comparação às demais plantas avaliadas.

O Índice de área foliar é importante parâmetro na caracterização da estrutura de pastagens, relacionando-se com a interceptação luminosa e assimilação de carbono pelas plantas. Índices mais elevados indicam aumento fotossintético da planta, que resulta em maior capacidade produtiva das forrageiras (GOMES et al., 2019).

Geralmente, menor IAF é compensado com o incremento de maior número de perfilhos (BARBOSA et al., 2002), porém não foi verificado no presente estudo, uma vez que a cultivar Piatã, de menor IAF, produziu perfilhos semelhante as demais.

No estudo de Cruz (2010), a média do IAF também foi superior para Xaraés (3,8). Marandu e Piatã tiveram resultados semelhantes (2,7 e 2,8, respectivamente), quando realizados cortes a cada 35 dias.

Pertinente ao fator dose, a massa seca de material senescente (MSMS, $p=0,410$) e porcentagem de massa seca de folha (PMSF, $p=0,366$) não foram influenciados pela adição de nitrogênio (Tabela 3).

Por outro lado, a ALTD, DPP, MST, MSF, MSC ($p<0,0001$), PMSC ($p=0,005$), PMSMS ($p=0,001$), relação folha colmo (F:C, $p=0,029$) e IAF ($p<0,0001$) foram influenciados quando administrada a dose de N (Tabela 3). Esses resultados inferem em forte influência da adubação nitrogenada sobre as características estruturais e produtivas das forrageiras, que foram superiores, na maioria das variáveis, em comparação à quando estas não foram adubadas.

O nitrogênio é essencial em vários processos fisiológicos da planta, principalmente nas zonas de alongamento e de divisão celular (DUARTE et al., 2019), faz parte das moléculas primárias das proteínas e proporciona aumento rápido da produção de forragem (SANTOS et al., 2016), de modo que visando sistemas mais intensificados, esse nutriente se torna indispensável nos processos de crescimento e expansão dos órgãos da planta.

A altura de dossel foi superior em 13,74% quando aplicado o N, o que corresponde a um aumento de 10,5 cm. Esse resultado pode suceder em maior flexibilização do período de descanso da pastagem, já que aumenta a taxa de crescimento da forrageira e, conseqüentemente, a quantidade de forragem produzida por unidade de tempo (SANTOS et al., 2009).

O perfilhamento foi superior em 21% quando usado o nitrogênio. O incremento no perfilhamento, pode ser atribuído ao acréscimo na renovação celular, que promove o surgimento e de gemas basilares e axilares, que precedem a emissão de novos perfilhos (MARTUSCELLO et al., 2015).

A produtividade de MST foi elevada em 29,4% em comparação à não aplicação de nitrogênio. A MSF ($2.127,6 \text{ kg ha}^{-1}$ e $3.033,6 \text{ kg ha}^{-1}$) e a MSC ($784,7 \text{ kg ha}^{-1}$ e $1.154,8 \text{ kg ha}^{-1}$) foram superiores quando aplicado o N. No entanto para MSMS não houve diferença entre as médias de 0 ($202,2 \text{ kg ha}^{-1}$) e 50 $\text{kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ de N ($220,6 \text{ kg ha}^{-1}$).

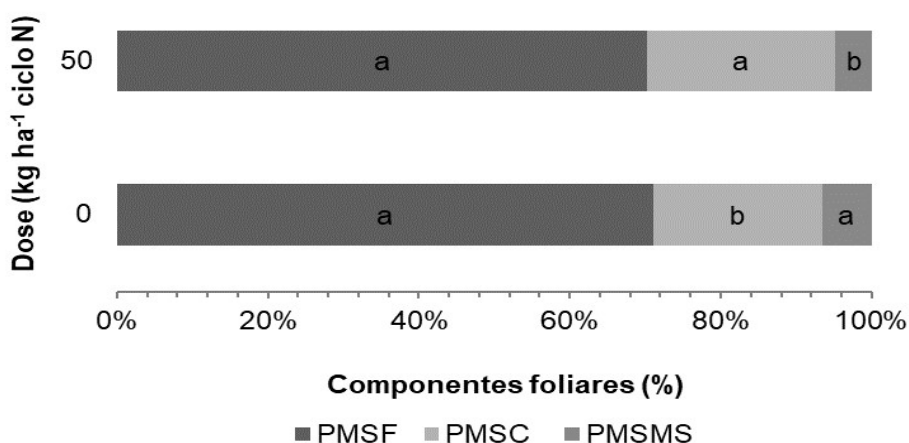
É importante observar, que mesmo com a elevação da produtividade com a aplicação de nitrogênio, plantas não adubadas tiveram bom desempenho agrônomo. Esse fato pode ser atribuído à recente implementação da área, que as favoreceu devido a disponibilidade de nutrientes, pela adubação de estabelecimento, reduzindo a escala de eficiência da adubação de cobertura.

Pastagens submetidas a altos níveis de fertilização modificam sua estrutura, uma vez que as plantas precisam investir proporcionalmente mais no comprimento e peso seco dos caules, para suportar folhas mais longas devido ao incremento de nitrogênio (LOPES et al., 2016). As participações dos componentes foliares, são importantes na caracterização da massa de forragem, pois, além de indicar composição química e digestibilidade próprios, a proporção dos componentes pode influenciar a apreensão e consumo de forragem pelos animais (BITTAR, 2017).

Observa-se na Figura 7, que a aplicação de nitrogênio proporcionou mesma participação do componente folha no perfilho quando comparado à quando não foi realizada adubação. Esse dado demonstra que o aumento na massa seca total da parte aérea, promovido pela adição de nitrogênio, não foi em função da maior participação do componente colmo, mas pelo maior volume de folhas na composição do perfilho, que é um aspecto positivo no manejo de pastagens.

Ocorreu maior acúmulo de colmos, com acréscimo de 10,4% na participação desse componente do perfilho com a adubação. Por outro lado, houve redução da porcentagem de material morto (27,3%) com a adubação.

Figura 7 - Proporção dos componentes foliares em relação a massa seca total de cultivares de *Urochloa* spp., sob doses de nitrogênio, durante a estação chuvosa



Doses de nitrogênio podem acelerar o processo de senescência (FARIAS et al., 2019; MARTUSCELLO et al., 2018; KANT et al., 2011; SILVA et al., 2009), deste modo, o resultado obtido contrário a essa afirmativa pode estar relacionado a deficiência nutricional dos tratamentos não adubados, já que as touceiras adubadas se apresentaram mais verdes e vigorosas em comparação as que não receberam nitrogênio. Alexandrino et al. (2004), indicam que a deficiência nutritiva é um dos fatores que desencadeia a senescência dos tecidos vegetais.

Durante o processo de senescência, o nitrogênio é realocado para a formação de novos tecidos e em plantas com deficiência de nitrogênio, poderá ocorrer indução da senescência de folhas mais velhas para o desenvolvimento de novos tecidos fotossintetizantes (MENG et al., 2016).

Resultados similares foram observados no estudo de Batista et al. (2023), não encontrando diferença na participação de folhas na composição dos perfilhos em função da adubação nitrogenada, ocorrendo 81,2% de participação de folhas com adubação e 81,5% sem adubação. Os valores superiores ao deste estudo podem ser atribuídos, em parte, a maior altura de resíduo utilizada por Batista et al. (2023), que foi de 30 cm, resultando em maior incidência de folhas. No mesmo estudo, o uso da adubação elevou a porcentagem de colmos (14,2%) e maior valor de proporção de material morto foi verificado quando o capim não foi adubado (5,5%) em relação à quando feita a adubação (4,3%).

O efeito da adubação nitrogenada na maior produção de colmos correlaciona-se a maior à altura de dossel (CASTAGNARA et al., 2011), de modo que a forrageira alonga seus colmos para maior interceptação da luz solar.

No entanto, o alongamento de colmos, correlaciona-se de forma negativa na relação folha:colmo (FAGUNDES et al., 2006), o que pôde ser verificado neste estudo, que indica decréscimo de 17,1% na relação F:C nas parcelas que foram adubadas.

O incremento nas doses de nitrogênio pode diminuir a relação F:C da *Urochloa brizantha* cultivar Xaraés, devido ao maior crescimento das plantas e ao processo de alongamento dos colmos. Porém, a relação folha/colmo depende, sobremaneira, do manejo do pasto (RODRIGUES et al., 2008).

Houve redução na relação F:C em capim Marandu, adubado com doses crescentes de nitrogênio (100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹) nas avaliações de Sales et al. (2013).

A adubação nitrogenada promoveu IAF superior, com aumento de 29,7%. Este fato indica que houve maior área foliar específica associado ao maior número de perfilhos e produção de massa seca de folhas nas parcelas adubadas (Tabela 3). Santos et al. (2018) observaram resposta linear e positiva para índice de área foliar em função do incremento das doses de N.

Forageiras que apresentam maior quantidade de folhas, maior área foliar específica e maior número de perfilhos, tendem a apresentar maior IAF (MATTHEW et al., 2000). Todas essas características além de serem inerentes a genética da planta, são fortemente influenciadas pelos fatores externos, a exemplo da adubação nitrogenada, que imprimiu efeito em todas as variáveis supracitadas e condicionou a maior IAF.

A lotação animal ou momento do corte devem ser ajustados para evitar um baixo IAF residual, situação em que ocorre muita mobilização de carboidratos das raízes para restabelecer o IAF (BELONE et al., 2016).

4 CONCLUSÃO

As cultivares apresentam respostas distintas quanto as características de dossel, o que, no entanto, não afeta a produtividade de MST, já que estas têm mesmo desempenho produtivo.

Maiores médias quanto aos parâmetros MSF e IAF para a cultivar Xaraés, além de bom perfilhamento e relação F:C, demonstram grande potencial dessa forrageira em resposta ao manejo empregado.

A aplicação da adubação nitrogenada modifica as características estruturais e conduz a maior desempenho agrônômico, sem interferir na qualidade da forragem.

Maior intensificação das pastagens em áreas com restrições ao bom desenvolvimento das forrageiras pode ser alcançada por meio das cultivares apresentadas aliadas à adubação nitrogenada.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JUNIOR, D. do; 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**, v. 33, n. 6, p. 1372-1379, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000600003>
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES (ABIEC). **Perfil da Pecuária no Brasil**. São Paulo, 2023. 72p. Disponível em: <http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2022/> Acesso em: 29 ago. 2023.
- BARBOSA, R. A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do; EUCLIDES, V. P. B.; REGAZZI, A. J.; FONSECA, D. M. da. Características morfogênicas e acúmulo de forragem do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. Cv. Tanzânia) em dois resíduos forrageiros pós pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 583-593, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982002000300007>
- BATISTA, C. de S.; PAULA NETO, J. J. de; ALEXANDRINO, E.; DE OLIVEIRA, M. L. C.; SOUZA, R. M. Produção de forragem no período das águas de forrageiras do gênero *Brachiaria* com médio nível tecnológico. **Revista Foco**, v.16, n. 5, 2023. DOI: <https://doi.org/10.54751/revistafoco.v16n5-081>
- BELONI, T.; PIOTTO, V. C.; MARI, G. C.; PINHEIRO, A. A.; TORMENA, C. A.; CECATO, U. Root system and resistance to penetration of Mombaça grass fertilized with nitrogen and irrigated. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 5, p. 3243-3252, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n5p3243>
- BITTAR, D.Y. **Características morfológicas e cúmulo de biomassa de forrageiras irrigadas em ambiente de domínio de Cerrado**. 2017. Dissertação (Mestrado em Irrigação no Cerrado) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Ceres, 2017. 101 p. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefiz/1832>
- CARNEIRO, A. V. de B.; MORAIS, C. E. L.; ALENCAR, N. M.; GUEDES, K. B. Características produtivas e estruturais de *Brachiaria* spp. em latossolo vermelho-amarelo. **Revista Foco**, v. 16, n. 6, e2286, 2023. DOI: <https://doi.org/10.54751/revistafoco.v16n6-090>
- CASTAGNARA, D. D.; MESQUITA, E. E.; NERES, M. A.; OLIVEIRA, P. S. R.; DEMINICIS, B. B.; BAMBERG, R. Valor nutricional e características estruturais de gramíneas tropicais sob adubação nitrogenada. **Archivos de zootecnia**, v. 60, n. 232, p. 931-942, 2011. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32n4p1637>
- CASTAGNARA, D. D.; ZOZ, T.; KRUTZMANN, A.; UHLEIN, A.; MESQUITA, E. E.; NERES, M. A.; OLIVEIRA, P. S. R. Produção de forragem, características estruturais e eficiência de utilização do nitrogênio em forrageiras tropicais sob adubação nitrogenada. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.4, p.1637-1648, 2011. DOI: <http://doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32n4p1637>

COSTA, N. de L.; CARDOS, J. M. dos S.; ANDRADE, A. C.; MAGALHÃES, J. A., RODRIGUES, B. H. N.; VIEIRA, J. S.; FOGAÇA, F. H. dos S.; MEHL, H. U. Fontes e doses de nitrogênio na produtividade do capim-Marandu. **Pubvet**, v. 9, n. 8, 2015. DOI: <https://doi.org/10.22256/pubvet.v9n8.348-358>

CRUZ, P. G. da. **Produção de forragem³- em *Brachiaria brizantha*: adaptação, geração e avaliação de modelos empíricos e mecanicistas para estimativa do acúmulo de forragem**. 2010. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2010. 102p. DOI: <https://doi.org/10.11606/T.11.2010.tde-11022011-101117>

DUARTE, C. F. D.; PAIVA, L. M.; FERNANDES, H. J.; BISERRA, T. T.; FLEITAS, A. C. Capim tropical manejado sob lotação intermitente, submetido a fontes de fósforo com diferentes solubilidades, associados ou não à adubação com nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, v. 20, p. 1-15, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1089-6891v20e-47692>

EUCLIDES, V. P. B.; CARPEJANI, G. C.; MONTAGNER, D. B.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; BARBOSA, R. A.; DIFANTE, G. S. Maintaining post-grazing sward height of *Panicum maximum* (cv. Mombaça) at 50 cm led to higher animal performance compared with post-grazing height of 30 cm. **Grass and forage science**, v. 73, p. 174-182, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1111/gfs.12292>

EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; BARBOSA, R. A.; NANTES, N. N. Manejo do pastejo de cultivares de *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf e de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Ceres**, v. 61, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-737x201461000006>

EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; VALLE, C.B. do; BARBOSA, R.A.; GONÇALVES, W.V. Produção de forragem e características da estrutura do dossel de cultivares de *Brachiaria brizantha* sob pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 12, p.1805-1812, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2008001200023>

FABRICE, C. E. S.; SOARES FILHO, C. V.; PINTO, M. F.; PERRI, S. H. V.; CECATO, U.; MATEUS, G. P. Recuperação de pastagem degradada de "Brachiaria decumbens" com introdução de *Estilosanthes* e adubação fosfatada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 16, n. 4, p. 758-771, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-99402015000400001>

FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; MORAIS, R. V.; MISTURA, C.; VITOR, C. M. T.; GOMIDE, J. A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; SANTOS, M. E. R.; LAMBERTUCCI, D. M. Avaliação das características estruturais do capim braquiária em pastagens adubadas com nitrogênio nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 30-37, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982006000100004>

FARIAS, L. N.; ZANINE, A. M.; FERREIRA, D. J.; RIBEIRO, M. D.; SOUZA, A. L.; GERON, V. L. J.; PINHO, A. R. M.; SANTOS, E. M. Effects of nitrogen fertilization

and seasons on the morphogenetic and structural characteristics of Piatã (*Brachiaria brizantha*) grass. **Rev. FCA UNCUYO**, v. 51, n. 2, p. 42–54, 2019.

FREITAS, K. R.; ROSA, B.; RUGGIERO, J. A.; NASCIMENTO, J. L. Avaliação da composição química – bromatológica do capim mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) submetido a diferentes doses de nitrogênio. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 3, p. 1-10, 2007.

GOMES, F. J.; PEDREIRA, C. G. S.; BOSI, C.; CAVALLI, J.; HOLSCHUCH, S. G.; MOURÃO, G. B.; PEREIRA, D. H.; PEDREIRA, B. C. Shading Effects on Marandu Palisadegrass in a Silvopastoral System: Plant Morphological and Physiological Responses. **Agronomy Journal**, v. 111, n. 5, p. 1-9, 2019. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj2019.01.0052>

KANT, S.; BI, Y.-M.; ROTHSTEIN, S. J. Understanding plant response to nitrogen limitation for the improvement of crop nitrogen use efficiency. **Journal of Experimental Botany**, v. 62, p. 1499–1509, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/erq297>

LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; CHABBI, A. **Grassland productivity and ecosystem services**. CABI: Wallingford. 2011. 287 p.

LOPES, M. N.; CÂNDIDO, M. J. D.; POMPEU, R. C. F. F.; SILVA, R. G.; MORAIS NETO, L. B.; CARNEIRO, M. S. S. Tilling dynamics in Massai grass fertilized with nitrogen and grazed by sheep. **Bioscience Journal**, v. 32, n. 2, p. 446-454, 2016.

MARTUSCELLO, J. A.; RIBEIRO, Y. N.; BRAZ, T. G. S.; FERREIRA, M. R.; ASSIS, J. A.; JANK, L.; REIS, G. A. Forage production, morphogenesis and agronomic efficiency in panicum maximum brs quenia under nitrogen levels. **Boletim De Industria Animal**, v. 75, p. 1-12, 2018. DOI: <https://doi.org/10.17523/bia.2018.v75.e1411>

MARTUSCELLO, J. A.; SILVA, L. P. da; CUNHA, D. de N. F. V.; BATISTA, A. C. dos S.; BRAZ, T. G. dos S.; FERREIRA, P. S. Adubação nitrogenada em Capim-Massai: morfogênese e produção. **Ciência Animal Brasileira**, v. 16, p. 1-13, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1089-68916i118730>

MATHEW, C.; ASSUERO, S. G.; BLACK, C. K.; SACKVILLE, H. N. Tiller dynamics of grazed swards. In: LEMAIRES, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; NABINGER, C. CARVALHO, P. (Eds.) **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CABI International, 2000, p.127-150.

MENG, L.; LI, W.; ZHANG, S.; WU, S.; JIANG, W.; SHA, C. Efeito de diferentes fontes extras de C no controle da perda de nitrogênio e na alteração das populações bacterianas na compostagem de lodo de esgoto. **Engenharia Ecológica**, v. 100, n. 94, p. 238-243, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.05.013>

MOMESSO, L.; CRUSCIOL, C. A.; SORATTO, R. P.; VYN, T. J.; TANAKA, K. S.; COSTA, C. H.; NETO, J. F.; CANTARELLA, H. Impacts of Nitrogen Management on

No-Till Maize Production Following Forage Cover Crops. **Agronomy Journal**, v. 111, n. 2, p. 639-649, 2019. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj2018.03.0201>

OLIVEIRA, J. dos S.; NETO, J. V. E.; SANTOS, R. da S.; BONFIM, B. R. de S.; LISTA, F. N.; VIEIRA, V. A.; DIFANTE, G. dos S. Structural and productive characteristics of *Urochloa* cultivars submitted to different defoliation frequencies in semiarid region. **Journal of Agricultural Studies**, v. 7, n. 3, p. 91-102, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5296/jas.v7i3.15177>

OLIVEIRA, J. K. S. de; CORRÊA, D. C. de C.; CUNHA, A. M. Q.; RÊGO, A. C. de; FATURI, C.; SILVA, W. L. de; DOMINGUES, F. N. Effect of Nitrogen Fertilization on Production, Chemical Composition and Morphogenesis of Guinea Grass in the Humid Tropics. **Agronomy**, v. 10, n. 11, 1840, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10111840>

OLIVEIRA, V. DA S.; SILVA MORAIS, J. A.; FAGUNDES, J.L.; LIMA, I.G.S.; SANTANA, J.C.S.; DOS SANTOS, C.B. Efeito da irrigação na produção e qualidade de pastagens durante o período da seca. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v. 26, n. 1, p. 1-10, 2016.

PAULA, C. C. L.; EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; LEMPP, B.; DIFANTE, G. S.; CARLOTO, M. N. Estrutura do dossel, consumo e desempenho animal em pastos de capim-marandu sob lotação contínua. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 1, p. 169-176, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352012000100024>

PEDREIRA, B. C.; PEDREIRA, C. G. S. Fotossíntese foliar em capim-Xaraés [*Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. Xaraés] e modelando o potencial assimilatório do dossel sob estratégias de lotação rotacionada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007000400004>

PEREIRA, L. E. T.; PASSOS, B. S. de A.; HERLING, V. R.; LUZ, P. H. de C.; AVANZI, J. C. Morphological adaptations of signal grass in response to liming and cutting severities. **Agronomic Science Journal**, v. 49, n. 4, p. 673-682, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20180076>

RODRIGUES, C. S.; NASIMENTO JÚNIOR, D. do; DETMANN, E.; SILVA, S. C. da; SOUSA, B. M. de L.; SILVEIRA, M. C. T. da. Grupos funcionais de gramíneas forrageiras tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 6, p. 1385-1393, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000600010>

RODRIGUES, J. G.; DIFANTE, G. dos S.; GURGEL, A. L. C.; VERAS, E. L. de L.; COSTA, A. B. G. da; PEREIRA, M. de G.; NETO, J. V. E.; COSTA, M. C. Establishment of *Brachiaria* cultivars in the soil-climatic conditions of the Brazilian semi-arid region. **Acta Scientiarum**, v. 43, e51802, 2021. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v43i1.51802>

RODRIGUES, M. S. **Características Produtivas de Forrageiras dos Gêneros *Urochloa* e *Megathyrsus maximus***. 2022. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Instituto Federal Goiano, Programa de Pós-Graduação em Ciências

Agrárias, Campus Verde, 2022. 47 p. Disponível em:
<https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/2918>

RODRIGUES, R. C.; MOURÃO, G. B.; BRENNECKE, K.; LUZ, P. H. de C.; HERLONG, V. R. Produção de massa seca, relação folha/colmo e alguns índices de crescimento de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés cultivado com a combinação de doses de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 3, p. 394-400, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1516-35982008000300003>

SALES, E. C. J.; REIS, S. T. D.; MONÇÃO, F. P.; ANTUNES, A. P. D. S.; OLIVEIRA, E. R. D.; MATOS, V. M.; DELVAUX, A. D. S. Produção de biomassa de capim-marandu submetido a doses de nitrogênio em dois períodos do ano. **Agrarian**, v. 6, n. 22, p. 486-499, 2013.

SANDERSON, M. A.; STAIR, D. W.; HUSSEY, M. A.; Physiological and morphological responses of perennial forages to stress. **Advances and Agronomy**, v. 59, p. 171-224, 1997.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5 ed., Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; BALBINO, E. M.; MONNERAT, J. P. I. S.; SILVA, S. P. Caracterização dos perfilhos em pastos de capim braquiária diferidos e adubados com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 4, p. 643-649, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000400008>

SANTOS, M. E. R.; MORAES, L. S. de; FERNANDES, F. H. de O.; CARVALHO, B. H. R.; ROCHA, G. de O.; ANDRADE, C. M. S. de. Herbage accumulation and canopy structure during stockpiling of Marandu, Piatã, Xaraés, and Paiaguás brachiaria grass cultivars. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 56, e02207, 2021 DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2021.v56.02207>

SANTOS, M. P. dos; CASTRO, Y. O.; MARQUES, R. C.; PEREIRA, D. R. M.; GODOY, M. M.; REGES, N. P. R. Importância da calagem, adubações tradicionais e alternativas na produção de plantas forrageiras: Revisão. **Pubvet**, v. 10, n. 1, p. 1-12, 2016. DOI: <https://doi.org/10.22256/pubvet.v10n1.1-12>

SANTOS, P. M. **Controle do desenvolvimento das hastes no capim Tanzânia: um desafio**. 2002. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, Piracicaba, 2002. 98 p. DOI: <https://doi.org/10.11606/T.11.2002.tde-17072002161144>

SANTOS, R. E. M.; CARVALHO, B. H. R.; RODRIGUES, P. H. M.; BASSO, K. C.; CARVALHO, A. N. de. Características estruturais do capim-marandu diferido com alturas e doses de nitrogênio variáveis. **Arquivos de Zootecnia**, v. 67, n. 259, p. 420-426, 2018. DOI: <https://doi.org/10.21071/az.v67i259.3800>

SBRISSIA, A. F.; SILVA, S. C. Comparação de três métodos para estimativa do índice de área foliar em pastos de capim-Marandu sob lotação contínua. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 212-220, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000200006>

SILVA, C. C. F. da S.; BONOMO, P.; PIRES, A. J. V.; MARANHÃO, C. M. de A.; PATÊS, N. M da S.; SANTOS, L. C. Características morfogênicas e estruturais de duas espécies de braquiária adubadas com diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 4., p. 657-671, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000400010>

SILVA, J. L.; RIBEIRO, K. G.; HERCULANO, B. N.; PEREIRA, O. G.; PEREIRA, R. C.; SOARES, L. F. P. Massa de forragem e características estruturais e bromatológicas de cultivares de *Brachiaria* e *Panicum*. **Ciência Animal Brasileira**, v. 17, n. 3, p. 342-348, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1089-6891v17i332914>

SOUZA, C. G.; SANTOS, M. V. F.; CUNHA, M. V.; LIRA, M. A. Medidas qualitativas de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. submetidos a adubação nitrogenada. **Revista Caatinga**, v. 19, n. 4, p. 333-338, 2006.

VALLE, C. B. do; EUCLIDES, V. P. B.; PEREIRA, J. M.; VALÉRIO, J. R.; PAGLIARINI, M. S.; MACEDO, M. C. M.; LEITE, G. G.; LOURENÇO, A. J.; FERNANDES, C. D.; DIAS FILHO, M. B.; LEMPP, B.; POTT, A.; SOUZA, M. A. de. **O capim-xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés) na diversificação de pastagens de braquiária**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2004. 36 p.

ZHAO, G. Q.; WEI, S. N.; LIU, C.; KIM, H. J.; KIM, J. G. Effect of harvest dates on β -carotene content and forage quality of rye (*Secale cereale* L.) silage and hay. **Journal Of Animal Science and Technology**, v. 63, n. 2, p. 354-366, Mar., 2021. DOI: <https://doi.org/10.5187/jast.2021.e28>

CAPÍTULO 2

ESTRATIFICAÇÃO E PRODUTIVIDADE DE RAÍZES E PARTIÇÃO DE MASSA SECA DE CULTIVARES DE *UROCHLOAS* SOB EFEITO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA

RESUMO

Grande parte dos estudos com plantas forrageiras são dedicados ao desenvolvimento e produção da parte aérea. No entanto, há que se considerar que a planta é resultado do conjunto parte aérea e sistema radicular, em uma estreita relação de dependência. Objetivou-se estudar as respostas de cultivares de *Urochloa spp.* no crescimento, distribuição e produtividade do sistema radicular, sob efeito da adubação nitrogenada, cultivadas em Neossolo Quartzarênico, durante estação chuvosa. O experimento foi conduzido em blocos casualizados em esquema fatorial 4x2, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram em cultivares de forrageiras (Xaraés, Piatã, Mavuno e Marandu) e doses de nitrogênio (controle e 300 kg ha⁻¹ de N), parceladas em aplicações de 50 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹. A combinação dos fatores influenciou a massa seca de raízes (MSR) nos estratos 20-40 (p=0,003) e 60-80 (p=0,001), resultando em menor produção de massa seca total de raiz (MSTR) para a cultivar Xaraés quando aplicado o nitrogênio. Foram verificadas diferenças entre as médias de produção de raízes dos capins nos estratos 40-60 (p<0,0001), 80-100 (p=0,002) e MSTR p=0,003, que foi superior para Marandu, no entanto, a Mavuno e Piatã não se diferenciaram da cultivar Xaraés, de menor produção. Quando fornecido o nitrogênio, houve redução na MSR para as profundidades avaliadas, resultando em menor MSTR em comparação aos tratamentos sem adubação (13,32%). A relação parte aérea: raiz (RPAR) foi reduzida em todas as cultivares quando não empregada a adubação nitrogenada, indicando que em situação de escassez de nutriente, as forrageiras alocaram maior quantidade de carboidratos nas raízes. Maior acúmulo de raízes para a cultivar Marandu pode favorecer rebrotas em períodos adversos ao bom desenvolvimento da planta, em solos com baixa capacidade de retenção de água e escassez hídrica sazonal.

Palavras-chave: Camada. Profundidade. Parte Aérea. Pastagens.

CHAPTER 2

ROOT STRATIFICATION AND PRODUCTIVITY AND DRY MASS PARTITION OF *UROCHLOAS* CULTIVARS UNDER THE EFFECT OF NITROGEN FERTILIZATION

ABSTRACT

Most studies on forage plants are dedicated to the development and production of the aerial part. However, it must be considered that the plant is the result of the aerial part and root system together, in a close relationship of dependence. The objective was to study the responses of cultivars of *Urochloa* spp. in the growth, distribution and productivity of the root system, under the effect of nitrogen fertilization, cultivated in Neossolo Quartzarênio, during the rainy season. The experiment was conducted in randomized blocks in a 4x2 factorial design, with four replications. The treatments consisted of forage cultivars (Xaraés, Piatã, Mavuno and Marandu) and nitrogen doses (control and 300 kg ha⁻¹ of N), divided into applications of 50 kg ha⁻¹ cycle⁻¹. The combination of factors influenced the root dry mass (MSR) in strata 20-40 (p=0,003) and 60-80 (p=0,001), resulting in lower production of total root dry mass (MSTR) for the cultivar Xaraés when nitrogen is applied. Differences were found between grass root production averages in strata 40-60 (p<0,0001), 80-100 (p=0,002) and MSTR p=0,003, which was higher for Marandu, however, for Mavuno and Piatã did not differ from the cultivar Xaraés, which produces less. When nitrogen was supplied, there was a reduction in MSR for the depths evaluated, resulting in a lower MSTR compared to treatments without fertilization (13,32%). The shoot: root ratio (RPAR) was reduced in all cultivars when nitrogen fertilization was not used, indicating that in situations of nutrient scarcity, forage plants allocated a greater amount of carbohydrates to the roots. Greater root accumulation for the Marandu cultivar can favor regrowth in periods adverse to the plant's good development, in soils with low water retention capacity and seasonal water scarcity.

Keywords: Layer. Depth. Aerial part. Pastures.

1 INTRODUÇÃO

A produtividade e perenidade do pasto decorrem de sua capacidade de reconstituição da área foliar removida por ocasião do corte ou pastejo, que em situações adversas ao crescimento do pasto, está condicionada a remobilização dos carboidratos de reserva alocados nas raízes. Fatores como condições de umidade e fertilidade do solo, temperatura, radiação solar, genética da planta e práticas de manejo da pastagem, interferem em maior ou menor capacidade de restauração da área foliar na rebrota do pasto (VIEIRA & MOCHEL FILHO, 2010).

O desenvolvimento e desempenho das forrageiras são regulados pela parte aérea e sistema radicular, em uma estreita relação de dependência, em que as raízes exercem função de suprimento de nutrientes e água, e a parte aérea de assimilados (CECATO et al., 2004).

A dinâmica de recuperação de tecidos foliares é fortemente influenciada pela taxa de absorção de nitrogênio pelas raízes (GASTAL & LEMAIRE, 2015), assim a deficiência desse nutriente pode resultar em desequilíbrios nutricionais como a redução na taxa de crescimento da parte aérea e sistema radicular, refletindo em prejuízos na produção (SANTOS, 1997).

Em solos arenosos, o manejo da adubação nitrogenada se torna ainda mais relevante, haja vista a menor fertilidade natural dos solos e a extração contínua de nutrientes pelo pastejo do animal (BEZERRA et al., 2017). Para esses ambientes, cultivares de *Urochloa brizantha* são bem recomendadas, haja vista sua adaptação a ambientes diversos, como resultado da alta plasticidade fenotípica que apresentam (VERAS et al., 2020).

Os efeitos da adubação nitrogenada nas raízes ainda são pouco discutidos, assim requer maior número de abordagens, limitada, entre outros fatores, pela dificuldade de quantificar raízes por envolver o uso de métodos complexos e dispendiosos, sendo mais comumente estudadas em vasos (CECATO et al., 2004; WANG et al., 2021).

Neste âmbito, buscou-se investigar as respostas de cultivares de *Urochloa spp.* no crescimento, distribuição e produtividade do sistema radicular associado à parte aérea das plantas, sob efeito da adubação nitrogenada, em Neossolo Quartzarênico, durante estação chuvosa.

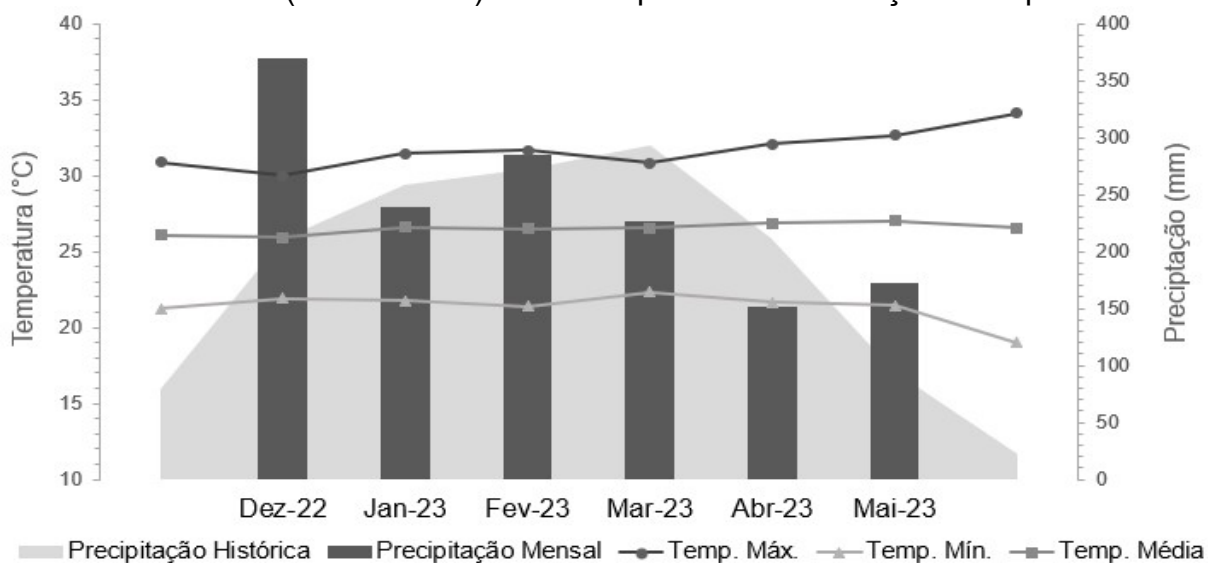
2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local e condições climáticas

O experimento foi conduzido no Setor de Agrostologia do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT), Centro de Araguaína (TO), entre dezembro de 2022 e maio de 2023, com localização geográfica de 07°10'52"S, 48°20'04"W e 226,73 m de altitude, sobre Neossolo Quartzarênico Órtico típico (SANTOS et al., 2018).

O clima é classificado como Aw, clima tropical com estação seca de inverno e chuvas no verão, quente e úmido. A temperatura média anual é de 25°C, com mínima de 20,4°C e máxima de 32,4°C. As chuvas estão concentradas de outubro a abril, com média de precipitação pluviométrica anual acima de 1.700 mm e umidade relativa do ar de 77% (INMET, 2023). As condições climatológicas durante o período de condução do experimento podem ser visualizadas na figura 1.

Figura 1 - Temperatura mensal máxima, média e mínima e precipitação mensal e mensal histórica (1991 a 2020) durante o período de condução do experimento



Fonte: Adaptado de INMET/BPMEP

2.2 Análise de solo

O solo foi amostrado nas camadas de 0 à 0,2 m e 0,2 à 0,4 m (nov/2022), com auxílio de trado tipo sonda, sendo coletadas oito amostras simples por blocos, que foram homogeneizadas, constituindo amostra composta de 500 g (Tabela 1).

Ao final do período experimental (mai/2023) foram realizadas novas coletas de solo, nas camadas de 0 à 0,2 m e 0,2 à 0,4 m, em todas as unidades experimentais, as quais foram homogeneizadas, constituindo uma amostra composta por tratamento aplicado (Tabela 2).

Tabela 1 - Análise química e física do solo para implementação do experimento

Prof. m	pH CaCl ₂	MO g. kg ⁻¹	P mg.dm ⁻³	Ca	Mg	K	Al	H+Al	SB	CTC	M	V	Argila	Silte	Areia
				-----cmolc.dm ⁻³ -----					-----%-----						
0-0,2	6,73	5,79	12,30	1,72	1,14	0,01	0,30	2,87	3,35	6,22	8,21	53,87	5,99	0,40	93,61
0,2-0,4	5,52	4,34	7,10	1,14	0,68	0,01	0,38	4,11	2,43	6,53	13,55	37,12	6,23	0,42	93,35

Prof.= profundidade; pH= Potencial Hidrogeniônico; MO= Matéria orgânica; P= Fósforo; K+= Potássio; Ca²⁺= Cálcio; Mg²⁺= Magnésio; Al³⁺= Alumínio; SB= Soma de Bases; CTC_{pH7}= Capacidade de troca catiônica; m= Saturação por alumínio; V= Saturação por base.

Tabela 2 - Análise química do solo ao final do período experimental

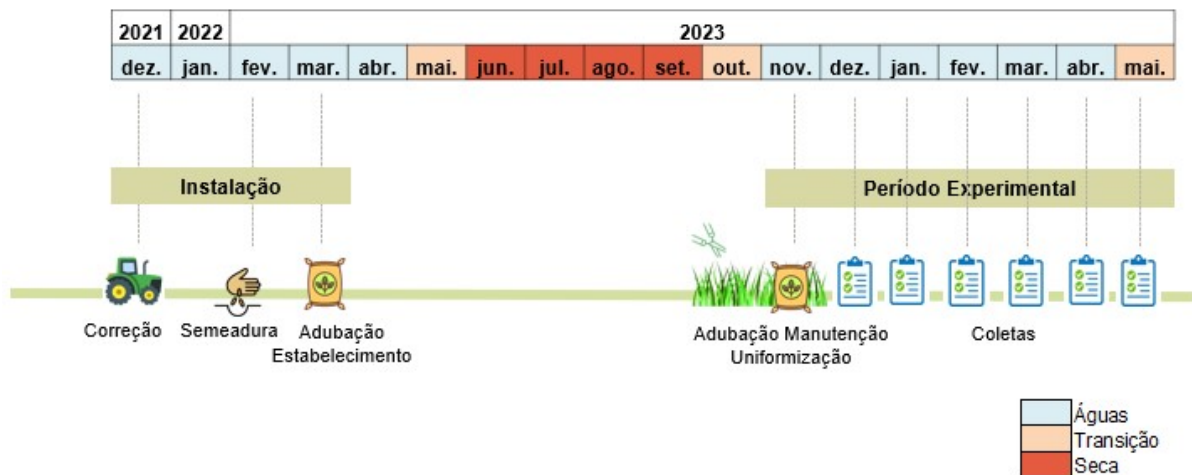
Tratamentos Cv x D kg ha ⁻¹ N	pH CaCl ₂	MO g.kg ⁻¹	P mg.dm ⁻³	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	m	V
				-----cmolc.dm ⁻³ -----					-----%-----			
0-0,2 m												
Xaraés+0	5,31	2,38	13,81	0,22	1,89	0,77	0,02	2,05	2,88	4,93	0,69	58,50
Xaraés+300	5,13	2,81	19,06	0,12	2,14	0,82	0,02	2,66	3,08	5,73	0,65	53,66
Piatã+0	5,20	2,01	16,61	0,15	1,77	0,69	0,02	2,33	2,61	4,94	0,76	52,89
Piatã+300	5,60	2,79	17,45	0,15	2,37	0,90	0,02	2,18	3,42	5,60	0,58	61,11
Mavuno+0	5,51	2,76	14,93	0,15	2,02	0,88	0,02	2,19	3,05	5,25	0,65	58,17
Mavuno+300	5,36	3,10	16,40	0,08	2,05	0,84	0,02	2,44	2,97	5,41	0,67	54,87
Marandu+0	5,42	2,28	16,54	0,19	2,03	0,90	0,02	2,16	3,12	5,28	0,64	59,06
Marandu+300	5,22	1,84	15,14	0,19	2,09	0,62	0,02	2,90	2,90	5,80	0,69	49,95
0,2-0,4 m												
Xaraés+0	4,95	1,73	5,06	0,04	0,53	1,01	0,21	3,70	1,58	5,28	11,71	29,99
Xaraés+300	4,95	1,50	8,35	0,01	0,41	1,03	0,23	4,04	1,45	5,49	13,71	26,36
Piatã+0	4,73	1,60	5,41	0,04	0,37	0,82	0,36	3,83	1,23	5,06	22,60	24,36
Piatã+300	5,05	2,04	9,19	0,01	0,46	0,95	0,31	4,16	1,42	5,58	17,95	25,42
Mavuno+0	4,84	1,62	11,78	0,04	0,41	1,23	0,21	4,04	1,68	5,73	11,09	29,39
Mavuno+300	4,81	1,99	7,58	0,01	0,50	1,05	0,20	3,47	1,56	5,02	11,38	31,00
Marandu+0	4,68	1,80	10,66	0,04	0,34	0,68	0,38	3,96	1,06	5,02	26,33	21,16
Marandu+300	4,85	1,55	4,22	0,01	0,41	0,95	0,27	4,29	1,37	5,66	16,49	24,16

Cv= Cultivar; D= Dose; pH= Potencial Hidrogeniônico; MO= Matéria orgânica; P= Fósforo; K+= Potássio; Ca²⁺= Cálcio; Mg²⁺= Magnésio; Al³⁺= Alumínio; SB= Soma de Bases; CTC_{pH7}= Capacidade de troca catiônica; m= Saturação por alumínio; V= Saturação por base.

2.3 Preparo da área

Os procedimentos referentes ao preparo da área até o momento da coleta estão esquematizados na Figura 2.

Figura 2 - Período de realização de procedimentos na área experimental



Fonte: Elaborado pela autora

2.3.1 Adubação de estabelecimento

Realizou-se a correção com 1.500 kg ha^{-1} de calcário dolomítico (21/12/21). A semeadura foi realizada em linhas, com auxílio de sulcador, a uma profundidade de 0,05 m, mantendo uma distância entre linhas de 0,40 m e buscando-se densidade de $400.000 \text{ plântulas ha}^{-1}$.

As adubações de estabelecimento foram de 70 kg ha^{-1} de P_2O_5 , via superfosfato simples, no momento da semeadura (14/02/22). Quando 60% da área apresentou-se coberta, 20 dias após emergência das plântulas, aplicou-se 50 kg ha^{-1} de N utilizando ureia agrícola e 60 kg ha^{-1} de K_2O , via cloreto de potássio, os quais parcelados em três aplicações semanais.

2.3.2 Adubação de manutenção

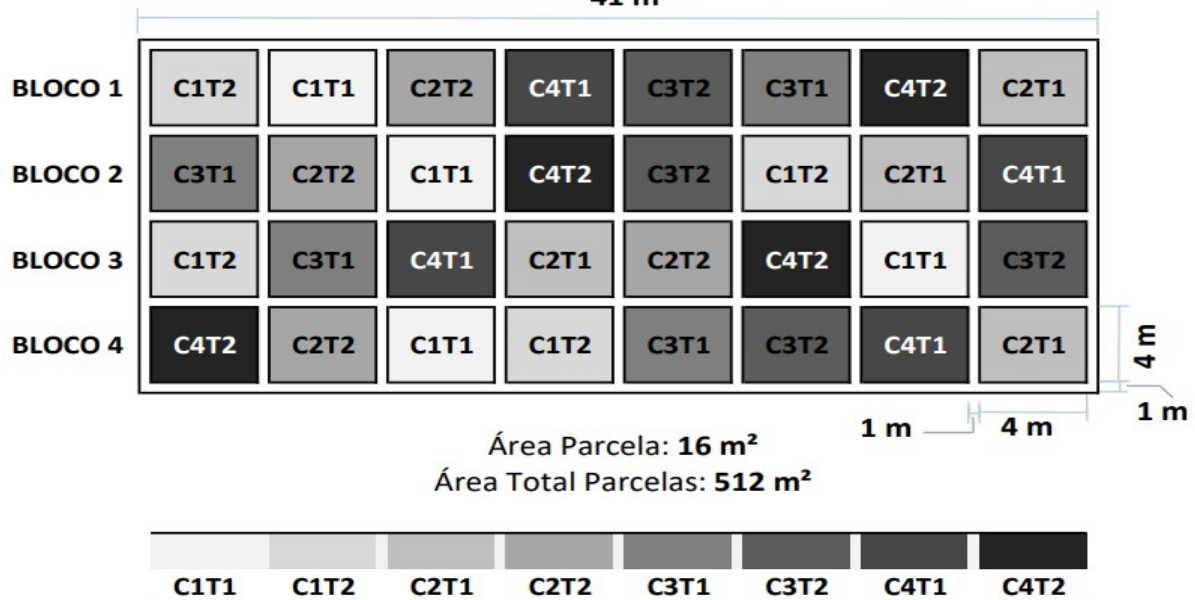
As adubações de manutenção foram realizadas ao início do experimento, representado pelo corte de uniformização, utilizando 70 kg ha^{-1} de P_2O_5 , via superfosfato simples e 100 kg ha^{-1} de K_2O , via cloreto de potássio, sendo este parcelado, com aplicação no início do período experimental e após três meses.

2.4 Tratamentos

As observações do experimento iniciaram à partir do corte de uniformização, efetuado em novembro de 2022, 10 meses após o plantio das forrageiras, durante o do período das águas da safra 2022/2023, com altura de resíduo de 0,20 m, mantido para os ciclos de rebrota posteriores, fixados em 28 dias.

Os tratamentos consistiram em cultivares de forrageiras (Xaraés, Piatã, Mavuno e Marandu) e doses de nitrogênio (controle e 300 kg de N) (Figura 3), parceladas em aplicações de 50 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹, resultando em seis ciclos de colheita.

Figura 3 - Croqui com a disposição dos tratamentos na área experimental



C1T1: cultivar Xaraés sem N; C1T2: cultivar Xaraés com N; C2T1: cultivar Piatã sem N; C2T2: cultivar Piatã com N; C3T1: cultivar Mavuno sem N; C3T2: cultivar Mavuno com N; C4T1: cultivar Marandu sem N; C4T2: cultivar Marandu com N.

Fonte: Elaborado pela autora.

2.5 Avaliações

2.5.1 Massa seca de raízes (MSR)

Foram realizadas duas coletas de raízes, as quais nos meses de janeiro e março do ano de 2023, que compreendem período de grande abundância hídrica, resultando em amostra composta representativa do período avaliado.

As raízes foram coletadas nas camadas 0-0,20 m, 0,20-0,40 m, 0,40-0,60 m, 0,60-0,80 m, 0,80-1,0 m e 1,0-1,2 m do perfil do solo, utilizando-se para a extração um trado tipo caneco (Ø100 mm com 1,57 dm⁻³) posicionado a 0,05 m de distância

da touceira. As amostras foram peneiradas em peneiras de malha de 2 mm e depositadas em sacos plásticos identificados e direcionadas para o laboratório, sendo então lavadas em água corrente de forma a retirar o substrato aderido às raízes, pesadas e postas em sacos de papel para secagem por 72 horas à 65°C em estufa, para obtenção da massa seca, com base nas médias das duas coletas (LEITE et al., 2019).

2.5.2 Massa seca da parte aérea (MSPA)

Foi determinada pela soma dos componentes foliares (folha, colmo+bainha e material senescente), trabalhando-se com a média geral dos ciclos.

2.5.3 Razão parte aérea/raiz

A razão parte aérea/raiz, foi calculada dividindo-se a massa seca total da parte aérea pela massa seca total do sistema radicular.

2.6 Estatística e Delineamento Experimental

O experimento foi conduzido em blocos casualizados em esquema fatorial 4x2, com oito tratamentos e quatro repetições (blocos), resultando em 32 parcelas, as quais com 4 x 4 m (16 m²).

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias, realizada a análise de variância, e, posteriormente, os efeitos dos níveis dos fatores foram comparados pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o comando PROC MIXED do software SAS® Studio.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A combinação dos fatores influenciou a massa seca de raízes (MSR) nos estratos 0,2-0,4 m ($p=0,003$) e 0,6-0,8 m ($p=0,001$), de modo que foram realizados os desdobramentos (Tabela 4). Para os demais estratos não houve efeito de interação (Tabela 3).

Para o fator cultivar, nas profundidades 0-0,2 m ($p=0,093$), 0,2-0,4 m ($p=0,114$), 0,6-0,8 ($p=0,059$) e 1,0-1,2 m ($p=0,138$), as cultivares produziram massa seca de raiz semelhantes, conforme disposto na Tabela 3.

Foram verificadas diferenças entre as médias de produção de raízes dos capins nos estratos 0,4-0,6 m ($p<0,0001$), 0,8-1,0 m ($p=0,002$) e massa seca total de raiz (MSTR $p=0,003$) (Tabela 3).

Quando observada a produção total de raízes (Tabela 3), obteve-se respostas distintas nas cultivares, sendo que a cultivar Marandu obteve maior rendimento (21%) comparada a Xaraés, de menor produção. As cultivares Piatã (3.172,8) e Mavuno (3.131,4) se igualaram estatisticamente a Marandu (3.499,6), de maior produção, e Xaraés (2.765,5), de menor produtividade.

Estudando atributos físicos do solo e parâmetros de raízes de forrageiras dos gêneros *Panicum* e *Urochloa*, Policarpo et al. (2023) encontraram valor de 3.196,37 kg ha⁻¹ de MSR para o capim Mavuno, no ano experimental de 2021, média superior as das *Urochloas* Sabiá, Mulato II, Ibyporã e Paiaguás, e inferior a Cayana e Brauna.

Estudos como os de Pezzopane (2015), Lima et al. (2014), Dias Filho (2006), Detomini & Dourado Neto (2005), demonstraram que o sistema radicular do capim Marandu é superior em comparação ao do Xaraés, em termos de produção de massa seca, independente das condições experimentais.

Trabalhando em vasos para verificar o estresse por deficiência hídrica em genótipos de *Urochloa brizantha*, Pezzopane (2015) e Kroth (2013), observaram que, na capacidade de campo, os capins Xaraés, Marandu e Piatã, produziram massa seca de raízes semelhantes.

Na camada 0,4-0,6 m, os capins Marandu e Piatã tiveram maior produtividade (32,65%) comparados a Mavuno e Xaraés, de menores médias. Comparando as cultivares na camada 0,8-1,0, verificou-se que o capim Marandu teve maior rendimento (29,5%) comparado aos demais, que tiveram produção de raízes semelhantes.

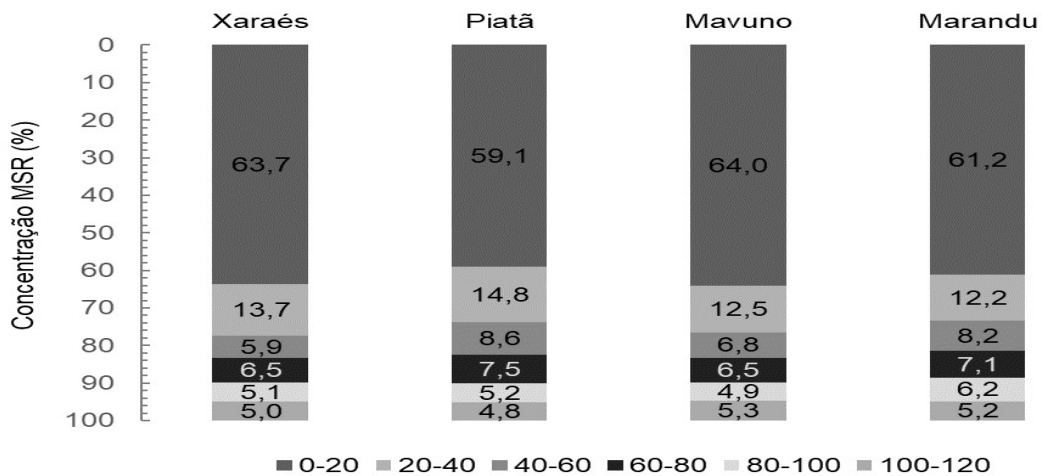
Tabela 3 - Produção de Massa Seca de Raíz em função das cultivares e da adubação nitrogenada até 1,2 m de profundidade, durante o período chuvoso

Profundidade (m)	Cultivar				Dose (kg ha ⁻¹ N)		P-valor			Média	Cv (%)
	Xaraés	Piatã	Mavuno	Marandu	0	50	Cultivar	Dose	C*D		
0-0,2	1.761,81a	1.875,85a	2.004,21a	2.140,52a	2.065,52A	1.825,67B	0,093	0,032	0,983	1.945,6	16,64
0,2-0,4	379,58a	468,8a	391,09a	425,22a	429,92A	402,42A	0,114	0,316	0,003	416,17	24,49
0,4-0,6	164,34b	273,32a	212,33b	285,86a	271,06A	196,87B	<,0001	<,0001	0,354	233,96	31,10
0,6-0,8	179,57a	237,27a	203,96a	249,17a	243,85A	191,13B	0,059	0,010	0,001	217,49	34,65
0,8-1,0	140,78b	165,47b	154,88b	217,93a	189,27A	150,27B	0,002	0,006	0,088	169,77	30,07
1,0-1,2	139,39a	152,07a	164,95a	180,86a	166,92A	151,71A	0,138	0,235	0,142	159,32	24,39
MSTR (kg ha ⁻¹)	2.765,47b	3.172,78ab	3.131,42ab	3.499,56a	3.366,54A	2.918,07B	0,003	0,001	0,146	3.142,3	15,31

MSTR: massa seca total de raízes. Médias seguidas pela mesma letra na linha (minúsculas para cultivares e maiúsculas para dose) não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

A proporção de raízes apresentou padrão semelhante para as forrageiras (Figura 4), que mantiveram de modo geral 62,0% das suas raízes na camada mais superficial do solo (0-0,2 m), e, respectivamente, 13,3%, 7,4%, 6,9%, 5,4% e 5,1% da concentração de raízes nas camadas subsuperficiais (0,2-0,4 m, 0,4-0,6 m, 0,6-0,8 m, 0,8-1,0 m e 1,0-1,2 m).

Figura 4 - Distribuição proporcional da massa de raízes nas camadas de 0 a 120 cm de profundidade no perfil do solo, para os capins avaliados



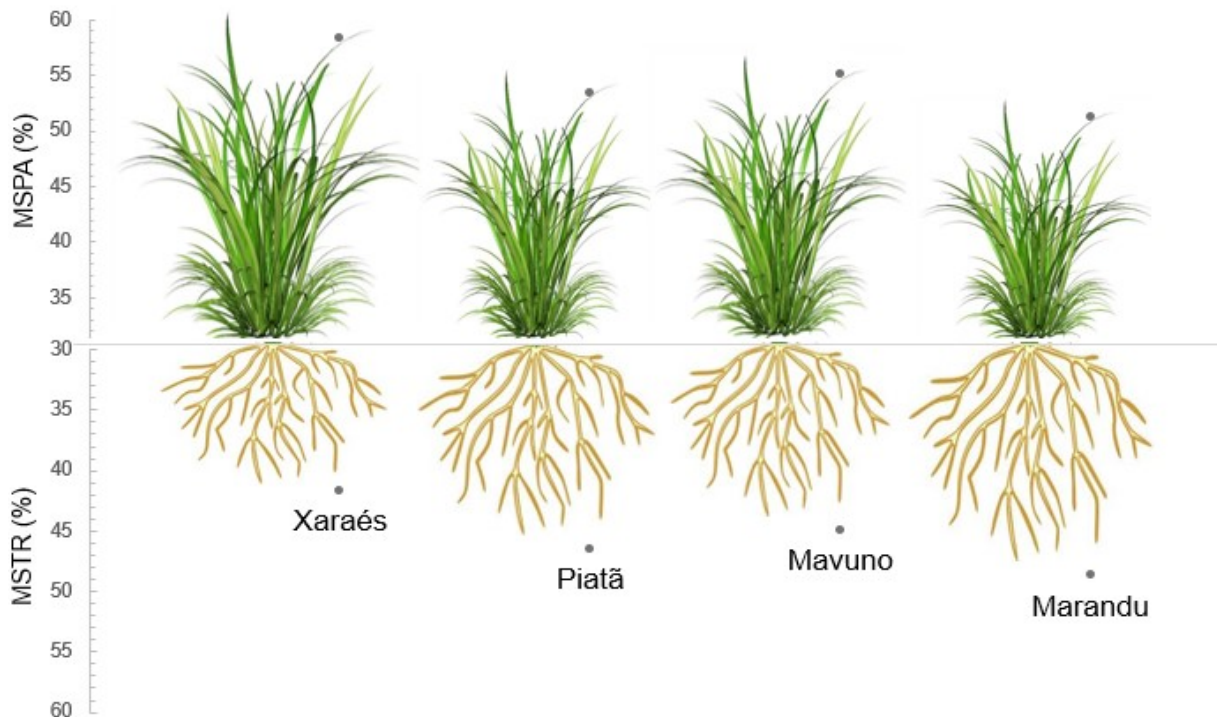
Forrageiras do gênero *Urochloa* são plantas de vasto sistema radicular, de crescimento rápido e contínuo e eficientes em promover estruturação do solo (SALTON & TOMAZI, 2014). Essas características inerentes ao gênero, pode ter influenciado na proximidade dos resultados encontrados para cada uma das forrageiras.

A menor massa seca de raízes encontrada para a cultivar Xaraés pode ser atribuída a característica dessa planta de produzir maior biomassa de parte aérea (28,51%) em detrimento de raízes em condições mais favoráveis ao seu desenvolvimento (Figura 5).

As cultivares Xaraés, Mavuno, Piatã e Marandu tiveram, respectivamente, 58,31%, 55,11%, 53,48% e 51,30% de produção de massa seca da parte aérea (MSPA), que envolvem todos os componentes foliares. As cultivares, nesta mesma sequência, tiveram 41,69%, 44,89%, 46,52% e 48,70% de produção de MSTR (Figura 5). A soma da MSPA e MSTR, demonstra o perfil de distribuição de massa seca da planta em função do manejo e condições edafoclimáticas do ambiente.

Conduzindo estudo para caracterizar a variação temporal da fitomassa das cultivares Marandu e Xaraés, Detomini & Dourado Neto (2005) observaram maior habilidade da Xaraés em relação a Marandu para alocar carbono para a parte aérea, de modo que sugerem que o capim Xaraés é uma opção viável para uso em sistemas intensivos de produção, visando alta oferta de volumoso.

Figura 5 - Ilustração da proporção entre massa seca da parte aérea e massa seca de raízes dos capins Xaraés, Piatã, Mavuno e Marandu, durante período chuvoso



*Os pontos representados na figura, na cor cinza, referem-se às médias dadas em $\text{kg}^{-1} \text{ha}^{-1}$, para o período avaliado, para os componentes foliares (acima), que compreendem a parte aérea, e massa seca total de raízes (abaixo), os quais representados em escala, proporcionalmente a composição da massa seca total das cultivares.

Em contrapartida, quando em condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento, os capins de menor estatura investem carboidratos de reserva nas raízes, o que favorece a rebrota em períodos adversos, como a exemplo do capim Marandu que obteve maior produção de raízes quando em período chuvoso, o que pode ser associado à sua plasticidade fenotípica, que condiciona maior crescimento radicular quando há disponibilidade hídrica, favorecendo rebrotas posteriores em períodos de estresse, conforme abordado por Pimentel et al. (2016). Essa característica traduz uma das principais vantagens para a perenidade do capim

Marandu, o que reflete na grande preferência deste para a implantação e reforma de pastagens em várias localidades do país.

Conduzindo estudo em pastos de capim Marandu pastejados por bovinos em lotação contínua, Lupinacci (2002), determinou maiores massas de raízes nos meses de setembro e outubro, fato atribuído a ausência de condições climáticas favoráveis ao crescimento da parte aérea da planta forrageira.

Quanto ao fator dose, as médias diferenciaram-se nos estratos 0-0,2 m ($p=0,032$), 0,4-0,6 m ($p<0,0001$), 0,6-0,8 m ($p=0,010$), 0,8-1,0 m ($p=0,006$) e MSTR ($p=0,001$). Já nos estratos 0,2-0,4 ($p=0,316$) e 1,0-1,2 ($p=0,235$), as doses não influenciaram na produção de MSR (Tabela 3).

Quando fornecido o nitrogênio, houve redução na MSR para as profundidades avaliadas, resultando em menor MSTR em comparação aos tratamentos sem adubação (13,32%).

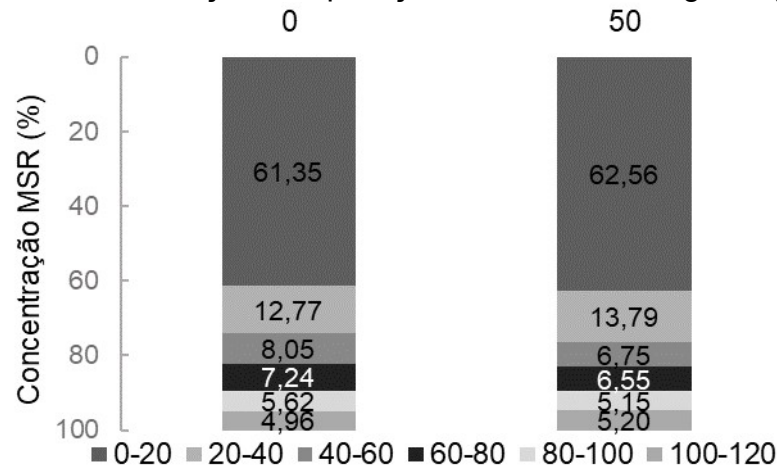
Esse efeito de redução da massa de raízes com o uso e/ou aumento das doses de nitrogênio vem sendo relatado na literatura (CUNHA et al., 2010; SARMENTO et al., 2008; GIACOMINI et al., 2005). Forrageiras submetidas a deficiência de nitrogênio, por razões não esclarecidas, acumulam açúcares nas folhas, e esses açúcares promovem a diferenciação, maturação e expansão celular do sistema radicular, e por consequência, as plantas aceleram o crescimento das raízes na busca pelos nutrientes limitantes (HERMANS et al., 2006), resultado que explica que a deficiência de nitrogênio pode afetar significativamente a partição de biomassa total na planta.

As cultivares de *Urochloa*, de modo geral, possuem sistemas radiculares volumosos, que permitem boa exploração do perfil do solo. Possivelmente, a disponibilidade hídrica para o período de avaliação propiciou maior disponibilidade de nutrientes na solução do solo, mesmo para as parcelas não adubadas com nitrogênio. Além disso, quando prontamente há disponibilidade de N para a planta após a rebrota, ela não precisa retirar das suas reservas para reconstituição do dossel forrageiro.

Assim como observado para o fator cultivar, a administração da dose de nitrogênio não remobilizou a concentração de raízes em profundidade (Figura 6), com 61,35% e 62,56% das raízes concentradas na camada 0-0,2 m, sem e com a aplicação de N, respectivamente. Para as demais profundidades do perfil do solo,

houve mesmo padrão de comportamento, com proporção de raízes semelhantes em cada estrato comparando as parcelas não adubadas com as adubadas.

Figura 6 - Concentração de raízes nas camadas de 0 a 120 cm de profundidade no perfil do solo, em função da aplicação da dose de nitrogênio (kg ha^{-1})



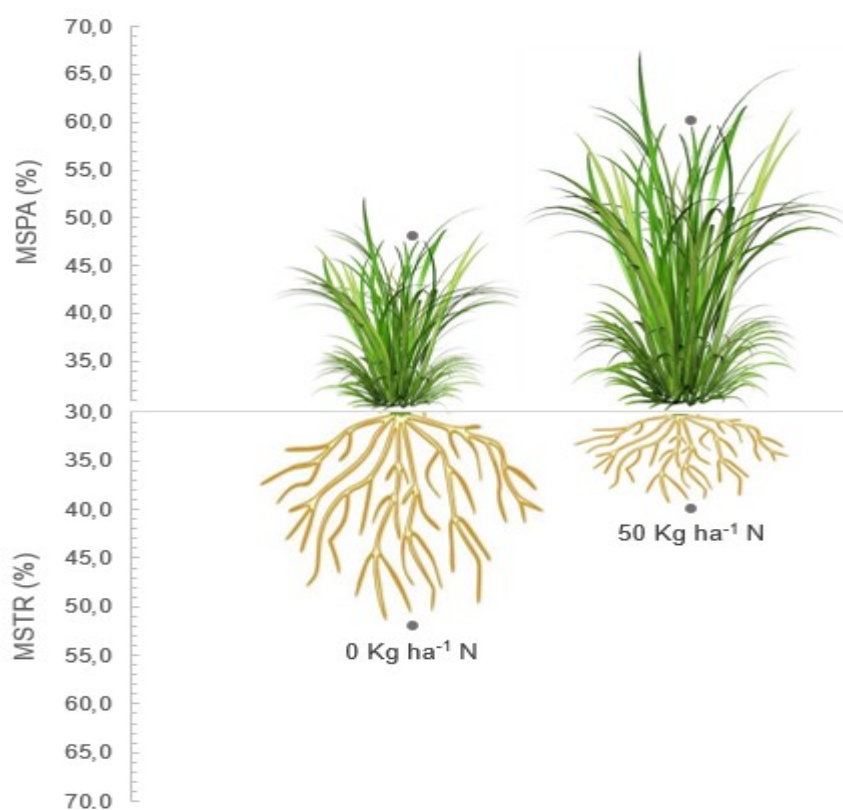
Estudos como o de André (2021), demonstraram a importância do incremento de nitrogênio para melhor distribuição das raízes ao longo do perfil do solo, o que beneficia a maior mobilização de nutrientes das camadas subsuperficiais. No presente estudo, esse efeito não foi verificado.

Trabalhando com o capim Xaraés submetido a doses de nitrogênio e potássio em casa de vegetação, Rodrigues et al. (2008), verificaram ausência de significância ($p > 0,05$) da razão parte aérea: raiz com a aplicação de nutrientes, justificado pelo fato de que nas maiores doses de nitrogênio, aumentaram os teores de N-total na base do colmo e raiz da planta, além de reduzir os teores de carboidratos totais não-estruturais nos órgãos fotossintetizantes das plantas, que priorizaram o armazenamento destes nas raízes.

Essa resposta a adubação nitrogenada pode ser atribuída aos padrões de crescimento da planta, já que estudos indicam que a disponibilidade de nitrogênio para as raízes controla seu desenvolvimento, por interferir na alocação de carbono para a parte aérea (MILLER & CRAMER (2004). Alexandrino (2010), fez observação semelhante, inferindo que em diferentes suprimentos de N, a produção total de biomassa seca não pode ser estritamente relacionada com a área foliar, uma vez que o N altera a partição de biomassa seca da planta, onde o baixo suprimento de N favorece a partição para a raiz em detrimento da parte aérea.

A parte aérea foi incrementada com a administração da adubação nitrogenada, fato contrário ao observado nas raízes (Figura 7), que pode indicar que o fornecimento de nitrogênio foi investido em produção de biomassa dos componentes foliares do perfilho, e que na ausência de nitrogênio, a planta, que não investe tanto em biomassa de tecidos foliares, mantém mais carboidratos de reserva nos órgãos, principalmente raízes e também base dos colmos, o que influencia no rearranjo das características morfogenéticas da planta (BEZERRA et al., 2020).

Figura 7 - Ilustração da relação entre massa seca da parte aérea e massa seca de raízes sob efeito da adubação nitrogenada, durante período chuvoso



*Os pontos representados na figura, na cor cinza, referem-se às médias dadas em kg⁻¹ ha⁻¹, para o período avaliado, para os componentes foliares (acima), que compreendem a parte aérea, e massa seca total de raízes (abaixo), os quais representados em escala, proporcionalmente a composição da massa seca total das cultivares.

Realizando os desdobramentos, nas interações do fator cultivar dentro dos níveis do fator dose, que quando houve fornecimento de nitrogênio, resultou em menor MSR para a cultivar Xaraés na camada 0,2-0,4 m (Tabela 4). Com o suprimento de nitrogênio as cultivares Marandu e Xaraés tiveram comportamentos opostos, em que a Marandu teve sua massa de raízes elevada enquanto para a

Xaraés houve redução. As demais combinações foram semelhantes, na ausência de nitrogênio, não influenciado na massa seca de raízes no estrato avaliado.

Mesma observação realizada para a camada 0,6-0,8 m (Tabela 4) demonstra menor produção de MSR para as cultivares Xaraés e Mavuno, com o fornecimento de nitrogênio e maior produção para Marandu, superior em 54,52%. A cultivar Piatã não se diferenciou estatisticamente das demais com adição de N. Quando não aplicado o nitrogênio, os capins produziram massa de raízes iguais.

Desdobrando os níveis das doses no fator cultivar, obteve-se que a aplicação de nitrogênio influenciou na produção de raízes para a cultivar Mavuno na profundidade 0,6-0,8 m (Tabela 4), sendo a MSR inferior quando empregada a adubação, com redução de 55,20%. Os demais tratamentos tiveram respostas semelhantes com o emprego ou ausência de adubação.

Tabela 4 - Desdobramentos dos efeitos dos fatores na produção de massa seca de raiz nas camadas 0,20-0,4 m e 0,6-0,8 m, durante o período chuvoso

Cultivar	Doses de N (kg ha ⁻¹ ciclo)	
	0	50
	P ¹ 0,2-0,40	
Xaraés	432,23aA	326,92bA
Piatã	503,22aA	434,38abA
Mavuno	445,55aA	336,63abA
Marandu	338,7aA	511,75aA
	P ¹ 0,6-0,8	
Xaraés	219,20aA	139,95bA
Piatã	268,78aA	205,76abA
Mavuno	281,70aA	126,21bB
Marandu	205,71aA	292,62aA

P¹: Profundidade (m). Médias seguidas de letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si estatisticamente pelo Teste de Tukey (P<0,05).

Ainda são escassos os trabalhos científicos voltados para o capim Mavuno, uma vez que foi lançado recentemente. O desenvolvedor aponta como grande atributo o sistema radicular vigoroso em comparação com os demais capins de mesmo gênero. Para o estudo, este fato não pode ser confirmado, de modo que requer maiores abordagens, frente aos amplos cenários. No entanto, referente ao desempenho agrônômico, Rodrigues (2019), sugere que o capim Mavuno possui

produtividade semelhante ao do capim Marandu, e Gomes Filho (2023), verificou responsividade ao emprego da adubação nitrogenada, com incremento de produção.

Relacionando a partição de massa seca total da planta (MSTP), resultado da adição entre a MSPA e a MSTR, temos que, plantas que tiveram maiores produções de massa de forragem produziram quantidade menor de massa de raízes (Tabela 5).

Tabela 5 - Produção de massa seca da parte aérea e de raiz e razão parte aérea/raiz das cultivares submetidas a adubação nitrogenada, durante estação chuvosa

Parâmetros	Tratamentos							
	Xaraés		Piatã		Mavuno		Marandu	
	0	50	0	50	0	50	0	50
Parte Aérea ¹ (kg ha ⁻¹) ^{ns}	3.125,0	4.612,0	2.963,4	4.331,2	3.202,4	4.485,9	3.167,5	4.206,7
Raiz ² (kg ha ⁻¹) ^{ns}	3.093,2	2.437,7	3.398,7	2.946,9	3.487,0	2.775,8	3.487,2	3.511,9
Razão Parte Aérea/Raiz [*]	1,01B	1,89A	0,87B	1,47A	0,92B	1,62A	0,91 ^a	1,20A

¹: Soma da Massa Seca de Folha (MSF), Massa Seca de Colmo (MSC) e Massa Seca de Material Senescente (MSMS). ²: Massa Seca Total de Raízes das camadas 0-1,2 m. ns: não significativo. * significativo. Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na linha, diferem entre si estatisticamente pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Ao realizar as proporções da MSPA e MSTR, têm-se que a adição de nitrogênio aumenta os índices da relação razão parte aérea/raiz ($p=0,02$), devido ao maior incremento da produção dos componentes foliares.

As cultivares Xaraés e Mavuno tiveram maiores médias para o parâmetro avaliado, quando adubadas. A cultivar Piatã, sem adubação, obteve menor média, porém se assemelhou as demais cultivares quando não adubadas, à exceção da Marandu, que apresentou massa seca semelhante independente da adubação. Com a administração de nitrogênio, a razão parte aérea/raiz foi elevada para as cultivares Xaraés (46,6%), Piatã (40,8%) e Mavuno (43,2%), permanecendo semelhante para a cultivar Marandu ($p=0,093$).

Esses dados reforçam que o capim Xaraés particiona seus nutrientes para a parte aérea em detrimento das raízes em condições ótimas de oferta hídrica e de nutrientes, situação semelhante ao do capim Mavuno e Piatã. No entanto, também

indicam que o capim Marandu investe, sob condições experimentais favoráveis, simultaneamente em parte aérea e raízes, diminuindo a razão parte aérea:raiz.

O crescimento e alocação de nutrientes das raízes pode ser elevado quando da baixa disponibilidade de nutrientes essenciais (SILVA & DELATORRE, 2009). Maior superfície específica e comprimento de raízes nas menores adubações, resulta da plasticidade fenotípica de adaptação das forrageiras em explorar maiores profundidade do perfil do solo em busca de nutrientes (PIMENTEL et al., 2016).

4 CONCLUSÃO

A cultivar Marandu tem desempenho superior para MSTR em comparação à Xaraés, de menor produção.

A MSTR é afetada pela adição de nitrogênio, conduzindo a menor produtividade.

Não há efeito de redistribuição das raízes ao longo do perfil do solo entre os tratamentos com e sem adubação nitrogenada, sendo semelhante para as cultivares.

A cultivar Xaraés investe em maior produção dos componentes da parte aérea da planta em detrimento de raízes, principalmente quando adubada com nitrogênio.

A razão parte aérea: raiz é reduzida quando não empregada a adubação nitrogenada, assim as forrageiras alocam maior quantidade de carboidratos nos órgãos de reserva.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As principais diferenças na estrutura e produtividade dos dosséis para o fator cultivar é a produção de MSF atrelada à maiores alturas de dosséis sem resultar em maior produção de colmos, como verificado para a cultivar Xaraés, otimizando os índices de relação F:C e IAF, que indicam qualidade do pasto.

No entanto, haja vista a altura de dossel elevada para esse capim, e em concordância com outros parâmetros, os resultados podem indicar que para o período chuvoso, a forrageira pode ter o seu ciclo encurtado, já que atinge rapidamente alturas mais elevadas, devendo ter seu manejo diferenciado em relação às demais forrageiras.

As cultivares Mavuno e Marandu tenderam a expressar respostas produtivas mais semelhantes as da Xaraés, demonstrando alto potencial produtivo de MST, MSF e IAF expressivo.

A cultivar Piatã, demonstrou produtividade semelhante em comparação à Mavuno e Marandu, no entanto o IAF foi inferior, resultando em menor produtividade de MSF, o que por sua vez não pode ser atribuído totalmente a um baixo potencial produtivo, haja vista a característica morfológica e em função do corte a 20 cm de resíduo, em que houve redução severa da parte aérea, pelo maior alongamento de colmos observado no início dos ciclos, o que pode sugerir que o período de descanso não é apropriado, conduzindo a morte de perfilhos e desaceleração da rebrota.

O protocolo experimental utilizado não envolveu o manejo da altura individualizado para cada forrageira, de modo que possivelmente os intervalos de descanso baseados na Marandu, foram longos, principalmente em desfavor da cultivar Piatã.

A condução do experimento em período favorável ao crescimento, (abundância hídrica) assim como a disponibilidade de níveis mais elevados de nitrogênio, propiciou para que a forrageira não acometesse a parte aérea em detrimento de maior acúmulo de raízes, haja vista que a massa de parte aérea foi superior à de raízes. Esse fato se aplicou principalmente ao capim Xaraés, por produzir maior fitomassa seca de parte aérea.

Ainda, há que se destacar que a implantação recente do pasto, com adubações adequadas de estabelecimento, conduziu a melhor desempenho das

testemunhas, que provavelmente teriam sua produtividade reduzida, tanto em parte aérea quanto em raízes, em um período maior entre o estabelecimento e o início das observações.

O menor incremento em produção de massa de raízes com emprego da adubação nitrogenada não deve ser analisado isoladamente, uma vez que, em parte, trata-se da plasticidade fenotípica das cultivares, que em condições favoráveis ao seu desenvolvimento, investem mais em biomassa da parte aérea, já que há maior disponibilidade hídrica e de nutrientes na solução do solo, não havendo maior necessidade de aprofundamento do sistema radicular, situação ainda mais favorável no estudo, devido ao efeito dos nutrientes da recente implementação da área.

O menor sistema radicular verificado para a cultivar Xaraés, pode resultar em menor desempenho dessa cultivar em períodos de transição águas-seca e de seca, já que há menor aporte de carboidratos de reserva para reconstituição do dossel em período adverso ao crescimento.

Cabe ressaltar que o aumento nos teores de nitrogênio nos órgãos de reserva promovido pela adubação aliado as melhores estruturas de dossel quando da aplicação do nitrogênio, pode ser um fator favorável para a rebrota.

O estudo químico e bromatológico dos capins podem revelar dados nutricionais que impliquem em melhor desempenho efetivo de uma cultivar em detrimento de outra na composição da dieta bovina.

À semelhança da cultivar Marandu, as cultivares Xaraés, Mavuno e Piatã são bem adaptadas aos solos do ecótono Cerrado-Amazônia, demonstrando excelente potencial para a diversificação de forragem no contexto da exploração pecuária. Dentre esses capins, a cultivar Xaraés associada à adubação nitrogenada, visando melhor estrutura aliada a produtividade, demonstra potencial para ser manejada em condições edafoclimáticas semelhantes ao do estudo, podendo substituir ou ser associada no cultivo de extensas pastagens de Marandu, comuns não somente na região, mas em todo o território brasileiro.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDRINO, E.; VAZ, R. G. M. V.; SANTOS, A. D. Características da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu durante o seu estabelecimento submetida a diferentes doses de nitrogênio. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 6, p. 886-893, 2010.
- ANDRÉ, T. B. **Fertilização nitrogenada do capim BRS Zuri, em gotejamento subsuperficial, com acionador simplificado para segurança**. 2021. Tese (Doutorado em Ciência Animal Tropical) - Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical, Araguaína, 2021. 257 p.
- BEZERRA, F.; LEITE, M. L.; LUCENA, L. R.; PEREIRA, J.; SILVA, M. J. (2017). Características agronômicas de *Urochloa mosambicensis* em função do nitrogênio e fósforo. **Agrarian Academy**, v. 4, n. 7, p. 92, 2017. DOI: http://doi.org/10.18677/Agrarian_Academy_2017a9
- BEZERRA, J. D. do V.; NETO, J. V. E.; ALVES, D. J. da S.; NETA, I. E. B.; NETO, L. C. G.; SANTOS, R. da S.; DIFANTE, G. dos S. Características produtivas, morfogênicas e estruturais de cultivares de *Brachiaria brizantha* cultivadas em dois tipos de solo. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, 2020. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.2947>
- CECATO, U.; JOBIM, C. C.; REGO, A.; LENZI, A. Sistema radicular - componente esquecido das pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2004, Viçosa. **Anais [...]**. Viçosa: UFG, n. 2, 2004. p. 159-207.
- CUNHA, F. F.; RAMOS, M. M.; ALENCAR, C. A. B.; MARTINS, C. E.; CÓSER, A. C.; OLIVEIRA, R. A. Sistema radicular de seis gramíneas irrigadas em diferentes adubações nitrogenadas e manejos. **Acta Scientiarum**, v. 32, n. 2, p. 351-357, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v32i2.1020>
- DETOMINE, E. R.; NETO, D. D. Variação temporal da fitomassa seca relativa de *Brachiaria brizantha* cultivares Marandu e Xaraés, **Pasturas Tropicales**, v. 27, n. 3, p. 13, 2005.
- DIAS FILHO, M. B. **Respostas morfofisiológicas de *Brachiaria* spp. ao alagamento do solo e à síndrome da morte do capim-marandu**. 1ª. ed. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 27 p.
- GASTAL, F.; LEMAIRE, G. Desfolha, plasticidade da parte aérea, estrutura do pasto e utilização de forragem em pastagem: Revisão dos processos ecofisiológicos subjacentes. **Agricultura**, v. 5, n. 4, p. 1146-1171, 2015. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture5041146>
- GIACOMINI, A. A.; MATTOS, W. T.; MATTOS, H. B.; WERNER, J. C.; CUNHA, E. A.; CARVALHO, D. D. Crescimento de raízes dos capins Aruana e Tanzânia submetidos a duas doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 4, p. 1109-1120, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982005000400004>

GOMES FILHO, P. H.; **Estratégias de uso de nitrogênio em capim Mavuno em Neossolo Quartzarênico**. 2023. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Norte do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical, Araguaína, 2023. 39p.

HERMANS, C.; HAMMOND, J. P.; WHITE, P. J.; VERBRUGGEN, N. How do plants respond to nutrient shortage by biomass allocation? **Trends in Plant Science**, v. 11, n. 12, p. 610-617, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2006.10.007>

KROTH, B. E. **Características produtivas e nutricionais de gramíneas forrageiras em condições de excesso e déficit hídrico**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Mato Grosso, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Rondonópolis, 2013. 64 p.

LEITE, R. da C.; SANTOS, A. C.; SANTOS, J. G. D. dos.; LEITE, R. da C.; OLIVEIRA, L. B. T. de; HUNGRIA, M. Mitigation of Mombasa Grass (*Megathyrsus maximus*) Dependence on Nitrogen Fertilization as a Function of Inoculation with *Azospirillum brasilense*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 43, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/18069657rbcS20180234>

LIMA, C. S. L. E.; BONFIM-SILVA, E. M.; ELUSA, B. Gramíneas forrageiras sob tensão de água no solo: características produtivas. *In*: XLIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 2014, Campo Grande. **Anais [...]**. Campo Grande: COMBEA, 2014.

LUPINACCI, A. V. **Reservas orgânicas, índice de área foliar e produção de forragem em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a intensidades de pastejo por bovinos de corte**. 2002. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002. 160 p.

MILLER, A. J.; CRAMER, M. D. Root nitrogen acquisition and assimilation. **Plant and Soil**, v. 274, n. 1, p. 3-6, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-004-0965-1>

PEZZOPANE, C. de G.; SANTOS, P. M.; CRUZ, P. G. da; RIBEIRO, J. A. F. A.; VALLE, C. B. do. Estresse por deficiência hídrica em genótipos de *Brachiaria brizantha*. **Ciência Rural**, v. 45, n. 5, p. 871- 876, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20130915>

PIMENTEL, R. M.; BAYÃO, G. F. V.; LELIS, D. L.; CARDOSO, A. J. da S.; SALDARRIAGA, F. V.; MELO, C. C. V.; SOUZA, F. B. M. de; PIMENTEL, A. C. de S.; FONSECA, D. M. da; SANTOS, M. E. R. Ecofisiologia de plantas forrageiras. **Pubvet**, v. 10, n. 9, p. 636-720, 2016. DOI: <https://doi.org/10.22256/pubvet.v10n9.666-679>

POLICARPO, V. H. C; COSTA, R. D. da; NASCIMENTO, H. L. B.; TAVARES, R. L. M.; FERREIRA, C. J. B.; BOLDRIN, P. F. Root parameters and physical soil attributes with forage growth of Panicum and Urochloa grasses forage, **Evidência**, p. 1-16, 2023. DOI: <https://doi.org/10.18593/evid.32576>

RODRIGUES, L. F. **Estratégias de manejo do capim Mavuno no ecótono Cerrado Amazônia**. 2019. Tese (Doutorado em Ciência Animal Tropical) - Universidade Federal do Tocantins: Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical, Araguaína, 2019. 52 p.

RODRIGUES, R. C.; MOURÃO, G. B.; BRENNECKE, K.; LUZ, P. H. de C.; HERLONG, V. R. Produção de massa seca, relação folha/colmo e alguns índices de crescimento de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés cultivado com a combinação de doses de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 3, p. 394-400, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1516-35982008000300003>

SALTON, J. C.; TOMAZI, M. **Sistema radicular de plantas e qualidade do solo**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste (Comunicado Técnico, 198), 2014. 6 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1005326/1/COT198.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2022.

SANTOS, A. R. **Diagnose nutricional e respostas do capim-braquiária submetido a dose de nitrogênio e enxofre**. 1997. Tese (Doutorado em agronomia) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1997. 115 p.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5 ed., Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.

SARMENTO, P.; RODRIGUES, L. R. D. A.; LUGÃO, S. M. B.; CRUZ, M. C. P. D.; CAMPOS, F. P. D.; FERREIRA, M. E.; OLIVEIRA, R. F. D. Sistema radicular do *Panicum maximum* Jacq. cv. IPR-86 Milênio adubado com nitrogênio e submetido à lotação rotacionada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 1, p. 27-34, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000100004>

SILVA, A. A. da S.; DELATORRE, C. A. Alterações na arquitetura de raiz em resposta à disponibilidade de fósforo e nitrogênio, **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 8, n. 2, p. 152-163, 2009.

VERAS, E. L. L.; DIFANTE, G. S.; GURGEL, A. L. C.; COSTA, C. M.; 294 EMERENCIANO NETO, J. V.; RODRIGUES, J. G.; COSTA, A. B. G.; PEREIRA, M. 295 G.; ÍTAVO, L. C. V. Tilling capacity of *Brachiaria* cultivars in the brazilian Semi-Arid region during the dry season. **Tropical Animal Science Journal**, v. 43, n. 2, 133-140, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5398/tasj.2020.43.2.133>

VIEIRA, M. M. M.; MOCHEL FILHO, W. J. E. Influência dos fatores abióticos no fluxo de biomassa e na estrutura do dossel. **Archivos de Zootecnia**, v. 59, p. 15-24, 2010. DOI: <https://doi.org/10.21071/az.v59i232.4904>

WANG, R.; CAVAGNARO, T. R.; JIANG, Y.; KEITEL, C.; DIJKSTRA, F. A. Carbon allocation to the rhizosphere is affected by drought and nitrogen addition, **Journal of Ecology**, v. 109, p. 3699-3709, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13746>