

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**Título: Utilização do gênero *Urochloa* na produção animal  
– revisão bibliográfica**

**Bruno Costa Moreira**

**Orientador: Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis  
Coorientadora: MSc. Débora Siniscalchi**

Jaboticabal – SP

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**Utilização do gênero *Urochloa* na produção animal – revisão bibliográfica**

**Bruno Costa Moreira**

**Orientador: Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis**

**Coorientadora: MSc. Débora Siniscalchi**

Trabalho de Conclusão de Curso (Revisão Bibliográfica) apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para graduação em Zootecnia.

Jaboticabal – SP

2º Semestre/2021

M838u	<p>Moreira, Bruno Costa</p> <p>Utilização do gênero <i>Urochloa</i> na produção animal - revisão bibliográfica / Bruno Costa Moreira. -- Jaboticabal, 2021</p> <p>77 p. : tabs., fotos</p> <p>Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal</p> <p>Orientador: Ricardo Andrade Reis</p> <p>Coorientadora: Débora Siniscalchi</p> <p>1. Zootecnia. 2. Adubação nitrogenada. 3. Degradação de pastagens. 4. Capim Marandu. 5. Pecuária de corte. I. Título.</p>
-------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

unesp 



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CÂMPUS DE JABOTICABAL

Zootecnia

DEPARTAMENTO:

## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

### TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO: Utilização do gênero *Urochloa* na produção animal – revisão bibliográfica

ACADÊMICO: Bruno Costa Moreira

CURSO: Zootecnia

ORIENTADOR (ES): Ricardo Andrade Reis

Aprovado e corrigido de acordo com as sugestões da Banca Examinadora

#### BANCA EXAMINADORA:

(Nomes)

(Assinaturas)

Presidente Ricardo Andrade Reis

Membro Abmael da Silva Cardoso

Abmael da Silva Cardoso

Membro Andressa Scholz Berça

Jaboticabal 17 /12 /2021

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em: 17 /12 /2021

Prof. Dr. José Mauricio Barbanti Duarte  
Chefe do Departamento de Zootecnia

Matrícula n. 422332-9

## Oferecimentos

Aos meus pais, meus irmãos e meus amigos, por estarem sempre presentes e me apoiarem em todos os momentos.

## Agradecimentos

A Deus, por ter me abençoado e guiado em todos os momentos.

Aos meus pais, Carlos e Claudia, e aos meus irmãos, Caio e Laura, agradeço por comporem a minha família, por me acompanharem nesta jornada e por estarem sempre ao meu lado, torcendo, apoiando e orando por mim.

Agradeço aos meus amigos, Naiara Portolani Rossi “Nêmo”, Andrea Bertozzo, Pedro Henrique de Almeida Gonçalves “Bombado”, Gabriel Monteiro, Monique Ralhada e família, Ericson Bordinassi “Sony”, Daniel Mauri Nunes “Dá-leste” e família, Gabriel Furtado Rossin “Trupélo”, Camila Pereira “Cruéla”, Amanda Saran “Inxirida”, Ana Victória Gonçalves “Corotin”, César Sampaio Pavani “Queridinho”, Lorena Bombonato “Megusta” e Gustavo Toller “Pandinha”, pela convivência, pelas risadas, por terem feito parte de momentos marcantes durante a graduação e por me ajudarem a chegar até aqui, com vocês, a jornada ficou mais leve.

Ao Setor de Forragicultura e Pastagens, onde pude realizar um ano de estágio e ao Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis e à Débora Siniscalchi, os quais me orientaram e auxiliaram no desenvolvimento deste trabalho.

À SECITAP e todos os seus integrantes, por me permitirem participar deste grupo, por todo o aprendizado e experiência, acadêmica e de vida, ao longo da organização de três edições deste evento.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias e à Zootecnia, que me proporcionaram grandes desafios, experiências e aprendizado.

A todos vocês, o meu muito obrigado.

*“Ninguém vai bater tão forte como a vida, mas não se trata de bater forte. Se trata de quanto você aguenta apanhar e seguir em frente, o quanto você é capaz de aguentar e continuar tentando. É assim que se consegue vencer”*

*Rocky Balboa*

## Índice

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>11</b>
2.1. Histórico da bovinocultura no Brasil.....	11
2. 2. <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu .....	13
2.2.1. Características .....	13
2.2.2. Estabelecimento .....	14
2.2.3. Produção de forragem.....	14
2.2.4. Valor nutritivo da forragem .....	13
2.2.4.1. Composição química.....	14
2.2.4.2. Consumo, digestibilidade e ganho de peso .....	16
2.2.5. Utilização .....	15
2.2.6. Altura de manejo.....	19
2.2.7. Taxa de lotação .....	19
2.2.8. Potencial de uso em consórcios com leguminosas forrageiras .....	15
2.2.9. Atributos positivos e negativos.....	21
2.2.10. Exigência em fertilidade do solo .....	21
2.2.11. Recomendação de adubação .....	21
2.2.11.1. Calagem.....	21
2.2.11.2. Gessagem .....	21
2.2.11.3. Adubação de formação.....	22
2.2.11.4. Adubação de manutenção .....	22
2.2.12. Resposta à adubação nitrogenada.....	22
2.3. Degradação de pastagens.....	23
2.3.1. Processo e principais causas da degradação de pastagens .....	24
2.3.3. Degradação de pastagens no Brasil .....	26
2.3.4. Como prevenir a degradação .....	26
2.3.4.1. Adubação e reposição de nutrientes .....	27
2.3.4.2. Escolha da forrageira.....	27
2.3.4.3. Manutenção da altura de manejo e taxa de lotação.....	28
2.3.4.4. Uso de leguminosas.....	28
2.3.5. Recuperação e renovação de pastagens degradadas .....	29

2.4. Matéria orgânica do solo e sua relação com a disponibilidade de N.....	30
2.5. Exigências e respostas de <i>Urochloa</i> a adubações nitrogenadas .....	31
2.6. Influência da adubação nitrogenada na composição da planta/frações nitrogenadas (frações proteicas, digestíveis).....	32
2.7. Morfogênese e estrutura da planta em função da adubação nitrogenada .....	33
2.7.1. Estrutura do dossel.....	34
2.7.2. Interceptação luminosa .....	35
2.7.3. Massa e taxa de acúmulo de forragem.....	36
2.7.4. Índice de área foliar .....	38
2.7.5. Densidade de perfilhos.....	38
2.8. Fonte de fornecimento de N, assimilação pelas plantas e fixação do nitrogênio na planta.....	39
2.9. Dinâmica do N em pastagens .....	40
2.10. Fixação do nitrogênio no solo .....	41
2.11. Recomendação de adubação nitrogenada.....	42
2.11.1. Recomendação baseada na análise de solo .....	42
2.11.2. Recomendação baseada na produtividade desejada e no sistema de pastejo. ....	42
2.12. Perdas de Nitrogênio: sistema solo-planta-ambiente .....	43
2.13. Interferência e importância de condições climáticas.....	48
2.13.1. Volatilização de amônia.....	48
2.13.2. Lixiviação de nitrato .....	49
2.13.3. Emissão de N <sub>2</sub> O .....	50
2.14. Fertilizantes nitrogenados em pastagens .....	50
2.14.1. Nitrogênio .....	51
2.14.2. Ureia.....	52
2.14.3. Sulfato de amônio .....	53
2.14.4. Nitrato de amônio .....	54
2.14.5. Outros fertilizantes nitrogenados .....	54
2.14.5.1. Amônia anidra.....	54
2.14.5.2. Fosfato de monoamônio .....	54
2.14.5.3. Fosfato de diamônio .....	55
2.14.5.4. Nitrofosfato .....	55
2.14.5.5. Solução ureia-nitrato de amônio (UAN) .....	55
2.14.5.6. Cianamida cálcica .....	55



2.14.5.7. Fertilizantes orgânicos .....	56
2.14.5.7.1. Biofertilizante .....	56
2.14.5.7.2 Composto orgânico .....	56
2.14.5.7.3. Cama de frango .....	56
2.14.5.7.4. Esterco .....	57
2.14.5.7.5. Adubos verdes.....	57
2.15. Viabilidade econômica da adubação nitrogenada em <i>Urochloa</i> .....	57
2.16. Considerações finais.....	61
<b>3. RESUMO.....</b>	<b>61</b>
<b>4. SUMMARY.....</b>	<b>62</b>
<b>5. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>613</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui o maior rebanho comercial bovino do mundo, com um total de 187,55 milhões de cabeças de gado (ABIEC, 2021), sendo um dos maiores produtores de carne bovina do mundo. Em 2019 foi o país que mais exportou carne bovina, totalizando 1.866.476 toneladas, com rendimento de 7.656.472 milhões de dólares (USDA, 2019; ABIEC, 2020; EMBRAPA, 2020).

A importância da produção de carne bovina no Brasil pode ser observada por meio da representação da pecuária no PIB brasileiro. Segundo a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA, 2020), o agronegócio tem participação considerável no desenvolvimento econômico brasileiro, e em 2019, a soma de bens e serviços gerados por este setor chegou a R\$ 1,55 trilhão (21,4% do PIB brasileiro), onde a pecuária corresponde a 32%.

As pastagens são de extrema importância para os sistemas de produção pecuários brasileiros, uma vez que, segundo Aguiar (2021), 90% da carne bovina é produzida em regime de pastagens. Uma das características deste sistema de produção é o bem-estar dos animais, pois são criados em um ambiente mais próximo do habitat natural, além disso, podem ser utilizados alimentos não consumidos por humanos, como resíduos agroindustriais, evitando assim uma competição com a alimentação humana. Outro fator relevante na pecuária é que ela pode ser realizada em áreas não agricultáveis (JUNK et al., 2014; CARDOSO et al., 2016; EMBRAPA, 2020).

No Brasil, estima-se que 160 a 180 milhões de hectares são ocupados por pastagens (RALLY DA PECUÁRIA, 2021; PORTAL DO AGRONEGÓCIO, 2021), e deste total, entre 40% e 71%, cerca de 119 milhões de hectares das pastagens nativas ou implantadas estão degradadas e necessitam de algum manejo para reverter o estado em que se encontram (LAPIG, 2019; PORTAL DO AGRONEGÓCIO, 2021). A taxa de lotação nestas pastagens é de 1,1 UA ha<sup>-1</sup>, enquanto em pastagens adubadas com doses de 200 a 600 kg N ha<sup>-1</sup> esta taxa pode chegar de 3,4 a 5,9 UA ha<sup>-1</sup> (SEGNINI et al., 2019).

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2020), outra medida que contribuiu para a redução das áreas de pastagens degradadas entre 2010 e 2018 foi a influência dos contratos do plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono) para a Recuperação de Pastagens Degradadas (RPD). Trata-se de uma política pública federal que por meio da capacitação de técnicos e produtores rurais, assistência técnica e extensão rural, pesquisa, desenvolvimento, inovação e transferência de

tecnologia e disponibilização de crédito rural teve o objetivo de fornecer recursos aos agricultores para a adoção de tecnologias de proteção do solo, aumento da produtividade e mitigação das emissões dos gases do efeito estufa (JUNK et al., 2014; MAPA, 2020).

Como resultados desta política houve a diminuição da área total de pastagens classificadas com “Degradação Severa” de 34,3% para 25,2%, aumento das áreas de pastagens classificadas com “Degradação Leve” e aumento mais expressivo para a classe “Não Degradada”, de aproximadamente 94,7% (MAPA, 2020).

Porém, sem o uso de tecnologias, como melhoramento genético, implantação de forrageiras mais produtivas, adubação de pastagens, adoção de práticas e políticas de conservação do solo e recuperação de pastagens degradadas, a pecuária não se sustentará, nem ambientalmente nem financeiramente.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Histórico da bovinocultura no Brasil**

De acordo com Euclides Filho (2009), a bovinocultura no Brasil teve seu início nos primórdios da colonização, com a introdução de animais provenientes da península Ibérica, que nos três primeiros séculos após o descobrimento do Brasil eram utilizados como força de trabalho no transporte de madeira e, posteriormente, nas usinas de açúcar, na movimentação das moendas, como agasalho a partir da produção de couro e na alimentação por meio da produção de charque. Estes animais eram criados de forma extrativista e empírica e não eram submetidos a nenhum tipo de manejo, eram criados em pastagens naturais, cujo manejo era a queima periódica para que o capim se tornasse mais tenro (EUCLIDES FILHO, 2009; DIAS-FILHO, 2016).

Em meados do século 20 iniciou-se a migração da pecuária brasileira das pastagens naturais para pastagens plantadas (DIAS-FILHO, 2016). Com isso, o número de hectares de pastagens implantadas superou o de pastagens naturais em 2008, chegando a 116 milhões de hectares (61%) e 74 milhões (39%) respectivamente, sendo que em 1985 as pastagens naturais superavam as plantadas (DIAS-FILHO, 2014; SEGNINI et al., 2019). Obteve-se ainda um ganho na taxa de lotação, aumentado de 0,5 UA ha<sup>-1</sup> para 1,1 a 5,9 UA ha<sup>-1</sup> (COSTA et al., 2010; SEGNINI et al., 2019), dependendo do uso de tecnologias e estratégias de manejo.

Porém, em grande parte da área destinada à pecuária no Brasil ainda é utilizada baixa tecnologia e baixo investimento no uso de insumos e mão de obra, podendo estar associado ao fato da pecuária de corte poder ser implantada e conduzida, com relativo sucesso e baixo rendimento, em condições de infraestrutura deficiente. Essas características tornam a pecuária desenvolvida em pastagens uma atividade pouco onerosa e eficiente para ocupar e assegurar grandes extensões de terra (DIAS-FILHO, 2016).

Atualmente, para que o produtor seja competitivo no mercado, é necessário que o mesmo faça investimentos em novas tecnologias, insumos, mão de obra especializada e que utilize sua propriedade de forma eficiente e sustentável, alcançando maior produtividade e lucratividade. O trabalho de Jank et al. (2014) mostra que isto é possível, uma vez que relataram que a área ocupada pela pecuária de corte decresceu 17,6 milhões de hectares nos últimos anos e que houve aumento da produtividade. Estes mesmos autores ainda relataram que houve aumento de 22% no rebanho brasileiro no período de 2001 a 2011. Em áreas de pesquisa, em 2001, a produtividade era de 38,4 kg de carcaça  $\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$  e em 2021 este número aumentou para 60 kg de carcaça  $\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ , demonstrando que é possível produzir uma maior quantidade de carne, de forma mais sustentável em uma menor área (JANK et al., 2014; BARBERO et al., 2021).

Esta redução da área de produção e os ganhos em produtividade podem ser associados, primeiramente, às pressões ambientais e de mercado sofridas pela pecuária brasileira. Outro fator que está intimamente relacionado ao aumento da produtividade é o desenvolvimento de novas tecnologias como técnicas de recuperação e manejo de pastagens, desenvolvimento de forrageiras mais produtivas, melhoramento genético do rebanho, entre outros fatores, que proporcionem maior tecnificação da produção, promovendo melhorias nas condições da pecuária brasileira (DIAS-FILHO, 2016).

Dessa forma, devido às pressões ambientais, competitividade do mercado, alto custo e variações nos preços dos insumos, aumento do custo da terra e estreitamento da margem de lucro na pecuária, tem-se crescido o número de produtores que buscam conduzir a pecuária de corte com base em uma maior eficiência, ou seja, produzir maior quantidade de carne em menores áreas de pastagem, a partir de intensificação e uso de tecnologias (TELLES et al., 2016; DIAS-FILHO, 2016; CARDOSO et al., 2020), o que teve início com o uso do capim Marandu, o qual beneficiou toda a cadeia produtiva de carne e leite, uma vez que proporcionou a expansão e o incremento inicial de produtividade da pecuária no Brasil (EMBRAPA, 2007).

## **2.2. *Urochloa brizantha* cv. Marandu**

No Brasil, a *Urochloa brizantha* cv. Marandu é conhecida desde a década de 50, no entanto, sua expansão se deu a partir das décadas de 70 e 80, e desde então tem sido amplamente utilizada no país, ocupando cerca de 50% da extensão das áreas de pastagens cultivadas no Brasil (COSTA et al., 2006).

Trata-se de uma gramínea originária da África do Sul, que apresenta grande flexibilidade de uso e manejo, e alta produção de forragem, de boa qualidade, aceitabilidade e digestibilidade (CRISPIM & BRANCO, 2002).

### **2.2.1. Características**

A cultivar Marandu é uma planta forrageira de ciclo curto e perene e de grande porte, podendo chegar até 1,5 m de altura (CRISPIM & BRANCO, 2002). Ela se diferencia das demais cultivares de *Urochloa brizantha* por ser uma planta robusta com tendência ao intenso perfilhamento nos nós superiores dos colmos floríferos, presença de pelos na porção apical na face ventral, glabras na face dorsal e com margens não cortantes, raque sem pigmentação arroxeadada, espiguetas ciliadas no ápice e florescimento no fim do verão (ZIMMER et al., 2008).

Vegeta bem em altitudes que variam desde o nível do mar até 1800 m, principalmente em regiões com precipitação média de 1000 a 3500 mm ano<sup>-1</sup>. Desenvolve-se bem em solos arenosos ou argilosos, desde que sejam bem drenados, e seu sistema radicular é profundo, o que permite que a planta obtenha água durante os períodos de seca (COSTA et al., 2004).

Em relação à adaptação desta cultivar a fatores ambientais, Soares Filho (1994) relatou que o capim Marandu se adapta a condições de até 3.000 m de altitude e precipitação de 700 mm, valor semelhante ao relatado por Ongaratto et al. (2021), de 731 mm ano<sup>-1</sup>, quantidade esta que não afetou o desenvolvimento da planta e evidencia sua resistência à seca e à geada, resistência regular à sombra, acidez e ao fogo, baixa adaptação a solos mal drenados e tolerância regular à cigarrinha das pastagens. A temperatura ótima para o desenvolvimento desta cultivar é de 30 a 35°C, e a mínima é de 15 °C (MOLAN, 2004).

### **2.2.2. Estabelecimento**

O capim Marandu produz de 100 a 500 kg ha<sup>-1</sup> de sementes, o que depende da fertilidade do solo e dos métodos de semeadura e colheita. Por este motivo, e devido ao fato de que a propagação vegetativa é considerada impraticável, seu estabelecimento é realizado por sementes, e para a formação de uma pastagem, deve-se utilizar de 1,5 a 2,0 kg ha<sup>-1</sup> de sementes puras viáveis, o que corresponde de 6 a 8 kg ha<sup>-1</sup> de sementes com 25% de valor cultural (NUNES, 1984).

A melhor época de semeadura é na estação chuvosa, e pode ser realizado em linhas, com espaçamento de 50 cm entre linhas ou então a lanço, a uma profundidade máxima de 2 cm (CRISPIM & BRANCO, 2002). Vale ressaltar que, como as demais espécies e cultivares de *Urochloa*, estes limites não são rígidos, podendo a cultivar Marandu ser semeada em outros meses e em diferentes profundidades, o que depende das condições climáticas da área onde se deseja implantar a pastagem (NUNES, 1984).

### **2.2.3. Produção de forragem**

Segundo a EMBRAPA (2007), a produção de matéria seca do capim Marandu pode variar de 8 a 20 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, sendo que esta variação depende do manejo da pastagem e da aplicação de fertilizantes nitrogenados. Dupas et al. (2010) relataram que ao fazer a aplicação de 947 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, a produção de matéria seca na estação chuvosa pode chegar a 24,2 t ha<sup>-1</sup>.

Adicionalmente, Delevatti et al. (2019b) estudaram o efeito das doses de 0, 90, 180, 270 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> sobre a produção de forragem e teor de proteína bruta (PB) do capim Marandu e concluíram que houve um aumento linear da produção de forragem com o aumento das doses de nitrogênio (N) aplicadas, o qual foi de 5798 kg ha<sup>-1</sup> quando não foi realizada a adubação nitrogenada e o maior valor de produção relatado para a dose de 270 kg N ha<sup>-1</sup> (6499 kg ha<sup>-1</sup>).

### **2.2.4. Valor nutritivo da forragem**

#### **2.2.4.1. Composição química**

Vários autores reportaram o teor de PB do capim Marandu. Nunes et al. (1984), ao estudarem o teor de PB na estação chuvosa e na estação seca e com diferentes taxas de lotação, relataram uma variação de 5,7 a 5,8 % na estação seca e de 6,21 a 7,05% na estação chuvosa. Costa et al. (2004) estudaram a frequência e a altura de corte em pastagens de cv. Marandu relataram que a porcentagem de PB varia de 6,24 a 9,11%. Dupas et al. (2010), ao estudarem o efeito de adubação nitrogenada e irrigação em pastagens de capim Marandu, relataram valores de 11,4% de PB para a estação chuvosa e 10,4% PB para a estação seca.

Em estudo conduzido por Delevatti et al. (2019b), os autores observaram que houve um aumento linear no teor de PB, de 113,6 g kg<sup>-1</sup> MS, quando não foi feita a adubação com N, para 167,6 g kg<sup>-1</sup> MS para a maior dose de N aplicada. Além disso, Leite et al. (2021), ao trabalharem na mesma área e com as mesmas doses de N que Delevatti et al. (2019b), relataram um aumento linear do teor de PB da forragem com o aumento das doses de N, o qual foi de 103,2 g kg<sup>-1</sup> MS para 172,8 g kg<sup>-1</sup> MS, considerando a não aplicação de N e a aplicação de 270 Kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

Na mesma área experimental, Delevatti et al. (2020) avaliou as frações fibrosas e nitrogenadas do pastejo simulado de capim Marandu com as doses de 0, 90, 180 e 270 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> manejado a uma altura de 25 cm e 95% de interceptação luminosa (IL), e os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 1 e na Tabela 2.

**Tabela 1.** Frações fibrosas (g kg<sup>-1</sup> MS) do pastejo simulado de capim Marandu adubado com diferentes doses de nitrogênio (0, 90, 180 e 270 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>). Médias de três anos de avaliação.

Variável* (%MS)	Tratamento (kg N ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )				EPM	P-valor
	0	90	180	270		
CT	787,5	767,9	753,1	733,8	0,6	0,0089
CNF	181,3	182,2	189,0	174,7	0,6	0,95
FDNcp	606,2	585,7	564,0	559,2	0,6	0,0001
FDNpd	423,7	413,9	399,3	413,3	0,3	0,81
FDNi	182,4	171,7	164,7	146,7	1,2	0,44
FDA	465,5	436,3	407,6	391,8	0,7	0,0001

\*CT – carboidratos totais; CNF – carboidratos não fibrosos; FDNcp – Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; FDNpd – Fibra em detergente neutro potencialmente digestível; FDNi – Fibra em detergente neutro indigestível e FDA – Fibra em detergente ácido. (Delevatti, 2020).

Por meio destes resultados os autores concluíram que a aplicação de N afeta os teores de carboidratos totais (CT), de modo que durante as águas o capim Marandu apresentou altos teores de carboidratos não fibrosos (CNF) e baixos valores de fibra em detergente neutro (FDN), principalmente da fração indigestível (FDNi), semelhante ao observado por Leite et al. (2021), e que evidencia a obtenção de uma forragem de alto valor nutritivo ao realizar o manejo à altura de 25 cm e de IL 95%, o que é comprovado pela alta produção de folhas, proporcionando baixos valores de componentes da fração fibrosa e altos valores de CNF e compostos nitrogenados.

**Tabela 2.** Proteína bruta (g kg MS<sup>-1</sup>) e frações nitrogenadas (g kg PB<sup>-1</sup>) de pastos de capim Marandu adubados com diferentes doses de nitrogênio (0, 90, 180 e 270 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>). Médias de 3 anos de avaliação

Variável* (%MS)	Tratamento (kg N ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )				EPM	P-valor
	0	90	180	270		
PB (g kg MS <sup>-1</sup> )	92,8	116,7	134,5	129,0	0,4	< 0,001**
Fração A + B1	30,4	31,5	34,0	36,9	2,1	0,013
Fração B2	26,0	28,8	26,6	27,0	1,2	0,860
Fração B3	30,6	29,8	30,2	27,2	1,2	0,680
Fração C	13,0	10,0	9,3	9,0	0,4	0,0156**
PB (g kg MS <sup>-1</sup> )	92,8	116,7	134,5	129,0	0,4	< 0,001**

\* PB – proteína bruta determinada por combustão a seco (Método de Dumas); Frações proteicas A, B1, B2, B3 e C determinadas segundo Licitra et al. (1996) (g kg PB<sup>-1</sup>). \*\*Efeito linear. Delevatti (2020).

A partir dos dados apresentados na Tabela 2, Delevatti (2020) observou que a adubação nitrogenada afetou os teores de PB, que aumentaram de 92,8 para 129,0 g kg<sup>-1</sup> MS para a menor e maior dose de N aplicada, respectivamente. A aplicação de adubo nitrogenado promoveu aumento do teor de proteína solúvel (Fração A + B1), que aumentou de 30,4 para 36,9 g kg<sup>-1</sup> MS, e decréscimo da fração indigestível C, que diminuiu de 13,0 para 9,0 g kg<sup>-1</sup> MS considerando a menor e a maior dose de N aplicadas, respectivamente, e as frações B2 e B3, que têm menor taxa de degradação, não foram



afetadas pelas doses de N, resultados estes que são semelhantes aos relatados por Leite et al. (2021).

#### 2.2.4.2. Consumo, digestibilidade e ganho de peso

Delevatti (2020), avaliou o peso inicial e final, o desempenho, o consumo de matéria seca, proteína e energia, a digestibilidade da matéria seca e energia e a síntese de proteína microbiana de tourinhos nelore mantidos em pastagens submetidas às doses de 0, 90, 180 e 270 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, e os resultados são apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3.** Peso corporal inicial e final, desempenho, consumo de matéria seca, proteína e energia, digestibilidade da matéria seca e energia, síntese de proteína microbiana

Variável*	Tratamento (kg N ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )				EPM	P-valor
	0	90	180	270		
Peso inicial (kg)	280	282	282	282	2,0	-
Peso final (kg)	385	392	381	383	3,0	-
GMD	0,939	0,985	0,879	0,898	0,02	0,032**
CMS	8,282	8,733	8,031	7,814	0,41	0,88
CProt	0,768	1,019	1,080	1,007	0,04	0,0089
CNDT	5,362	5,641	5,162	5,014	0,6	0,33
DigMS	585,7	611,4	630,8	680,4	1,2	0,002**
DigNDT	647,2	646,1	643,8	641,7	1,1	-
PBmic**	124,0	148,0	164,0	183,0	0,9	-

\* GMD – ganho médio diário (kg dia<sup>-1</sup>); CMS – consumo de matéria seca (kg dia<sup>-1</sup>); CProt – consumo de proteína (kg dia<sup>-1</sup>), CNDT – consumo de nutrientes digestíveis totais [NDT] (kg dia<sup>-1</sup>), DigMS – Digestibilidade da matéria seca (g kg MS<sup>-1</sup>); DigNDT – Digestibilidade dos nutrientes digestíveis totais (g kg MS<sup>-1</sup>); \*\* Efiência de Síntese de proteína microbiana (g PB kg<sup>-1</sup> MOD). \*\*Efeito linear. Delevatti (2020).

A partir dos dados apresentados na Tabela 3, para os animais mantidos nos pastos adubados, o consumo médio de MS foi de 8,21 kg dia<sup>-1</sup>, NDT 5,29 kg dia<sup>-1</sup> e PB de 0,87 kg dia<sup>-1</sup>, valores estes que são próximos aos de exigência disponíveis no BR Corte (2016),

para o ganho de peso de 1,0 kg dia<sup>-1</sup> de tourinhos nelore com peso médio de 300 kg mantidos em pastagens, o que confirma o alto valor nutritivo do pasto de capim Marandu manejado em lotação contínua e carga variável à altura de 25 cm (DELEVATTI, 2020).

Por fim, estes autores encontraram os valores da relação de PB microbiana kg<sup>-1</sup> MOD de 124,0, 148,0, 164,0 e 183,0, respectivamente para os pastos não adubados e adubados com 90, 180 e 279 kg N ha<sup>-1</sup> e concluíram que com o aumento das doses de N ocorreu um incremento na relação proteína bruta microbiana: matéria orgânica digestível (PB/MOD), o que indica que a utilização de suplementos energéticos pode ser necessária para que haja uma redução nas perdas de N e assim possibilite um aumento do desempenho animal. Isso ocorre uma vez que a adição de proteína degradável no rúmen na dieta aumenta a eficiência de conversão da energia disponível em PBmic, enquanto a adição de energia aumenta a eficiência de conversão do N disponível em PBmic, sendo que ambos processos são afetados pela maior reciclagem de N.

Outro fator que afeta o consumo e o desempenho animal é a oferta de forragem e a proporção de folhas e colmo. Quando ocorrem alterações nas proporções desses componentes no dossel forrageiro, ocorrem também mudanças na composição química da forragem, de modo que o aumento de colmos apresenta uma tendência a diminuir as frações digestíveis e elevar aquelas menos digestíveis e indigestíveis, uma vez que os colmos são estruturas de sustentação com presença de carboidratos estruturais, o que ocasiona um menor consumo de matéria seca pelos animais (5,31 kg dia<sup>-1</sup>) e menor ganho de peso por área (644 kg ha<sup>-1</sup>). Em contrapartida, a folha verde é a fração mais selecionada durante o pastejo, e quando sua proporção é maior em relação aos colmos, os animais apresentam maior consumo de matéria seca (6,23 kg dia<sup>-1</sup>), o que se deve ao fato de que o manejo do pasto influencia diretamente na qualidade da forragem e ao fato que as lâminas foliares atendem de forma mais eficiente às exigências nutricionais dos animais, pois têm um maior valor nutritivo, ou seja, os nutrientes têm uma maior digestibilidade devido à sua composição química, o que acarreta em um maior ganho de peso por área (673 kg ha<sup>-1</sup>) (DELEVATTI, 2020; LEITE, 2021).

### **2.2.5. Utilização**

O capim Marandu pode ser utilizado em pastejo contínuo ou rotacionado, e sua utilização também poder ser feita através dos processos de ensilagem e fenação (EMBRAPA, 2007). Dentre as espécies de animais que essa planta forrageira é indicada,

pode-se citar principalmente os bovinos, na desmama e nas fases de cria, recria e engorda. Dados de literatura indicam que esta forrageira é bem aceita também por bubalinos, caprinos e ovinos, e não é consumida por equinos (CORRÊA, 2002; CRISPIM & BRANCO, 2002; EMBRAPA, 2007).

### **2.2.6. Altura de manejo**

A altura de manejo recomendada para o capim Marandu é de 25 cm, pois, nessa altura, o dossel intercepta 95% da luz, possibilitando assim que o pasto atinja seu máximo acúmulo de forragem, o que pode levar ainda a um aumento do desempenho animal (DELEVATTI et al., 2019b).

Trindade et al. (2007), avaliaram o efeito do sistema de pastejo intermitente sobre a composição morfológica da forragem consumida por bovinos de corte em pastagens de *Urochloa brizantha* cv. Marandu e relataram que na altura de entrada dos animais em um piquete de 25 cm e altura de saída de 15 cm, ocorreu uma maior proporção de lâminas foliares durante as fases do rebaixamento e uma menor proporção de colmos e material morto na forragem consumida. Tal fato é importante pois uma vez que há mais lâminas foliares no alimento consumido pelos animais ocorre uma maior degradabilidade e menor tempo de retenção no rúmen, possibilitando maior consumo à longo prazo, o que pode promover aumento no desempenho dos animais.

### **2.2.7. Taxa de lotação**

A taxa de lotação de pastagens de capim Marandu varia em função da adubação nitrogenada, o que pode ser confirmado pelo trabalho de Delevatti et al. (2019b), onde, ao avaliarem o efeito de doses crescentes de N em pastagens de capim Marandu reportaram que na dose de 0 kg N ha<sup>-1</sup>, a taxa de lotação foi de 3,37 UA ha<sup>-1</sup> e nas doses de 90, 180 e 270 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> as taxas de lotação foram de 4,64, 5,81 e 6,55 UA ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Aguilar et al. (2016), ao avaliarem o efeito de diferentes doses de N em pastos de capim Marandu e implicações sobre a viabilidade da produção de novilhas da raça Nelore, relataram que na dose de 0 kg N ha<sup>-1</sup> a taxa de lotação foi de 1,6 UA ha<sup>-1</sup>, na dose de 50 kg N ha<sup>-1</sup> foi de 3,0 UA ha<sup>-1</sup> e de 3,2 UA ha<sup>-1</sup> nas doses de 100 e 150 Kg N ha<sup>-1</sup>.

Leite (2021), estudou o efeito das doses de 0, 90, 180 e 270 kg N ha<sup>-1</sup> sobre a taxa de lotação em pastos de capim Marandu manejados à altura de 25 cm e IL 95%, e observou que com o aumento das doses de N houve um incremento na taxa de lotação da pastagem de 2,63 UA ha<sup>-1</sup> quando não foi feita a adubação nitrogenada para 5,00 UA ha<sup>-1</sup> na dose de 270 kg N ha<sup>-1</sup>, valores próximos aos relatados por Fonseca (2021), que ao trabalhar na mesma área e com as mesmas doses de N também observou um aumento da taxa de lotação de 2,69 para 5,98 UA ha<sup>-1</sup>, para as doses de 0 e 270 kg N ha<sup>-1</sup>.

Por meio destes trabalhos é possível concluir que pastos de capim Marandu submetidos à adubação nitrogenada têm uma maior capacidade de suporte em relação àqueles que não recebem adubação nitrogenada.

### **2.2.8. Potencial de uso em consórcios com leguminosas forrageiras**

As leguminosas desempenham um papel importantíssimo nas pastagens, que é a fixação biológica do N atmosférico ao sistema solo-planta-animal (ANDRADE et al., 2004). E dentre elas, pode-se citar como exemplo, para serem utilizadas no consórcio com *Urochloa brizantha* cv. Marandu, as leguminosas dos gêneros *Arachis*, *Stylosanthes* e *Leucaena* (SIMIONI et al., 2014).

Berça et al. (2021), em um estudo de dois anos, avaliaram três tratamentos, o uso de amendoim forrageiro *Arachis pintoi* cv. Amarillo consorciado com cv. Marandu, a aplicação de adubação nitrogenada (150 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) e o controle (sem aplicação de N) em pastos de *Urochloa brizantha* cv. Marandu sobre a composição química da forragem, massa e taxa de acúmulo de forragem, taxa de desaparecimento e capacidade de suporte da pastagem. Estes autores concluíram que a inclusão de amendoim forrageiro na pastagem de capim Marandu promoveu aumento dos compostos nitrogenados solúveis, dos carboidratos totais das plantas, da oferta e da taxa de acúmulo de forragem e uma diminuição do conteúdo de proteína verdadeira lentamente degradada.

Por outro lado, Longhini et al. (2021), ao avaliarem a resposta a incrementos de N da pastagem de capim Marandu consorciada ou não com *Arachis pintoi* cv. Amarillo, observaram que o consórcio com uma pequena quantidade de leguminosas ( $\leq 10\%$  do dossel forrageiro) em uma pastagem fornece resultados semelhantes àquelas não submetidas à adubação nitrogenada e que seus benefícios são mínimos e relacionados à fixação biológica de N, que nesse estudo variou de 79 a 85% e de 0,5 a 5,5 kg N ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>.

### **2.2.9. Atributos positivos e negativos do capim Marandu**

Dentre os atributos positivos do capim Marandu, pode-se citar o fácil estabelecimento, a tolerância à cigarrinha das pastagens, alta resposta à aplicação de fertilizantes, boa cobertura do solo com domínio sobre invasoras, boa performance sob sombra, boa qualidade da forragem e alta produção de sementes (ZIMMER et al., 2008).

Dentre os atributos negativos, pode-se citar a baixa adaptação a solos mal drenados e de baixa fertilidade, rebrota lenta, necessidade de adubação de reposição para persistência a longo prazo e susceptibilidade à mancha foliar fúngica e à podridão das raízes (ZIMMER et al., 2008).

### **2.2.10. Exigência em fertilidade do solo**

A exigência do capim Marandu em relação a fertilidade do solo, é de média a alta (CRISPIM & BRANCO, 2002; ZIMMER et al., 2008), mas apresenta uma tolerância a solos ácidos e de baixa fertilidade (CARDOSO, 2019). Apesar disso, quando pastagens de capim Marandu são submetidas à adubação nitrogenada, as respostas são expressivas em relação às que não são adubadas (CARDOSO, 2019), o que se comprova pela maior taxa de acúmulo e produção de forragem, melhora do valor nutritivo da forragem, maior ganho de peso por área, pelo aumento da capacidade de suporte e maior viabilidade econômica da produção em pastagens adubadas (NUNES et al., 1984; GIMENES et al., 2011; AGUILAR et al., 2016; DELEVATTI et al., 2019b).

### **2.2.11. Recomendação de adubação**

#### **2.2.11.1. Calagem**

Segundo o Boletim 100 (1996), a recomendação de calagem para o capim Marandu é de 6 t ha<sup>-1</sup> na formação da pastagem e de 3 t ha<sup>-1</sup> na manutenção, visando-se aumentar a saturação de bases do solo para 60 e 50%, na formação e manutenção, respectivamente.

#### **2.2.11.2. Gessagem**

O benefício e retorno econômico da gessagem para esta cultivar com a intenção de se melhorar o subsolo não são garantidos, mas pode ser empregado como fonte de enxofre. Para isso a recomendação é de 500 a 1.000 kg ha<sup>-1</sup> garantindo suprimento deste nutriente por um período de 3 a 5 anos (BOLETIM 100, 1996).

#### **2.2.11.3. Adubação de formação**

Na semeadura, não é feita a aplicação de N, porém, 30 dias após a germinação, caso as plantas apresentem sintomas de deficiência, deve-se aplicar 40 kg N ha<sup>-1</sup> em cobertura. Em relação ao fósforo deve-se aplicar de 0 a 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, sendo que a dose será determinada com base na análise de solo e observação do teor de fósforo do solo. Em relação ao potássio deve-se aplicar de 0 a 60 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, e a dose também deve ser determinada com base na análise de solo e observação do teor de potássio do solo. Deve-se aplicar ainda 20 kg S ha<sup>-1</sup> e de 0 a 3 kg Zn ha<sup>-1</sup>, sendo que a dose deve ser baseada na análise de solo e observação do teor de Zn do solo (BOLETIM 100, 1996).

#### **2.2.11.4. Adubação de manutenção**

Na adubação de manutenção deve-se aplicar 60 kg N ha<sup>-1</sup>, caso seja um sistema intensivo, caso haja necessidade de se aumentar a produção de forragem deve-se aplicar 50 kg N ha<sup>-1</sup> após cada pastejo e caso o manejo adotado seja o pastejo contínuo deve-se aplicar a dose recomendada no final da estação chuvosa. Em relação ao fósforo deve-se aplicar de 0 a 40 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, sendo que a dose será determinada com base na análise de solo e observação do teor de fósforo do solo. Em relação ao potássio deve-se aplicar de 0 a 40 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, e a dose também deve ser determinada com base na análise de solo e observação do teor de potássio do solo. Deve-se aplicar ainda 20 kg S ha<sup>-1</sup> (BOLETIM 100, 1996).

#### **2.2.12. Resposta à adubação nitrogenada**

Aguilar et al. (2016), ao avaliarem efeito de doses de 0, 50, 100 e 150 kg N ha<sup>-1</sup> em pastagens diferidas de *U. brizantha* cv. Marandu e as implicações na viabilidade econômica da produção de novilhas, relataram que apenas para o tratamento sem

adubação nitrogenada foram observados valores monetários negativos (R\$ -181,96, R\$ ha<sup>-1</sup> -72,79 e R\$ @<sup>-1</sup> -32,11) e que o tratamento com maior valor monetário foi o de 50 kg N ha<sup>-1</sup> (R\$ 756,02, R\$ ha<sup>-1</sup> 302,40 e R\$ @<sup>-1</sup> 50,52), o que revela que nas condições desta pesquisa o tratamento com 50 kg N ha<sup>-1</sup> foi o mais viável. Estes autores ainda relataram que houve um efeito linear das doses de N sobre a disponibilidade de matéria seca total, matéria seca de lâmina foliar e matéria seca de colmo, os quais aumentaram de 3680 para 5587 kg ha<sup>-1</sup>, 1006 kg para 1924 kg ha<sup>-1</sup> e de 873 para 1882 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, considerando as doses de 0 e 150 kg N ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Gimenes et al. (2011), ao avaliarem metas de manejo do capim Marandu submetido a pastejo rotativo e a doses de N, de janeiro de 2009 a abril de 2010 reportaram que houve um aumento da taxa de lotação média com o aumento das doses de N, que foi de 2,55 UA ha<sup>-1</sup> na dose de 50 kg N ha<sup>-1</sup> e de 3,44 UA ha<sup>-1</sup> na dose de 200 kg N ha<sup>-1</sup>. Em relação à taxa de acúmulo de forragem média, também houve um aumento em função da maior quantidade de N aplicada, sendo que na menor dose de N, a taxa média de acúmulo de forragem foi de 29,1 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> e de 51,9 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> na maior dose de N aplicada.

Delevatti et al. (2019b), ao estudarem o efeito das doses de 0, 90, 180 e 270 kg N ha<sup>-1</sup> sobre o teor de PB e ganho de peso por hectare em pastagem de capim Marandu sob pastejo contínuo, relataram que houve um aumento linear do teor de PB com o aumento das doses de N, sendo o menor valor obtido quando não foi feita a aplicação de N (113,6 g kg<sup>-1</sup> MS), e o maior valor foi observado na dose de 270 kg N ha<sup>-1</sup> (167,6 g kg<sup>-1</sup> MS). O aumento das doses de N também teve um efeito linear sobre o ganho de peso por área, o qual aumentou de 514 kg PC ha<sup>-1</sup> para 967 kg PC ha<sup>-1</sup>, nas doses de 0 e 270 kg N ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Em estudo conduzido por Leite et al. (2021), que avaliaram o efeito das doses de 0, 90, 180 e 270 kg N ha<sup>-1</sup> na qualidade de forragem do capim Marandu sob pastejo contínuo e taxa de lotação variável, os autores observaram um decréscimo no teor de carboidratos totais de 783,7 para 721,3 g kg<sup>-1</sup> MS, na fração insolúvel da proteína (Fração C) de 125,0 para 98,3 g kg<sup>-1</sup> MS e nos teores de proteína em detergente neutro indigestível de 187,8 para 156,5 g kg<sup>-1</sup> MS, e relataram também um aumento da proteína solúvel (Fração A + B1) de 363,3 para 433,2 g kg<sup>-1</sup> MS e um incremento da PB/MOD de 125 para 195 g PB kg<sup>-1</sup> MOD, considerando a menor e maior dose de N aplicadas, respectivamente, resultados estes que são semelhantes aos relatados por Delevatti (2020).

### **2.3. Degradação de pastagens**

Segundo Dias-Filho (2017), a degradação da pastagem consiste na queda acentuada e contínua da produtividade da pastagem, no decorrer do tempo, podendo ser avaliada de forma prática pelo acompanhamento da capacidade de suporte da pastagem, ou seja, se ano a ano o número de animais possível de ser mantido em uma determinada pastagem estiver diminuindo, muito provavelmente essa pastagem está degradando. Outra característica de pastagens degradadas é o aumento do percentual de plantas daninhas e de áreas do solo descoberto (sem vegetação) e conseqüentemente a diminuição no percentual de capim (ou de leguminosas forrageiras) na área de pastagem.

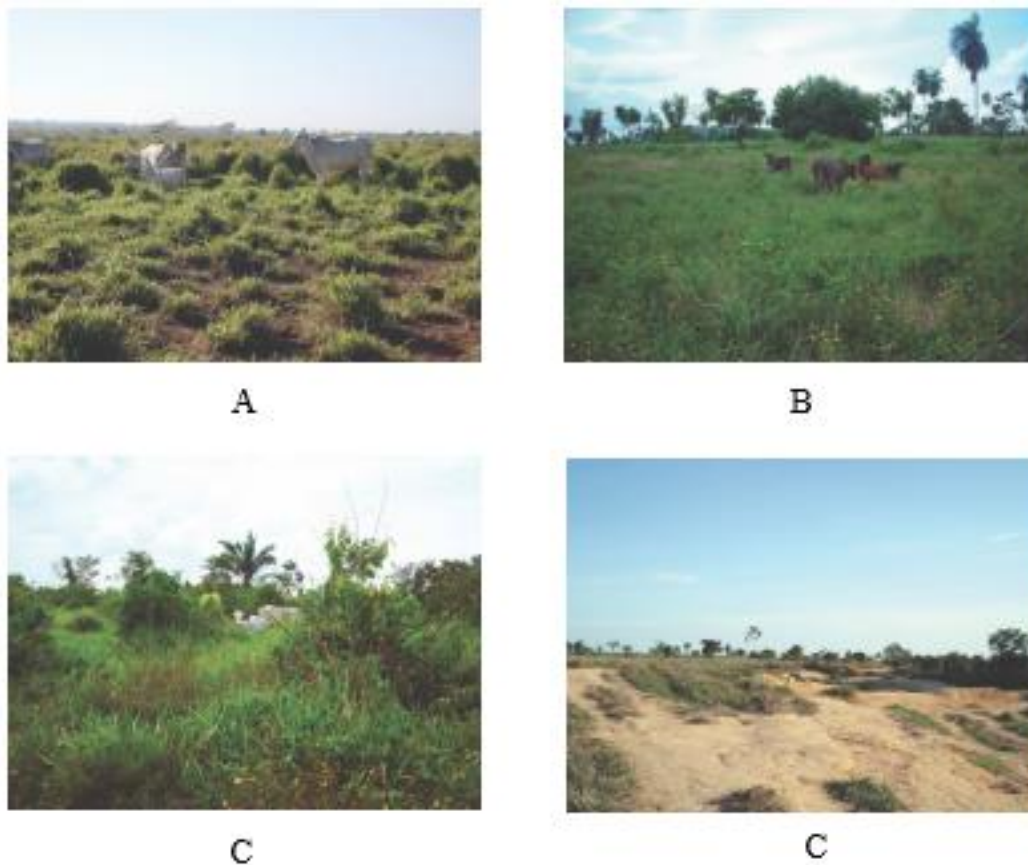
### **2.3.1. Processo e principais causas da degradação de pastagens**

O processo de degradação de pastagens se inicia com a perda de vigor e queda na disponibilidade de forragem, o que causa uma diminuição na taxa de lotação e do ganho de peso animal. Ainda, com o avanço deste processo, ou conjuntamente, pode ocorrer infestação de plantas invasoras, ocorrência de pragas e doenças e degradação do solo (compactação e erosão) (ZIMMER et al., 2012).

Segundo Zimmer et al. (2012), as principais causas de degradação, em ordem de prioridade, são o excesso de lotação e manejo inadequado das pastagens, falta de correção e adubação na formação e, principalmente, falta de reposição de nutrientes pela adubação de manutenção, uso de espécies ou cultivares inadequados, não adaptados ao clima, solo e objetivo de produção, o preparo do solo e técnicas de semeadura impróprias, ausência ou falta de práticas conservacionistas do solo e uso de sementes de baixa qualidade e origem desconhecida. Estes autores afirmam ainda que, no Brasil, as duas principais causas da degradação de pastagens são excesso de lotação e falta de reposição de nutrientes, mas também, que os demais fatores são relevantes e contribuem concomitantemente para a degradação.

A degradação das pastagens pode ser classificada em baixa, moderada e alta (Figura 1).





**Figura 1.** Grau de degradação das pastagens. A: baixa; B: moderada; C: alta. Fonte: Dias-Filho (2017).

Valle Júnior (2019) caracterizou cada estágio da seguinte forma: no estágio de baixa degradação observa-se o aparecimento de plantas invasoras, que competem com a pastagem por nutrientes, espaço, luz e água.

O estágio moderado é caracterizado pelo aumento do número de ninhos de cupins e ocorre principalmente em pastagens estabelecidas por um longo período que não foram bem manejadas. De acordo com Valério (2006), apresenta como consequências a redução da área efetiva da pastagem e a depreciação do solo.

O estágio de alta degradação é caracterizado por mudança na dinâmica da comunidade vegetal, onde as plantas invasoras tomam o lugar da forragem e a cobertura vegetal diminui. Como consequência, segundo Townsend (2012), ocorre uma drástica queda na produtividade da pastagem, refletindo diretamente na produção animal, gerando um custo global anual de perdas em leite e carne de cerca de 7 bilhões de dólares, chegando a 1 bilhão de dólares em países latino-americanos, segundo Kwon et al. (2016).

Além destas consequências e do prejuízo econômico, uma pastagem degradada não se recupera, ou leva muitos anos para se recuperar naturalmente. Portanto, é incapaz de sustentar os níveis de produção e qualidade da forragem exigidos pelos animais, é

incapaz de se recuperar dos efeitos nocivos de pragas, doenças e plantas invasoras, e caso o problema não seja solucionado, pode levar à degradação total dos recursos do solo (VALLE JÚNIOR, 2019).

As principais causas da degradação de pastagens estão ligadas a fatores antrópicos e naturais, dentre os quais pode-se citar o superpastejo durante vários anos, a escolha incorreta da espécie forrageira, má formação inicial, falta de adubação de manutenção e manejo inadequado da pastagem (PERON, 2003; ZHOU, 2005; FEDRIGO et al., 2017).

O manejo preventivo é a forma mais eficaz para evitar a degradação da pastagem (DIAS-FILHO, 2017). Portanto, o manejo da pastagem deve ser feito profissionalmente, desde a formação, escolha da forrageira, manejo de formação inicial da pastagem, preparo e conservação do solo, análise anual do solo, manutenção periódica da sua fertilidade, controle de plantas daninhas e insetos-praga, controle rotineiro da taxa de lotação, altura de pastejo de acordo com o sistema de manejo adotado e forrageira utilizada, além de adotar práticas apropriadas à cada espécie forrageira (ZIMMER et al., 2012; DIAS-FILHO, 2017).

### **2.3.3. Degradação de pastagens no Brasil**

Em 1975, a área total de pastagens no Brasil era de aproximadamente 165 milhões de hectares, dos quais, 125.950.884 eram de pastagens naturais e 39.701.366 eram de pastagens cultivadas. Em 2017, o total de áreas com pastagens cultivadas no Brasil, chegou a 111.775.274 hectares, o que representa um aumento de 281,54% em relação a 1975 e que corresponde a 70,5% do total (naturais e plantadas) de áreas cobertas por pastagens no país (CENSO AGROPECUÁRIO, 2017).

Hoje no Brasil, estima-se que 160 a 180 milhões de hectares são ocupados por pastagens (RALLY DA PECUÁRIA, 2021; PORTAL DO AGRONEGÓCIO, 2021), e deste total, entre 40% e 71%, cerca de 119 milhões de hectares, das pastagens nativas ou implantadas estão degradadas e necessitam de algum manejo para reverter o estado em que se encontram (LAPIG, 2019; PORTAL DO AGRONEGÓCIO, 2021). Deste total, 65 milhões (38,76%), apresentavam estágio de degradação intermediário e 53,9 milhões (32,14%), estágio de degradação severa, e o restante, 48,8 milhões (29,10% do total) não apresentavam nenhum indício de degradação (LAPIG, 2019).

### **2.3.4. Como prevenir a degradação**

Por meio do uso de estratégias profissionais e preventivas de manejo, a necessidade de recuperação ou reformas recorrentes da pastagem é praticamente eliminada, e ao adotar esse manejo preventivo para impedir a queda de produtividade da pastagem, o produtor evitaria também os ônus econômico, ambiental e social, típicos da existência de uma área de pastagem degradada na propriedade (ZIMMER et al., 2012; DIAS-FILHO, 2017).

A recuperação de uma pastagem é caracterizada pelo restabelecimento da produção, mantendo-se a mesma cultivar ou espécie, e a renovação de uma pastagem consiste no restabelecimento da produção a partir da introdução de uma nova espécie ou cultivar, em substituição àquela degradada (MACEDO et al., 2000).

Além do uso das estratégias a seguir, vale ressaltar que é extremamente importante após a recuperação da pastagem não cometer os mesmos erros que levaram à degradação, e para isso deve-se realizar práticas de manejo de acordo com a forrageira escolhida e realizar o manejo adequado dos animais, para que seja possível alcançar índices de produtividade e lucratividade satisfatórios no sistema de produção estabelecido (MACEDO et al., 2013).

#### **2.3.4.1. Adubação e reposição de nutrientes**

As adubações de manutenção são necessárias e indispensáveis na maioria dos casos, uma vez que as pastagens apresentam queda de produção já no segundo ano de utilização e necessitam da reposição de nutrientes. Esta reposição pode ser feita todo ano ou a cada dois anos, com o intuito de se evitar a degradação da pastagem (MACEDO et al., 2013).

Ainda, deve se fazer o acompanhamento da fertilidade do solo e do estado nutricional da planta forrageira por meio de análise de solo e análise do tecido vegetal, com o objetivo de se antecipar problemas e corrigir possíveis deficiências nutricionais, evitando assim gastos desnecessários com a aplicação de corretivos e fertilizantes sem embasamento técnico (MACEDO et al., 2013).

#### **2.3.4.2. Escolha da forrageira**

Segundo Andrade et al. (2004), a escolha adequada da forrageira é o primeiro e decisivo passo para a obtenção de uma pastagem que se pretende manter produtiva por muitos anos. Assim, a prevenção da degradação começa com a escolha da forrageira que será utilizada na formação da pastagem, e deve ser baseada não somente nos aspectos produtivos desejados, mas também na adaptação da forrageira às condições de clima, solo e manejo da propriedade (ANDRADE et al., 2004; ZIMMER et al., 2012).

#### **2.3.4.3. Manutenção da altura de manejo e taxa de lotação**

Para se prevenir a degradação das pastagens a manutenção da altura de acordo com a espécie forrageira utilizada é fundamental, uma vez que permite a maximização do valor nutritivo da forragem consumida pelo animal e ainda auxilia no aumento da persistência da pastagem (MACEDO et al., 2013). Para o capim Marandu, a altura de manejo em sistemas de pastejo contínuo e lotação variável varia de 25 a 35 cm, pois nestas alturas a massa de forragem produzida é semelhante, e superior à produzida em alturas menores de manejo (15 cm), e também, porque nesta faixa de altura o dossel atinge uma IL 95%, o que possibilita o máximo acúmulo de forragem da pastagem (SANTANA et al., 2017; DELEVATTI et al., 2019a DELEVATTI et al., 2019b).

Segundo Zimmer et al. (2012), a taxa de lotação da pastagem deve ser ajustada à produção de forragem, uma vez que, em ordem de importância, é o primeiro fator envolvido na degradação de pastagens. Ainda, deve-se fazer o ajuste rotineiro da taxa de lotação pois segundo estes mesmos autores, pastagens com lotação excessiva proporcionam ganhos de peso inferiores quando comparadas àquelas que utilizam uma taxa de lotação adequada.

#### **2.3.4.4. Uso de leguminosas**

Pode-se considerar que a participação de 20 a 30% de leguminosas em associação com pastagens de gramíneas, sendo que nesta proporção as leguminosas fixam de 50 a 100 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, contribuem para melhorar a qualidade da dieta dos animais, devido ao seu elevado teor proteico, que é de duas a três vezes superior ao das gramíneas (ANDRADE et al., 2004).

Vários autores já relataram os benefícios do consórcio de pastos de gramíneas com leguminosas, dentre eles Berça et al. (2021), relataram que a inclusão de amendoim

fornageiro na pastagem de capim Marandu promoveu aumento dos compostos nitrogenados solúveis, dos carboidratos totais das plantas, da oferta e da taxa de acúmulo de forragem e uma diminuição do conteúdo de proteína lentamente degradada. Adicionalmente, Longhini et al. (2021), reportaram que o consórcio de uma pastagem de capim Marandu com *Arachis pintoi* cv. Amarillo em uma pequena quantidade ( $\leq 10\%$ ) propiciou benefícios, os quais estão relacionados à fixação biológica de N, que nesse estudo variou de 79 a 85% e de 0,5 a 5,5 kg N ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>.

### 2.3.5. Recuperação e renovação de pastagens degradadas

A recuperação de uma pastagem é caracterizada pelo restabelecimento da produção de forragem, mantendo-se a mesma espécie ou cultivar, e a renovação de uma pastagem é caracterizada pelo restabelecimento da produção de forragem com a introdução de uma nova espécie ou cultivar (MACEDO et al., 2000). Outro termo comumente utilizado é reforma de pastagem, que é mais utilizado para designar correções ou reparos após o estabelecimento da pastagem (ZIMMER et al., 2012).

Dentre as técnicas utilizadas pode-se citar a recuperação direta, a renovação e a recuperação/renovação indireta.

A recuperação direta objetiva a recomposição da produtividade da pastagem e da cobertura do solo pelas forrageiras, e é mais simples e menos onerosa. Nesta técnica é feito o controle de plantas daninhas e o ajuste da fertilidade do solo, por meio de adubação. Em algumas situações pode ser necessário o replantio das forrageiras em áreas de solo descoberto, mas sem a necessidade de preparo do solo. O interrompimento do uso da pastagem pode não ser necessário, mas, caso seja, o período médio é de 30 dias. É uma prática recomendada para pastagens em estágios de baixa ou média degradação (DIAS-FILHO, 2017).

A prática de renovação consiste na formação de uma nova pastagem, e além da correção da fertilidade do solo, também é feito o replantio da forrageira com mudança ou não da espécie, de modo que é necessário que seja feito o preparo do solo. O custo desta técnica é, em média, três vezes maior que o da recuperação direta e o uso da área deve ser interrompido até que a nova pastagem seja formada (cerca de 90 dias). Esta prática é recomendada para pastagens em alto nível de degradação (DIAS-FILHO, 2017).

Por fim, a recuperação/renovação indireta, consiste na formação da pastagem integrada com o plantio de lavoura, lavoura mais floresta ou apenas floresta, com o

objetivo de recuperar a fertilidade do solo, obter renda a curto prazo ou diversificar a geração de renda. Trata-se de uma prática que requer mais investimento em curto prazo, porém, tem maior potencial de retorno do capital e ainda agrega outras atividades e novas fontes de renda na mesma área.

Exige ainda, escolha da cultura agrícola ou espécie florestal mais adequada, avaliação do mercado para os produtos esperados, mecanização total da área, preparo do solo, correção da acidez, adubações, novas semeaduras, maior qualificação técnica do produtor e maior mão de obra para a implantação desses sistemas, e seu custo é cinco vezes maior que a recuperação direta de pastagens. Esta técnica é indicada para pastagens em alto nível de degradação (DIAS-FILHO, 2017).

#### **2.4. Matéria orgânica do solo e sua relação com a disponibilidade de N**

A matéria orgânica é um importante indicador da qualidade do solo, uma vez que interage com diversos componentes do mesmo, exercendo efeito sobre as propriedades biológicas, físicas e químicas do solo (CUNHA et al., 2015).

Em relação às propriedades biológicas do solo, a matéria orgânica favorece o crescimento, deslocamento e diversidade de comunidades microbianas (CUNHA et al., 2015).

No que diz respeito às propriedades físicas, a matéria orgânica promove um aumento da qualidade do solo, pois aumenta a estabilidade dos agregados e outras características físicas decorrentes da agregação, como densidade, porosidade do solo, aeração, capacidade de infiltração, de retenção e de percolação de água (CUNHA et al., 2015).

E quanto às propriedades químicas, a matéria orgânica melhora a disponibilidade de nutrientes para as culturas (melhor fertilidade do solo), aumenta a capacidade de troca catiônica, aumenta a complexação de elementos tóxicos e de micronutrientes e aumenta a capacidade tampão do solo (CUNHA et al., 2015).

Em relação ao N, a matéria orgânica é considerada a grande reserva deste nutriente no solo (95%), e é utilizada como um indicativo da capacidade de fornecimento de N do solo à planta (SANTOS & SILVA, 2010). Segundo Raij (2017), a utilização da matéria orgânica como critério para avaliar a disponibilidade de N para as plantas é feita admitindo-se uma mineralização de 2% ao ano.

Portanto, pode-se afirmar que quanto maior o teor de matéria orgânica do solo, melhores são suas propriedades biológicas, físicas e químicas, proporcionando uma melhor manutenção e disponibilidade de nutrientes, o que resulta, na maioria das vezes, em uma maior produtividade (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006; CUNHA et al., 2015), a qual promove uma maior deposição de resíduos orgânicos no solo, proporcionando assim o aumento da matéria orgânica do mesmo.

## 2.5. Exigências e respostas de *Urochloa* a adubações nitrogenadas

Segundo o Boletim 100 (1996), a recomendação de adubação nitrogenada de pastagens deve ser feita conforme o tipo de forrageira que será utilizada, e a recomendação para a adubação de formação varia de 0 a 50 kg N ha<sup>-1</sup>, que devem ser aplicados de 30 a 40 dias após a germinação caso sejam observados sintomas de deficiência de N, como crescimento lento, coloração verde pálida ou amarelecimento generalizado. Já na adubação de manutenção, recomenda-se a aplicação de 0 a 80 kg N ha<sup>-1</sup>, porém, Delevatti et al. (2019b), reportaram que doses de até 180 kg N ha<sup>-1</sup> promovem elevada produção de matéria seca com alto valor nutritivo e aumento da produtividade animal. Além disso, estas doses variam em função do grupo da forrageira, e em casos de exploração intensiva, se for necessário o aumento de produção de forragem durante o período de chuvas, deve-se aplicar 50 kg N ha<sup>-1</sup> por vez, após cada pastejo (BOLETIM 100, 1996).

Segundo Costa et al. (2006), as recomendações para o suprimento das necessidades das cultivares de *Urochloa* para que estas atinjam um elevado nível de produção variam entre as espécies e se relacionam diretamente com a taxa de lotação e a produtividade desejada. Dentre elas, a *U. brizantha* cvs. MG4 e Marandu apresentam um grau de exigência médio em relação à fertilidade do solo, e o cultivar MG-5 uma exigência de média a alta. Em contrapartida, as *U. decumbens*, *humidicola* são menos exigentes que a espécie anterior.

Essas diferenças quanto à necessidade de N são devidas ao processo de melhoramento que as espécies de *Urochloa* foram submetidas e às altas produtividades por elas atingidas. Assim, a recomendação de adubação nitrogenada para o gênero *Urochloa* de acordo com o grau de adaptação à fertilidade do solo é de 100 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para a *U. decumbens* e *humidicola*, 150 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para a *U. ruziziensis*, de 200 a

250 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para a *U. brizantha* cvs. Marandu e MG-4 e de 250 a 300 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> no cultivar MG-5 (COSTA et al., 2006).

Vários autores têm estudado as respostas das plantas forrageiras do gênero *Urochloa* a adubação nitrogenada.

Dentre eles, Delevatti (2020), ao avaliarem o efeito de diferentes doses de N sobre a composição química do pastejo simulado de capim Marandu observaram que com o aumento das doses de N houve uma diminuição no teor de carboidratos totais e no conteúdo de fibra em detergente neutro, principalmente FDNi, um aumento da quantidade de carboidratos não fibrosos, aumento da proteína solúvel (Fração A + B1) e diminuição da Fração C (proteína insolúvel) (Tabelas 1 e 2). Delevatti et al. (2019b) observaram que o consumo médio de matéria seca foi de 8,21 kg dia<sup>-1</sup>, 5,29 kg NDT dia<sup>-1</sup> e 0,87 kg PB dia<sup>-1</sup> e o ganho de peso médio diário dos animais foi de 0,939, 0,985, 0,879 e 0,967 kg dia<sup>-1</sup>, para as doses de 0, 90, 180 e 270 kg N ha<sup>-1</sup>, valores estes que juntamente aos relatados por Delevatti (2020), comprovam o alto valor nutritivo dos pastos de capim Marandu manejados em lotação contínua e taxa de lotação variável.

## **2.6. Influência da adubação nitrogenada na composição da planta/frações nitrogenadas (frações proteicas, digestíveis)**

Leite et al. (2021) verificaram que as frações proteicas solúveis (Fração A + B1) aumentaram de 363 para 434 g kg<sup>-1</sup> MS e a Fração C (proteína insolúvel) diminuiu de 125,0 para 98,3 g kg<sup>-1</sup> MS, que o total de nutrientes digestíveis aumentou de 629,9 para 642,2 g kg<sup>-1</sup> MS e que houve um aumento da relação PB/MOD de 125 para 195 g PB kg<sup>-1</sup> MOD, sendo que os menores valores dessas variáveis foram no tratamento sem aplicação de N e os maiores na aplicação de 270 kg N ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Estes autores ainda relataram que com o aumento das doses de N houve uma diminuição dos teores de fibra em detergente neutro, principalmente FDNi de 187,8 para 156,5 g kg<sup>-1</sup> MS, fibra em detergente ácido de 327,0 para 294,7 g kg<sup>-1</sup> MS e dos carboidratos totais de 783,7 para 721,3 g kg<sup>-1</sup> MS, para as doses de 0 e 270 kg N ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Estes resultados são próximos aos relatados por Delevatti (2020), o que comprova que com o aumento da adubação nitrogenada ocorre um incremento do valor nutritivo da forragem, evidenciado pelo aumento da fração solúvel da proteína (Fração A + B1), diminuição da fração insolúvel (Fração C), aumento dos nutrientes digestíveis totais, diminuição dos carboidratos totais, diminuição da fibra em detergente neutro,



principalmente a fração FDNi, aumento dos carboidratos não fibrosos e incremento da relação PB:MOD.

## 2.7. Morfogênese e estrutura da planta em função da adubação nitrogenada

A fertilidade do solo é um fator essencial para o aumento da produção de forragem, e o N é o principal responsável por manter a produção das forragens (LIMA et al., 2016).

Os autores Santos et al. (2018) e Delevatti et al. (2019b), avaliaram o efeito de diferentes doses de N em pastagens, e os resultados obtidos pelos mesmos estão na Tabela 4.

Diversos autores relataram que a adubação nitrogenada melhora a estrutura do dossel, e promove aumentos no índice de área foliar, na densidade de perfilhos, na produção e taxa de acúmulo de forragem (SANTOS et al., 2018; DELEVATTI et al., 2019b).

**Tabela 4.** Características morfológicas e produtivas de pastos submetidos à diferentes doses de nitrogênio.

Santos et al. (2018)				
Característica	Doses de nitrogênio (kg N ha <sup>-1</sup> )			
	0	40	80	120
Índice de área foliar	4,0	5,9	6,2	6,5
Densidade de perfilhos (perfilhos m <sup>2-1</sup> )	613	689	662	783
Delevatti et al. (2019b)				
Característica	Doses de nitrogênio (Kg N ha <sup>-1</sup> )			
	0	90	180	270
Produção de forragem (kg ha <sup>-1</sup> )	5798	6345	6436	6499
Taxa de acúmulo de forragem (kg MS ha <sup>-1</sup> )	31,36	51,26	71,16	91,06

A partir dos resultados de Santos et al. (2018), pode-se observar que houve uma resposta linear positiva no índice de área foliar, o qual aumentou de 4,0 no tratamento sem aplicação de N para 6,5, quando foi feita a aplicação de 120 kg N ha<sup>-1</sup>. Estes autores ainda observaram resposta com efeito cúbica para a densidade de perfilhos, sendo que o menor (613) e o maior (783) valor foram obtidos para quando não foi realizada adubação nitrogenada e para a maior dose de N, respectivamente.

A partir da análise dos resultados de Delevatti et al. (2019b), observa-se resposta linear na produção e taxa de acúmulo de forragem, que apresentaram aumento de 5798 para 6499 kg ha<sup>-1</sup> e de 31,36 para 91,06 kg MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente, nas doses de 0 e 270 Kg N ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

### 2.7.1. Estrutura do dossel

Ongaratto et al. (2021), estudaram o efeito de diferentes níveis de intensificação por meio do uso de adubação nitrogenada, sistema extensivo (0 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), semi-intensivo (75 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) e intensivo (150 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) sobre a morfogênese e estrutura do dossel de pastagens de *U. brizantha* cv. Marandu. Os autores concluíram que nas pastagens em que não foi feita a adubação houve uma maior proporção de material morto e naquelas em que foram aplicadas as doses de 75 ou 150 ocorreram uma maior proporção de folhas e caules em relação ao material morto e que o número de folhas vivas, expandidas e total de folhas foi maior do que naquelas sob sistema extensivo.

Santos et al. (2018), avaliaram a contribuição de perfilhos vegetativos e reprodutivos sobre as características estruturais do dossel de *Urochloa brizantha* cv. Marandu. O objetivo desses autores foi identificar as alturas (15 ou 30 cm) e as doses de adubação nitrogenada, 0, 40, 80 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de ureia que resultem em pasto diferido com adequada estrutura no inverno. Os resultados obtidos na massa de tecido vivo, porcentagem de colmo vivo e do índice de área foliar estão apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5.** Características estruturais de pastos de capim Marandu manejados à altura de 15 cm e doses de nitrogênio variáveis no início do período de diferimento.

Dose de N (kg ha <sup>-1</sup> )			
0	40	80	120

Massa de tecido vivo (kg MS ha <sup>-1</sup> )			
3130	4687	5237	5601
Colmo vivo (%)			
32,8	39,5	45,3	48,1
Índice de área foliar			
4,0	5,9	6,2	6,5

Adaptado de Santos et al. (2018).

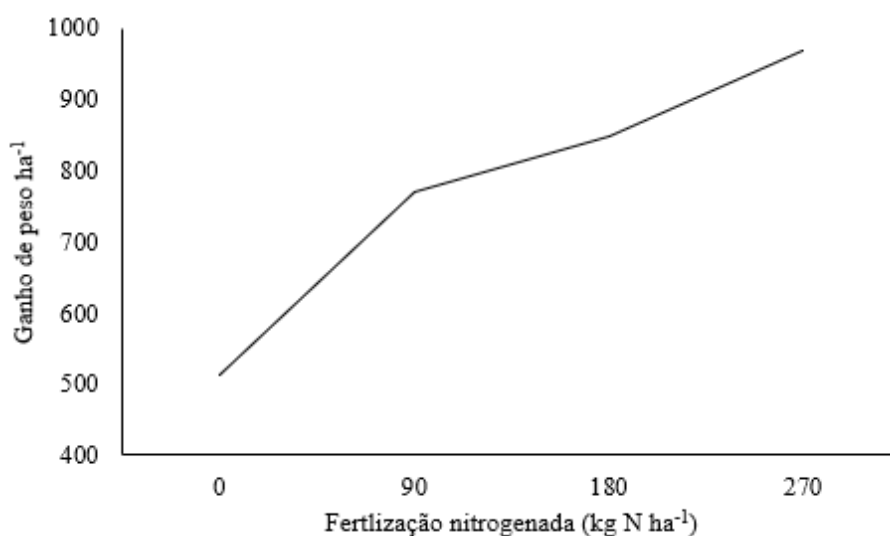
A partir da análise dos dados da Tabela 5, pode-se concluir que houve aumento linear da massa de tecido vivo, da percentagem de colmo vivo e do índice de área foliar na menor altura do pasto com o aumento das doses de N. Ou seja, o aumento das doses de N proporcionou uma estrutura adequada do pasto diferido, visto que houve uma predominância de perfilhos vegetativos, os quais tem maior porcentagem de folha viva e menor porcentagem de colmos e folhas mortas, quando comparados ao perfilhos reprodutivos (SANTOS et al., 2018).

### 2.7.2. Interceptação luminosa

Santana et al. (2017) estudaram o efeito do manejo de pastagens às alturas de 15 cm sem pastejo, 25 e 35 cm com uma taxa de lotação de 2,5 UA ha<sup>-1</sup> durante a transição da estação seca para a chuvosa nas características estruturais e de perfilhamento de pastagens de capim Marandu. Estes autores concluíram que a altura mais adequada de manejo da pastagem nestas condições é de 25 cm, uma vez que o pasto apresentou melhores características de perfilhamento quando comparada às demais e maior densidade de dossel devido à taxa de aparecimento ser maior que a taxa de mortalidade de perfilhos. Na altura de 35 cm a taxa de mortalidade superou a de aparecimento e a densidade do dossel foi menor, o que se deve à menor incidência de luz nas camadas mais baixas da touceira. Tal fato levou a uma redução da capacidade fotossintética das folhas mais baixas do dossel provocando um acúmulo de material morto, e devido ao fato que nesta altura, como a IL foi maior que 95%, a taxa de aparecimento de perfilhos foi reduzida, pois a maior parte dos nutrientes foram utilizados para o crescimento dos perfilhos já existentes.

Delevatti et al. (2019b) avaliaram o efeito do manejo de pastejo com 95% de IL associado à adubação nitrogenada em diferentes doses (0, 90, 180 e 270 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>)

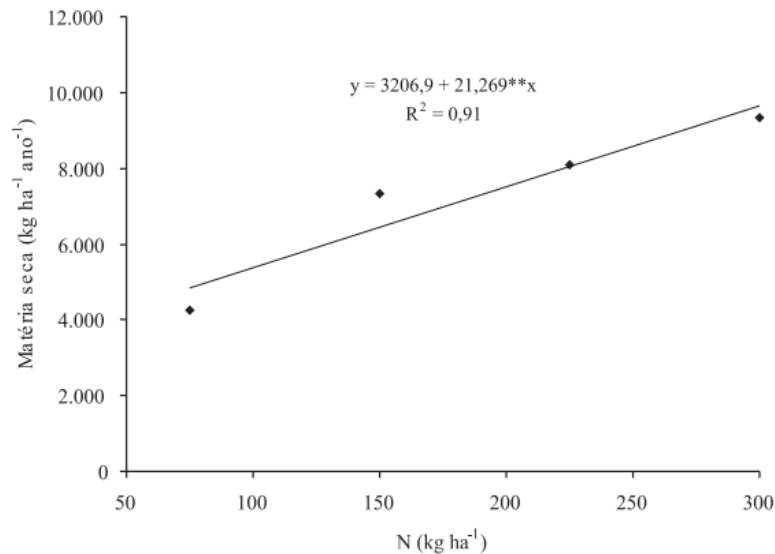
em pastos de *Urochloa brizantha* cv. Marandu sob pastejo contínuo, e constataram que pastos de capim Marandu fertilizados com  $90 \text{ kg N ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$  e manejados a 25 cm de altura, que representa 95% de IL nos solos e condições climáticas deste experimento, produz uma alta produção de forragem ( $6345 \text{ kg ha}^{-1}$ ) com alta qualidade ( $135,5 \text{ g PB kg}^{-1}\text{MS}^{-1}$ ) quando comparado ao tratamento sem aplicação de N ( $5398 \text{ kg ha}^{-1}$ ,  $113,6 \text{ g PB kg}^{-1}\text{MS}^{-1}$ ). Este trabalho confirma que ao associar o manejo de pastejo com o objetivo de se ter uma IL de 95% às adubações nitrogenadas, resulta em um aumento da produção de forragem, a qual apresenta um alto valor nutritivo e possibilita assim, um melhor desempenho dos animais, como demonstrado na Figura 3.



**Figura 3.** Ganho de peso por hectare em pastos de capim Marandu submetido à diferentes doses de nitrogênio. Adaptado de Delevatti et al. (2019b).

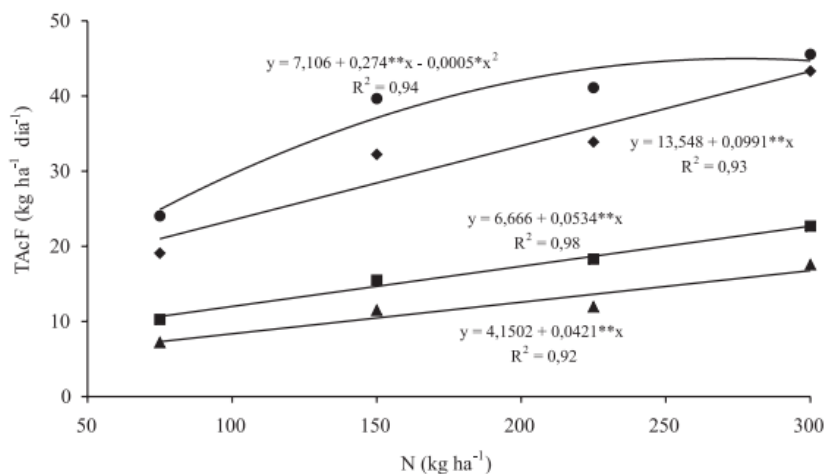
### 2.7.3. Massa e taxa de acúmulo de forragem

Fagundes et al. (2005), avaliaram o acúmulo de forragem em pastos de *Urochloa decumbens* adubados com quatro doses de N, 75, 150, 225 e  $300 \text{ kg ha}^{-1}$ , divididas em três aplicações, com exceção da dose de  $75 \text{ kg ha}^{-1}$  que foi dividida apenas em duas aplicações. Abaixo, estão as figuras com os valores da produção de forragem (Figura 4) e da taxa de acúmulo de forragem (Figura 5), obtida por estes autores.



**Figura 4.** Produção de forragem em pastos de *Urochloa decumbens*, em função de doses de nitrogênio. \*\*Significativo a 1% pelo teste F. Fonte: Fagundes et al. (2005).

A partir da análise dos dados da Figura 4, pode-se concluir que houve uma resposta linear positiva sobre a produção de forragem, ou seja, com o aumento da dose de N houve aumento da produção de forragem, o que pode ser atribuído à grande influência do nutriente sobre os processos fisiológicos da planta (FAGUNDES et al., 2005).



**Figura 5.** Taxa de acúmulo de matéria seca de folha (TAcF) em pastos de *Urochloa decumbens*, em função das doses de nitrogênio no verão (◆), outono (■), inverno (▲) e primavera (●). \* e \*\*Significativo a 5% e a 1%, respectivamente, pelo teste F. Fonte: Fagundes et al. (2005)

A partir da análise dos dados apresentados na Figura 5, observa-se que houve um aumento na taxa de acúmulo de forragem com aumento das doses de N, em todas as estações do ano, sem que tenha ocorrido aumento na senescência e morte de tecidos

(FAGUNDES et al., 2005). O mesmo comportamento foi relatado por Delevatti et al. (2019b), que observaram aumento de 31,36 para 91,06 kg MS ha<sup>-1</sup> na primeira e de 5798 para 6499 kg ha<sup>-1</sup> na segunda, considerando as doses de 0 e 270 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, respectivamente e por Ongaratto et al. (2021) que verificaram um aumento da taxa de acúmulo de forragem de 76,1 kg MS ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> no tratamento sem aplicação de N de 117,1 e 104,8 kg MS ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> nos tratamentos com aplicação de 75 e 150 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, respectivamente.

#### **2.7.4. Índice de área foliar**

Moreira et al. (2009) avaliaram o índice de área foliar de *Urochloa decumbens* cv. Basilisk submetido à adubação nitrogenada nas doses de 75, 150, 225 e 300 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N em lotação contínua com taxa de lotação variável em dois anos agrícolas consecutivos. Neste trabalho, o índice de área foliar aumentou linearmente com a adubação nitrogenada, e os valores foram de 2,74 e 4,28 na dose de 75 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N e 2,76 e 4,79 na dose de 300 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N, no primeiro e segundo ano, respectivamente, o que representa um aumento do índice de área foliar de 0,00685 unidades Kg<sup>-1</sup> N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> no primeiro ano e de 0,00728 unidades Kg<sup>-1</sup> N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> no segundo ano. Este resultado corrobora com o relatado por Fagundes et al. (2006), que apesar de relatarem menores valores de índice foliar também observaram aumento linear com o aumento das doses de N, o qual aumentou de 2,17 a 3,70, com a aplicação das doses de 75 e 300 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, respectivamente, o que corresponde a um aumento de 0,0068 unidades Kg<sup>-1</sup> N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> no índice de área foliar, valor este que é muito próximo àqueles relatados por Moreira et al. (2009).

#### **2.7.5. Densidade de perfilhos**

Guelfi-Silva et al. (2013), avaliaram o efeito da adubação nitrogenada sobre características estruturais e acúmulo de matéria seca do capim Marandu em estágio médio de degradação por três anos. Os autores observaram que houve resposta linear positiva da densidade de perfilhos em relação às doses de N em todos os anos de recuperação da pastagem, sendo que o maior aumento foi observado no segundo ano, e foi de 438,17 perfilhos m<sup>2</sup><sup>-1</sup> quando não foi feita a adubação nitrogenada e de 916,07 perfilhos m<sup>2</sup><sup>-1</sup> na dose de 300 Kg<sup>-1</sup> N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, mostrando um aumento em relação a não aplicação de N

de 109, 122 e 114% nos anos de realização do experimento, o que evidencia a alta capacidade responsiva do capim Marandu à adubação nitrogenada.

## **2.8. Fonte de fornecimento de N, assimilação pelas plantas e fixação do nitrogênio na planta**

O nitrogênio pode ser fixado no solo em sua forma mineral ou orgânica. A fixação na forma mineral ocorre pela transformação do N elementar em óxidos por descargas elétricas na atmosfera, os quais são convertidos em ácido nítrico, chegando ao solo pela água da chuva e resulta em nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ), os quais são aproveitados pelas plantas (RAIJ, 2017). Outra forma de fixação do N em sua forma mineral no solo é pela aplicação de fertilizantes nitrogenados, os quais são classificados como fontes amídicas, nítricas ou amoniacais, e a partir de reações químicas que ocorrem no solo disponibilizam  $\text{NO}_3^-$  e/ou amônio ( $\text{NH}_4^+$ ), que podem ser aproveitados pelas plantas (BATISTA et al., 2018).

Quando fixado no solo em sua forma orgânica, não estão prontamente disponíveis para as plantas, pois, estas absorvem o N na forma mineral ( $\text{NH}_4^+$  e  $\text{NO}_3^-$ ). Para que possa ser assimilado pelas plantas, o N deve passar pelo processo de mineralização, que consiste na decomposição da substância orgânica que contém N pelo ataque de microrganismos, proporcionando a liberação de  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{NH}_4^+$  à solução do solo, os quais são assimilados pelas plantas, sendo que a decomposição deste resíduo orgânico pode ser acelerada por meio da aplicação de fertilizantes nitrogenados no solo (SANTOS & SILVA, 2010; TONIELLO et al., 2019).

A mineralização do N ocorre inicialmente pela ação de peptidases extracelulares que quebram as proteínas, liberando peptídeos e aminoácidos, os quais são transportados para o interior das células, onde são metabolizados, produzindo  $\text{NH}_3$  e compostos orgânicos que são utilizados no metabolismo energético dos decompositores via ciclo dos ácidos tricarbóxicos ou por desaminação. A  $\text{NH}_3$  produzido nessas reações se equilibra no solo com  $\text{H}_2\text{O}$  formando  $\text{NH}_4^+$ , que é absorvido pelas plantas ou sofre nitrificação (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006).

A amônia ( $\text{NH}_3$ ) sofre outras transformações convertendo-se em  $\text{NO}_2^-$ , que imediatamente se converte em  $\text{NO}_3^-$ . Os procariotos quimioautotróficos são os principais facilitadores deste processo, que também pode ser realizado por fungos em certas condições e na parte aérea de leguminosas fixadoras de  $\text{N}_2$  (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006).

Portanto, dependendo da fonte de N utilizada ou do tipo de fixação, o N precisa passar por diferentes processos para que seja disponibilizado nas formas absorvidas pelas plantas ( $\text{NH}_4^+$  e  $\text{NO}_3^-$ ), ou pode estar prontamente disponível, o que, de acordo com Costa et al. (2006) e Vieira (2017), em função da quantidade aplicada e das condições climáticas, pode facilitar a absorção ou aumentar as perdas via lixiviação, desnitrificação e volatilização de  $\text{NH}_3$ .

A nitrificação microbiana é realizada por bactérias gram-negativas capazes de crescer às custas da energia contida em  $\text{NH}_3$  ou  $\text{NO}_2^-$  e também são chamadas de bactérias oxidantes de N ou nitrificantes. Este processo ocorre em duas etapas, a nitritação, que consiste na oxidação de  $\text{NH}_3$  com a transformação de seis elétrons para  $\text{NO}_2^-$  por *Nitrosomonas* formando hidroxilamina e nitroxil, onde a energia liberada pela reação é usada pelos microrganismos para realizar suas atividades vitais e a Nitratação, que consiste na oxidação de  $\text{NO}_2^-$  para  $\text{NO}_3^-$  (que pode ser absorvido pelas plantas ou sofrer lixiviação), por *Nitrobacter* e envolve a transferência de dois elétrons no estado de oxidação de N com liberação de energia. Esta reação é facilitada por um sistema de oxidase do nitrito ( $\text{NO}_3^-$ ), com elétrons sendo carregados para  $\text{O}_2$  via sistema citocromo e com geração de ATP. Estas reações produzem uma grande quantidade de energia, que é utilizada na redução de  $\text{CO}_2$  via ciclo de Calvin (MOREIRA & SIQUIERA, 2006).

Após a absorção do  $\text{NO}_3^-$  ou  $\text{NH}_4^+$  pelas plantas, estes são reduzidos à forma amoniacal e combinados nas cadeias orgânicas, formando ácido glutâmico, o qual compõe mais de uma centena de diferentes aminoácidos, dos quais, 20 são usados na formação de proteínas, as quais participam como enzimas nos processos metabólicos das plantas, apresentando assim um aspecto mais funcional do que estrutural. Além disso, o N participa da composição da molécula de clorofila (RAIJ, 2017).

## 2.9. Dinâmica do N em pastagens

Objetivando maior produtividade e rentabilidade agrícola associado a uma redução de impactos ambientais, estudos de dinâmica de N em pastagens têm sido conduzidos, de modo a facilitar o entendimento da dinâmica e do manejo do N em pastagens (COSTA et al., 2006).

Em ecossistemas naturais como pastagens nativas (que não estão sendo utilizadas ou que são utilizadas corretamente), as perdas de N são baixas e contrabalanceadas por pequenos acréscimos de N ao sistema, provenientes da atmosfera, reciclagem do N de



resíduos vegetais e de origem animal e mineralização da matéria orgânica do solo, e podem ser consideradas como uma forma de natureza conservativa (COSTA et al., 2006). Porém, uma vez que passem a ser manejadas de forma inadequada, estão sujeitas à degradação e suas consequências.

Em contrapartida, em ecossistemas de pastagens formados pelo sistema solo-planta-animal (agroecossistemas), o ciclo do N é aberto, de natureza não conservativa e precisa da intervenção do homem para garantir sua sustentabilidade. Em agroecossistemas que utilizam baixo nível de manejo e uso de insumos, o N desempenha um papel importante na sustentabilidade da comunidade vegetal, e em sistemas com elevado e melhor uso de insumos associados a uma maior concentração de animais por unidade de área o N, além de atuar sobre a sustentabilidade da comunidade de plantas, o N se torna o principal modulador da produtividade vegetal (CORSI & MARTHA JUNIOR, 1997; COSTA et al., 2006).

## **2.10. Fixação do N no solo**

A fixação do N no solo ocorre por meio fixação industrial, por mecanismos físico-químicos naturais e por fixação biológica (SANTOS & SILVA, 2010; RAIJ, 2017).

A fixação por mecanismos físico-químicos naturais ocorre por meio de descargas elétricas na atmosfera. Na fixação industrial, a quebra da tripla ligação é feita pelo uso de altas temperaturas e pressões e é responsável pela produção de parte significativa dos fertilizantes nitrogenados utilizados nos sistemas agrícolas e florestais. E a forma mais econômica e ecológica de entrada de N no solo é através da fixação biológica, que é responsável por 65% do total de N fixado anualmente no planeta (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006; SANTOS & SILVA, 2010; RAIJ, 2017).

No processo de fixação biológica, a tripla ligação da molécula do N elementar ( $N_2$ ) é quebrada pela ação da enzima nitrogenase, presente nos microrganismos fixadores, a partir do uso de prótons, elétrons e energia, formando duas moléculas de  $NH_3$ , as quais são incorporadas ao metabolismo do organismo e que depois são aprisionadas num esqueleto orgânico, oriundo da fotossíntese, que será utilizado na formação dos mais diversos compostos orgânicos nitrogenados. E esta fixação pode ser simbiótica ou não simbiótica. (SANTOS & SILVA, 2010; RAIJ, 2017).

A fixação simbiótica é considerada a mais importante fonte natural deste nutriente nos solos, e é realizada principalmente por bactérias dos gêneros *Rhizobium* e

*Bradyrhizobium* que crescem em associação, nas raízes de plantas leguminosas, na forma de nódulos. O processo beneficia a ambos, de forma que as bactérias fixam o N da atmosfera e o torna disponível para a leguminosa e as leguminosas fornecem os carboidratos que dão à bactéria a energia para fixar o N (SANTOS & SILVA, 2010; RAIJ, 2017).

Por fim, a fixação não simbiótica é feita por microrganismos de vida livre no solo, como bactérias, fungos e algas, com destaque para as bactérias dos gêneros *Azotobacter* e *Beijerinckia*, porém, a quantidade de N fixada por esses organismos é muito menor do que a fixada simbioticamente (SANTOS & SILVA, 2010; RAIJ, 2017).

## **2.11. Recomendação de adubação nitrogenada**

Segundo Costa et al. (2006), a recomendação de adubação nitrogenada para pastagem é um desafio, uma vez que envolve fatores ligados à planta, ao solo e aspectos socioeconômicos da área.

### **2.11.1. Recomendação com base na análise de solo**

As análises de solo são pouco utilizadas para realização de adubação nitrogenada, devido à complexa dinâmica deste nutriente no solo e ao fato de que 95% ou mais do N do solo faz parte da matéria orgânica, fatos estes que interferem na recomendação da adubação nitrogenada (COSTA et al., 2006).

Assim, a recomendação de adubação nitrogenada deve ser baseada na avaliação da disponibilidade de N no solo através da interpretação da análise do teor de matéria orgânica do solo, em conjunto com a exigência da cultura, que no capim Marandu é de 40 kg N ha<sup>-1</sup> após 30 - 40 dias da germinação caso seja observado algum sintoma de deficiência de N nas plantas e de 60 kg ha<sup>-1</sup> na adubação de manutenção, e deve ser baseada também na produtividade esperada, no tipo de resíduo da cultura antecedente e no grupo da forrageira que será utilizada (BOLETIM 100, 1996; SANTOS & SILVA, 2010).

### **2.11.2. Recomendação baseada na produtividade desejada e no sistema de pastejo**

A utilização de plantas forrageiras sob condições de pastejo em níveis ideais de fertilidade de solo, incluindo a adubação nitrogenada é um fator de grande importância para que se tenha um sistema que busque pela máxima produção animal sem afetar a persistência das plantas forrageiras (COSTA et al., 2006).

Em um sistema de pastejo contínuo extensivo, que é caracterizado pelo uso de grandes áreas, com baixo nível tecnológico e com taxas de lotação menores que 1 UA ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> recomenda-se a aplicação de 50 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, no início das águas, sendo esta, uma quantidade mínima para evitar a degradação da pastagem, e que não é suficiente para se obter produtividades satisfatórias (COSTA et al., 2006).

Em um sistema de pastejo contínuo intensivo, que tem como características a divisão de grandes áreas e nível tecnológico mais elevado (comparado ao extensivo), e com taxas de lotação de 0,8 a 1,5 UA ha<sup>-1</sup>, a recomendação de adubação nitrogenada varia em torno de 100 a 150 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, dividida em três aplicações (início, meio e final das águas), para que se tenha um aumento da produtividade em um fluxo de animal controlado (COSTA et al., 2006).

Além disso, para um sistema de pastejo rotacionado e com exploração intensiva, que é caracterizado pelo beneficiamento da planta por ter uma sequência regular entre pastejo e descanso, sobre um número de piquetes, as doses de N a serem aplicadas para que se tenha uma taxa de lotação de 3 a 6 UA ha<sup>-1</sup>, é de 300 a 350 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, divididas em cinco ou seis aplicações. Se forem utilizados piquetes irrigados, para que se tenha uma taxa de lotação de 6 a 7 UA ha<sup>-1</sup>, recomenda-se a aplicação de 350 a 400 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, divididos em seis a oito aplicações (COSTA et al., 2006).

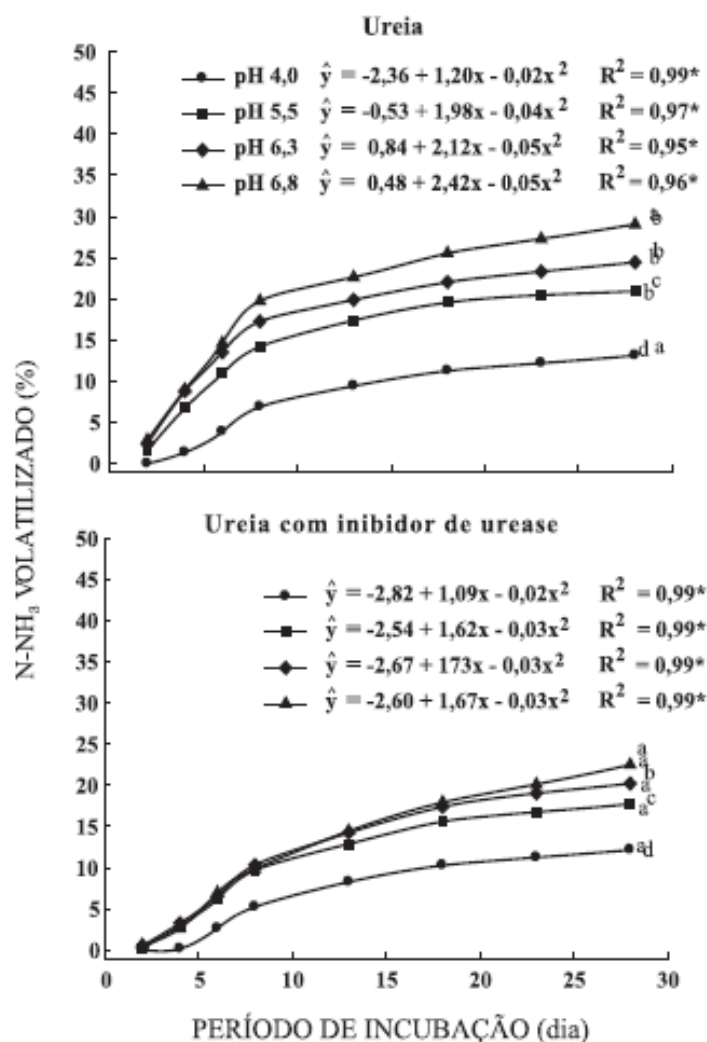
Ainda, Santos et al. (2007), relataram que alguns técnicos utilizam a relação empírica de aplicar 40 a 50 kg N ha<sup>-1</sup> por unidade animal que se deseja colocar no pasto, e que esta recomendação tem tido sucesso durante o período do verão para taxas de lotação entre 3 e 7 UA ha<sup>-1</sup>. Porém, como relatado por Lopes et al. (2013), deve-se atentar para a viabilidade econômica da adubação nitrogenada, a qual tem um efeito quadrático e, a partir de certa dose, (150 kg N ha<sup>-1</sup> neste trabalho), começa a decrescer.

## **2.12. Perdas de N: sistema solo-planta-ambiente**

As principais perdas de N nos agroecossistemas são decorrentes da volatilização da NH<sub>3</sub>, da lixiviação do NO<sub>3</sub><sup>-</sup> e da emissão de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) (COSTA et al., 2006).

A volatilização corresponde à perda de N na forma de  $\text{NH}_3$ , que pode ser proveniente do fertilizante nitrogenado ou da mineralização da matéria orgânica (VIEIRA, 2017). Após a aplicação no solo, a ureia é hidrolisada pela enzima urease para formar  $\text{NH}_4^+$ , o que pode resultar em perdas significativas de  $\text{NH}_3$ , as quais ocorrem devido ao consumo de  $\text{H}^+$  durante o processo de hidrólise enzimática, resultando em um aumento do pH próximo aos grânulos de fertilizantes, favorecendo a transformação de  $\text{NH}_4^+$  em  $\text{NH}_3$  (PATRA et al., 2009). Assim, todo fertilizante que tem como base o  $\text{NH}_4^+$  e o  $\text{NH}_3^-$  tem potencial para sofrer perdas por volatilização, as quais podem chegar a 78%, dependendo das práticas de manejo e das condições ambientais (TASCA et al., 2011; VIEIRA, 2017).

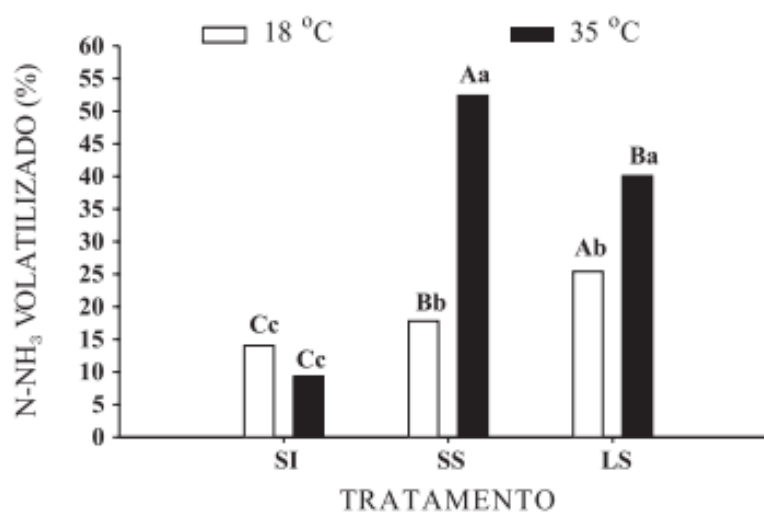
Tasca et al. (2011) avaliaram a influência da temperatura sobre a volatilização de  $\text{NH}_3$  para a ureia convencional e ureia com inibidor de urease, no estado sólido e no estado líquido, incorporadas ou não ao solo, e os resultados obtidos pelos autores está na Figura 6 e na Figura 7.



**Figura 6.** Volatilização acumulada de  $\text{NH}_3$  do solo ao longo do tempo a partir da aplicação de  $100 \text{ kg N ha}^{-1}$  na forma de ureia convencional ou de ureia com inibidor de urease, mantido na temperatura ambiente de  $18^\circ\text{C}$ . Letras diferentes representam diferença estatística ( $p < 0,05$ ) entre as fontes para o mesmo pH, pelo teste de Tukey. \* Significativo ( $p < 0,01$ ). Fonte: Tasca et al. (2011).

Os autores observaram que as maiores perdas diárias ocorreram entre o quarto e oitavo dia, sendo que os picos para a ureia convencional ocorreram antes dos picos para a ureia com inibidor de urease, como apresentado na Figura 6. Adicionalmente, Tasca et al. (2011) concluíram que nos solos tratados com ureia convencional os valores máximos de  $\text{NH}_3$  volatilizada foram maiores que nos solos tratados com ureia com inibidor de urease, chegando a  $1,5 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  e ultrapassando os  $29 \text{ kg ha}^{-1}$ , considerando as perdas totais, para o primeiro tratamento e  $1,2 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  e  $23 \text{ kg ha}^{-1}$ , considerando as perdas totais, para o segundo tratamento, para um valor de pH do solo igual a 6,8 e temperatura de  $18^\circ\text{C}$ . E para a faixa de pH de 5,5 a 6,3, a volatilização total de  $\text{NH}_3$  variou de 17 a 20%

do N aplicado para a ureia com inibidor de urease e entre 20 a 24% para a ureia convencional.



**Figura 7.** Volatilização de NH<sub>3</sub> do solo após a aplicação de ureia convencional ou de ureia com inibidor de urease nas formas sólida incorporada (SI) ou sem incorporação (SS), ou líquida sobre a superfície (LS), em ambiente mantido a 18 ou a 35 °C. Médias das duas fontes de nitrogênio. Letras maiúsculas comparam as médias dos tratamentos para a mesma temperatura, enquanto as letras minúsculas comparam as médias entre as temperaturas para o mesmo tratamento; letras diferentes demonstram diferenças entre as variáveis analisadas. Fonte: Tasca et al. (2011).

Os autores reportaram que à temperatura de 18°C as maiores perdas foram observadas para a aplicação do fertilizante na forma líquida, e à temperatura de 35°C, a maior perda de N por volatilização foi observada na aplicação de ureia sólida sem incorporação ao solo, ultrapassando 50 kg N ha<sup>-1</sup>, valor este que foi 30% superior às perdas ocorridas a 18°C.

Estes mesmos autores também avaliaram o efeito de diferentes porcentagens de umidade do solo (5, 10 e 20%) sobre a volatilização de NH<sub>3</sub>, e relataram que a maior perda de N foi observada quando o fertilizante foi aplicado no estado sólido no solo com 10% de umidade, alcançando a perda máxima diária aproximada de 6 kg N ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> para a ureia convencional e de aproximadamente 4 kg N ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> para a ureia com inibidor de urease.

Corrêa et al. (2021), avaliaram o efeito dos fertilizantes ureia, nitrato de amônio e sulfato de amônio e de quatro doses de N (0, 90, 180, 270 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) sobre a volatilização de NH<sub>3</sub>, e concluíram que para todas as fontes de N, com o aumento da dose aplicada houve um aumento linear das perdas de N, as quais foram de 13,92 e 44,58%

para a ureia, 2,02 e 7,71% para o nitrato de amônio e de 2,22 e 5,27% para o sulfato de amônio, para a menor e a maior dose aplicada, respectivamente. Estes autores ainda reportaram que para todas as doses as maiores perdas ocorreram quando foi utilizada a ureia, e que o nitrato de amônio e o sulfato de amônio reduziram as perdas de  $\text{NH}_3$  em 84% e 87%, respectivamente, quando comparados à ureia.

As perdas de  $\text{NO}_3^-$  por lixiviação consistem na descida do N no perfil do solo até profundidades que não são exploradas pelas raízes. Os principais fatores que determinam as quantidades de  $\text{NO}_3^-$  lixiviadas são, a quantidade acumulada no solo acima daquela requerida para absorção pelas plantas e o volume de água de drenagem, uma vez que o  $\text{NO}_3^-$  possui carga negativa, e por isso não é adsorvido aos colóides do solo, permanecendo na solução, e caso ocorram fluxos verticais elevados de água, o  $\text{NO}_3^-$  está sujeito à lixiviação. As perdas de  $\text{NO}_3^-$  variam de 10 a 30% do N adicionado aos solos, o que depende das condições climáticas (umidade do solo, temperatura, quantidade de chuvas), do tipo de solo, da quantidade e do tipo de fertilizante nitrogenado utilizado na adubação, mas, nas condições brasileiras, são poucos os casos de grandes perdas por lixiviação relatados na literatura (MEISINGER et al., 2008; VIEIRA, 2017).

A emissão de  $\text{N}_2\text{O}$  ocorre devido ao processo de desnitrificação, que é definido como um processo de redução respiratória do  $\text{NO}_3^-$  para as formas gasosas de NO,  $\text{N}_2\text{O}$  ou  $\text{N}_2$ , acoplada à fosforilação durante o transporte de elétrons, o que significa que, na ausência de oxigênio para a respiração aeróbia normal, os microrganismos utilizam o  $\text{NO}_3^-$  como acceptor terminal de elétrons, o que é chamado de respiração anaeróbia (VIEIRA, 2017).

O primeiro passo da desnitrificação é a redução do  $\text{NO}_3^-$ , que é catalisada pela enzima redutase do  $\text{NO}_3^-$ , a qual só exerce sua atividade em condições de anaerobiose. A redutase do  $\text{NO}_3^-$  catalisa a conversão de  $\text{NO}_3^-$  para óxido nítrico. Após isso, a redutase do óxido nítrico (NO) catalisa a conversão deste para  $\text{N}_2\text{O}$ , sendo que sua atividade é inibida na presença de óxidos de oxigênio. A redutase do  $\text{N}_2\text{O}$  converte então o  $\text{N}_2\text{O}$  para  $\text{N}_2$ , sendo que esta enzima é a mais sensível ao oxigênio e sua atividade é inibida em baixo pH (VIEIRA, 2017).

Outros processos também estão envolvidos na emissão do  $\text{N}_2\text{O}$ , são eles, a nitrificação e desnitrificação por microrganismos nitrificadores, sendo que estes processos podem ocorrer simultaneamente nos solos e suas contribuições para a emissão total desse gás diferem sob diferentes condições ambientais. Quando se tem baixas temperaturas e baixo teor de umidade do solo as perdas são menores, e em condições de

elevadas temperaturas associadas a um alto teor de umidade do solo as perdas podem chegar a 20% do N adicionado como fertilizante (COSTA et al., 2006; MOREIRA & SIQUEIRA, 2006; VIEIRA, 2017).

Por fim, Corrêa et al. (2021), ao estudarem o efeito de diferentes fontes de N (ureia, nitrato de amônio e sulfato de amônio) e diferentes doses de N (0, 90, 180, 270 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) sobre a emissão de N<sub>2</sub>O em uma pastagem de capim Marandu, concluíram que as emissões não diferem significativamente entre as fontes de N utilizadas, mas que quando é feita uma única adubação as emissões de N<sub>2</sub>O são maiores. Por outro lado, quando a adubação nitrogenada é fracionada a emissão deste gás é reduzida e seu fator de emissão é 77% (em média) menor que os valores estabelecidos pela Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), o que evidencia que o parcelamento da adubação nitrogenada pode ser utilizado como uma estratégia para a mitigação da emissão de gases do efeito estufa pelas pastagens.

### **2.13. Interferência e importância de condições climáticas**

A eficiência de utilização do N, ou a resposta aparente do crescimento da forragem, depende, entre outros fatores, das condições climáticas, e dentre elas pode-se citar a ocorrência de chuvas, a umidade do ar e do solo e a temperatura (SOARES & RESTLE, 2002).

Quando ocorrem chuvas em excesso há um aumento das perdas de N por lixiviação, mas caso o fertilizante nitrogenado seja aplicado em época de escassez de chuvas ocorre um acúmulo deste íon na superfície do solo, o que potencializa as perdas por volatilização. Quanto à umidade do ar, se esta for alta ( $\geq 85\%$ ), pode haver uma potencialização das perdas de N por volatilização, e quanto à umidade do solo, se este estiver encharcado, pode haver um aumento das perdas por emissão de N<sub>2</sub>O. E quanto à temperatura, quando esta é elevada ( $\geq 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) ocorre uma maior decomposição de matéria orgânica, aumentando a disponibilidade de N no solo, aumentando assim o risco de lixiviação (VIEIRA, 2017).

#### **2.13.1. Volatilização de amônia**

Segundo Vieira (2017), a volatilização da NH<sub>3</sub> está associada a temperaturas mais elevadas, pois nestas condições a hidrólise da ureia é maior e, conseqüentemente, entre



as 10h e as 15h (horário mais quente do dia), é quando este processo ocorre em maior intensidade. Assim, o potencial de volatilização da  $\text{NH}_3$  é maior em regiões tropicais, principalmente nos cultivos de verão, do que em regiões subtropicais ou de clima temperado.

A umidade do ar também interfere nas perdas por volatilização, pois trata-se de um fator que influencia a taxa de evaporação de água do solo, de modo que quando a umidade do ar está baixa ( $\leq 40\%$ ), o solo pode secar antes que a hidrólise da ureia aconteça, reduzindo as perdas por volatilização. Em contrapartida, quando o solo está seco e a umidade do ar está alta ( $\geq 85\%$ ), haverá perda de  $\text{NH}_3$  devido à higroscopicidade dos fertilizantes nitrogenados. A formação de orvalho também está relacionada à umidade relativa do ar, e em determinadas situações é suficiente para solubilizar o fertilizante e iniciar o processo de hidrólise enzimática (VIEIRA, 2017).

Outro fator que interfere nas perdas por volatilização é a ocorrência de chuvas, de modo que quando estas acontecem antes da aplicação do fertilizante e elevam a umidade do solo para um valor igual ou superior a capacidade de campo do mesmo ou com a ocorrência de chuvas superiores a 20 mm até três dias depois da aplicação do fertilizante, reduzem as perdas de  $\text{NH}_3$  por volatilização, pois levam o adubo nitrogenado para camadas mais profundas do solo, onde as perdas por este processo são reduzidas (COSTA et al., 2006). Porém, se o volume de chuva for elevado, pode provocar um aumento das perdas de N por lixiviação de  $\text{NO}_3^-$ .

### **2.13.2. Lixiviação de nitrato**

A temperatura interfere nas perdas de N por lixiviação, de modo que o aumento da temperatura pode provocar uma maior decomposição da matéria orgânica do solo, o que resulta em um maior risco de lixiviação do  $\text{NO}_3^-$ , mesmo que a adubação com fertilizantes nitrogenados não tenha sido realizada (VIEIRA, 2017).

As perdas por lixiviação estão relacionadas com a quantidade de chuva, o tipo de solo e com o tipo e quantidade do fertilizante utilizado, de modo que regiões que apresentam elevados índices de chuva associados a solos rasos, arenosos de baixa capacidade de troca catiônica e mal manejados, representam condições favoráveis à lixiviação, devido às condições do solo e à baixa profundidade das raízes da planta forrageira as quais limitam a capacidade de remoção de  $\text{NO}_3^-$  do solo (COSTA et al., 2006).

### **2.13.3. Emissão de N<sub>2</sub>O**

A temperatura exerce um grande efeito sobre as emissões de N<sub>2</sub>O, uma vez que é um fator controlador da atividade microbiana e afeta a atividade dos desnitrificadores devido a sua ação nas taxas de evaporação e conseqüente mudança do espaço poroso preenchido com água, de modo que, em condições de temperatura elevada e alto teor de umidade do solo as emissões de N<sub>2</sub>O são potencializadas (COSTA et al., 2006; AGUILERA et al., 2013; VIEIRA, 2017).

A umidade do solo associada às características físicas como macro e microporosidade, aeração e densidade, tem influência nas perdas de N por desnitrificação, pois, na umidade de 60% da capacidade de campo, ocorre maior produção de N<sub>2</sub>O em solos argilosos do que em arenosos, o que está relacionado à maior atividade de desnitrificação nos microsítios anaeróbios formados no solo argiloso, em decorrência dos menores tamanhos dos poros. Quando os macroporos e microporos dos solos arenosos estão cheios de água, ou seja, 100% da capacidade de campo, estes se tornam fontes potenciais de emissão de N<sub>2</sub>O. E a emissão de N<sub>2</sub>O em solos orgânicos normalmente é maior que em solos minerais (VIEIRA, 2017).

### **2.14. Fertilizantes nitrogenados em pastagens**

As adubações de manutenção devem ser realizadas anualmente ou a cada dois anos, onde é feita a aplicação de macro e micronutrientes com base em análises de solo, além da aplicação de N com base da produtividade desejada. A aplicação desses nutrientes deve ser feita de forma racional, evitando perdas por erosão, escoamento superficial das águas de chuvas, desnitrificação (N), volatilização (N), e lixiviação de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, sulfato, cálcio, magnésio e potássio, os quais podem contaminar o lençol freático (LEHMANN & SCHROTH, 2003; ALMASRI & KALUARACHCHI, 2007; ZIMMER et al., 2012; SPADOTTO & GOMES, 2021).

Quando a adubação é feita de forma racional e adequada apresenta efeitos marcantes na longevidade das pastagens, pode contribuir para uma maior proteção do solo devido à maior cobertura vegetal e para a proteção dos recursos hídricos, melhora a homogeneidade do pasto, causa aumento da produção de forragem, e conseqüentemente, aumento da produtividade animal, promovendo aumento dos teores de matéria orgânica

do solo e sequestro de carbono, uma vez que, ao aumentar a deposição de resíduos orgânicos, a manutenção permanente da cobertura do solo é melhorada, contribuindo para o incremento do conteúdo de carbono orgânico no solo e, conseqüentemente, para a mitigação da emissão de gases do efeito estufa (EMBRAPA, 2007; ZIMMER et al., 2012; DELEVATTI et al., 2019b).

### 2.14.1. Nitrogênio

O nitrogênio é o nutriente de planta mais amplamente aplicado nos solos, está intimamente ligado a uma maior produção de biomassa e tem sido comumente considerado como o primeiro limitante da produção (NI et al., 2009; COSTA et al., 2019).

A adubação nitrogenada deve ser feita com base na expectativa da taxa de lotação animal da área, uma vez que esse nutriente influencia de forma marcante a quantidade de forragem disponível para o pastejo (SANTOS et al., 2007).

Vitor et al. (2009), avaliaram o efeito de quatro doses de N (100, 300, 500 ou 700 kg/ha) sobre a produção de matéria seca acumulada de *Pennisetum purpureum* e observaram um aumento linear desta de acordo com as doses de N, sendo que a maior produção foi obtida com a dose de 700 kg N ha<sup>-1</sup> (29.049,04 kg/ha de MS).

Em estudo conduzido por Moreira et al. (2011), ao trabalharem com as doses de 75, 150, 225 e 300 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, os autores observaram que com o aumento das doses de N houve também aumento das massas de forragem total e de forragem verde, aumento da taxa de lotação de 3,6 para 5,3 e de 3,7 para 5,2 UA ha<sup>-1</sup> no primeiro e segundo ano, respectivamente, e maior produção animal por área de pastagem, de 404,2 para 737,9 e de 619,7 para 1008,4 kg ha<sup>-1</sup> no primeiro e segundo anos, respectivamente.

Segundo Zimmer et al. (2012), as adubações de manutenção são necessárias e indispensáveis na maioria dos casos, como prática de conservação de pastagens e de aplicação de N no solo, devendo ser feitas no segundo ano após a recuperação, pois, uma vez recuperada, deve-se fazer a adubação nitrogenada todo ano, uma vez que as pastagens apresentam queda na produção e necessitam, portanto, da reposição de nutrientes.

Vários autores estudaram a aplicação de diferentes doses de N e relataram os benefícios que este nutriente proporcionou para a pastagem. Delevatti et al. (2019b), que avaliaram adubações nitrogenadas com doses de 0, 90, 180 e 270 kg N ha<sup>-1</sup> em pastagem de *Urochloa brizantha* cultivar Marandu sob lotação contínua em uma região de clima tropical e observaram aumento da produção e qualidade de forragem aumento linear do

acúmulo de forragem e valor nutritivo de acordo com a dose aplicada, aumento no ganho de peso diário dos animais e ganho de peso por área, concluindo que a aplicação de doses relativamente baixas de N (0, 90, 180 e 270 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), pode ser uma alternativa de intensificação sustentável da produção de carne em pastagens.

Silva et al. (2020), avaliaram adubações nitrogenadas com doses de 150, 300 e 450 kg N ha<sup>-1</sup> em pastagem de *Megathyrus maximus* cultivar Mombaça e observaram aumento na taxa de acúmulo de forragem, comprimento final da lâmina foliar, aumento da altura do dossel pré-pastejo, aumento no teor de PB, diminuição dos teores de fibra em detergente neutro e ácido, maior taxa de lotação e ganho de peso total por hectare em pastagens fertilizadas com 450 kg N ha<sup>-1</sup> quando comparado com pastagens adubadas com 150 kg N ha<sup>-1</sup>, observaram ainda que os níveis de 300 e 450 kg N ha<sup>-1</sup>, aumentaram o ganho de peso animal e a produtividade por área, em consequência do aumento da produção de forragem e melhorando a composição química do capim Mombaça.

Venturini et al. (2017), avaliaram as influências da adubação nitrogenada e suplementação energética em pastagem de *Urochloa plantaginea* no desempenho de bovinos de corte, utilizando como tratamentos: 100 kg N ha<sup>-1</sup> 100 kg N ha<sup>-1</sup> + suplementação com farelo de trigo a 0,5% PV; e 200 kg N ha<sup>-1</sup>. Como resultados, foram observados maior acúmulo de forragem, maior teor de PB e maior valor nutricional para a dose de 200 kg N ha<sup>-1</sup>, em relação aos demais tratamentos.

No Brasil, as fontes de N mais utilizadas para a adubação de pastagens são: ureia, sulfato de amônio e nitrato de amônio (COSTA et al., 2006; COSTA et al., 2019).

#### **2.14.2. Ureia**

O fertilizante nitrogenado mais utilizado na agricultura é a ureia (CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>), que contém 45% de N na forma amídica, e é caracterizada pelo menor custo por quilograma de nutriente (\$1,05 kg<sup>-1</sup> N<sup>-1</sup>) em comparação com outros fertilizantes como sulfato de amônio e nitrato de amônio (OTTO et al., 2017; ZHOU et al., 2018). No entanto, do ponto de vista agrônomo, apresenta limitações nas aplicações superficiais, devido às perdas de N por volatilização (COSTA et al., 2019).

Após a aplicação no solo, a ureia é hidrolisada pela enzima urease para formar amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), o que pode resultar em perdas significativas de N-NH<sub>3</sub> por volatilização nas pastagens, onde não é incorporada ao solo, e para que a volatilização seja menor, deve-se fazer a adubação com previsão de pelo menos 20 mm de chuva. Essas perdas

ocorrem devido ao consumo de  $H^+$  durante o processo de hidrólise enzimática, resultando em um aumento do pH próximo aos grânulos de fertilizantes, favorecendo a transformação de  $NH_4^+$  em  $NH_3$  (PATRA et al., 2009). Posteriormente, o  $N-NH_3$  é convertido para  $NO_3^-$ , pela ação de bactérias nitrificantes, o qual está sujeito a perdas por volatilização, lixiviação e emissões de  $N_2O$  pela ação de bactérias desnitrificantes e por percolação da água do solo (OTTO et al., 2017). As quantidades de  $NH_3$  perdidas dependem, do pH, capacidade tampão, temperatura, teor de umidade e do tipo de solo, e no Brasil, as perdas médias são de 20 a 30%, podendo chegar a 60% (SOARES et al., 2012).

### 2.14.3. Sulfato de amônio

O sulfato de amônio ( $(NH_4)_2SO_4$ ) apresenta baixa concentração (21%) de N e está disponível na forma amoniacal, mas contém enxofre (S), o que o torna importante, principalmente para a aplicação em solos carentes de S (solos alcalinos), o que acontece em muitas regiões do Brasil (FRANCO & NETO, 2007; TURNER et al., 2012; HADLOCON & ZHAO, 2015).

Outro fato que mostra a importância deste fertilizante é que o efeito do N, nutriente responsável pelo aumento da produtividade das gramíneas forrageiras, tem mostrado ser dependente do S, devido à relação entre esses nutrientes no metabolismo vegetal (BONFIM-SILVA et al., 2007). A planta forrageira que apresenta deficiência de N responde pouco ao S, no entanto, quanto maior a disponibilidade de N maior é a exigência de S, uma vez que este nutriente é importante no metabolismo do N, na síntese de proteína, e na composição dos aminoácidos cisteína, cistina, metionina e na composição da molécula ferredoxina (BONFIM-SILVA et al., 2007; BONFIM-SILVA & MONTEIRO, 2010). Assim, o equilíbrio entre as quantidades de N e de enxofre no solo e na planta é importante porque reflete no estado nutricional da forrageira (BONFIM-SILVA & MONTEIRO, 2010).

Este fertilizante apresenta reação ácida no solo, assim, baixa ou nenhuma perda por volatilização ocorre quando aplicado em superfície, devido à reação ácida que ocorre ao redor dos grânulos reduzir os processos de volatilização, e pode ser usado como um aditivo na pulverização agrícola de pesticidas, herbicidas e fungicidas (HADLOCON & ZHAO, 2015; COSTA et al., 2019). Porém, este fertilizante apresenta maior custo que a ureia por unidade de nutriente e quando usado em excesso, pode acidificar o solo, pois o

$\text{NH}_4^+$  é oxidado a  $\text{NO}_3^-$  (nitrificação) com a produção líquida de dois íons  $\text{H}^+$  resultando no abaixamento do pH (CAMPOS, 2004; FRANCO & NETO, 2007; TURNER et al., 2012). A máxima acidificação teórica causada por este fertilizante é de quatro íons  $\text{H}^+$  para cada molécula de sulfato de amônio, porém, na prática, parte dos íons  $\text{NH}_4^+$  e dos íons  $\text{SO}_4^-$  são absorvidos pelas plantas, reduzindo, em parte, o efeito acidificante deste fertilizante (CAMPOS, 2004).

#### **2.14.4. Nitrato de amônio**

O nitrato de amônio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) apresenta 32% de N, com 50% de N amoniacal e 50% nítrico, é um fertilizante que se adapta bem às misturas de N, Fósforo e Potássio (NPK), é adequado para ser usado na fertirrigação, pois possui grande valor agrônômico, por conter  $\text{NH}_3$  e  $\text{NO}_3^-$ , sofrer menor perda por volatilização e por acidificar menos o solo quando comparado aos demais fertilizantes citados (JUNIOR et al., 2002; FRANCO & NETO, 2007; BIGATON, 2017). Este produto pode ser utilizado na fabricação de explosivos, e por isso há restrições em relação ao seu uso, requer cuidados especiais em sua armazenagem, manuseio e transporte, e por ser um produto muito higroscópico, não deve ser armazenado por muito tempo após a compra, evitando o empedramento e o consequente esfarelamento (FRANCO & NETO, 2007; SOARES et al., 2012).

#### **2.14.5. Outros fertilizantes nitrogenados**

##### **2.14.5.1. Amônia anidra**

A amônia anidra ( $\text{NH}_3$ ), apesar de não ser utilizada na adubação de pastagens, é o fertilizante nitrogenado que apresenta a maior concentração de N, 82%. Sua aplicação é feita por injeção do fertilizante líquido no solo, a uma profundidade de 10 a 20 cm, o qual evapora imediatamente e reage com a água para ser convertido em  $\text{NH}_4^+$ , o qual é adsorvido às cargas negativas nos minerais de argila e na matéria orgânica do solo, uma alternativa de aplicação é a mistura da amônia anidra com água, formando a aquamônia (20 – 24% de N), que pode ser adicionada à água de irrigação e aplicada (REETZ, 2017).

##### **2.14.5.2. Fosfato de monoamônio**

O fosfato de monoamônio ( $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ) (MAP) é a fonte mais concentrada de fósforo (61%) e contém de 10 a 12% de N. Trata-se de um fertilizante altamente solúvel e rapidamente torna-se disponível para as plantas como  $\text{NH}_4^+$  e  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ . Este fertilizante pode ser produzido na forma em pó, e usado em suspensões ou fertilizantes líquidos claros, ou aplicado via adubação foliar ou adicionado à água de irrigação (REETZ, 2017).

#### **2.14.5.3. Fosfato de diamônio**

O fosfato de diamônio ( $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ) (DAP) é o fertilizante fosfatado mais amplamente utilizado no mundo e apresenta 46% de fósforo e 18% de N. Suas propriedades o tornam fácil de manusear e armazenar e sua alta solubilidade disponibiliza prontamente os nutrientes para as plantas. Seu uso em pastagens é mais frequente no plantio, e por apresentar um alto teor de N amoniacal pode causar danos às sementes e raízes próximas aos grânulos de fertilizante, portanto é melhor que sua aplicação seja feita em sulcos cerca de 10 cm da linha de semeadura ou aplicado a lanço e incorporado para evitar uma concentração de nutrientes muito perto das sementes e raízes (REETZ, 2017).

#### **2.14.5.4. Nitrofosfato**

Este fertilizante apresenta de 20 - 23% de N e 20 - 23% de P, e é fabricado pelo tratamento de fosfato de rocha com ácido nítrico e durante este processo forma-se também nitrato de cálcio (16% de N) e nitrato de cálcio e amônio (21 - 27% de N), os quais também podem ser utilizados como fertilizantes nitrogenados (REETZ, 2017).

#### **2.14.5.5. Solução ureia-nitrato de amônio (UAN)**

Este fertilizante apresenta-se na forma líquida com 28 - 32% de N, é pouco utilizado no Brasil, e sua aplicação é feita a lanço, como um veículo para herbicidas ou para aplicações em cobertura para culturas plantadas em linha, como o milho (FRANCO & NETO, 2007; REETZ, 2017).

#### **2.14.5.6. Cianamida cálcica**

Este fertilizante contém 18% de N, e além de seu valor como fertilizante apresenta também propriedades herbicidas e fúngicas pelos seus produtos de decomposição intermediários (REETZ, 2017).

#### **2.14.5.7. Fertilizantes orgânicos**

##### **2.14.5.7.1. Biofertilizante**

Trata-se de um adubo orgânico líquido que contém uma complexa composição de nutrientes e organismos, feito a partir da fermentação anaeróbia de resíduos orgânicos e nutrientes. Os biofertilizantes apresentam menor custo quando comparado aos fertilizantes químicos e é rico em N e outros nutrientes como fósforo, potássio, cálcio, entre outros, os quais são indispensáveis ao solo (STUCHI, 2015; BARROS, 2021).

##### **2.14.5.7.2 Composto orgânico**

A decomposição de materiais orgânicos é um processo natural que ocorre no solo, porém este composto é obtido a partir da compostagem, que é um processo de transformação de resíduos orgânicos em fertilizante orgânico, e que é dirigida e controlada pelo homem. A qualidade do composto produzido e as quantidades de nutrientes variam de acordo com a variedade das matérias-primas utilizadas, sendo recomendada a utilização de resíduos ricos em carbono e N, para que se tenha uma relação C:N de aproximadamente 30:1 (ECOLE et al., 2015).

##### **2.14.5.7.3. Cama de frango**

A adubação com cama de frango, quando usada de forma correta, promove grande potencial de produção agrícola, e pode ser utilizada na recuperação de áreas degradadas e na adubação de pastagens, uma vez que, em 2010, a produção nacional estimada de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O foi de 238, 273 e 204 mil toneladas respectivamente, para um total de 6,814 milhões de m<sup>3</sup> de cama de frango. Quando aplicada em pastagens, deve ser feita a incorporação da cama no solo, e o pastejo deve ser realizado somente após 40 dias (CORRÊA & MIELE, 2011).



#### **2.14.5.7.4. Esterco**

Consiste na utilização de dejetos (fezes e urina), de suínos, bovinos, equinos, entre outros, como fonte de adubo, os quais podem ser utilizados em sua forma integral ou com separação de sólidos (fertirrigação), sendo que o sólido deve passar pelo processo de compostagem antes de sua aplicação (KONZEN & ALVARENGA, 2021).

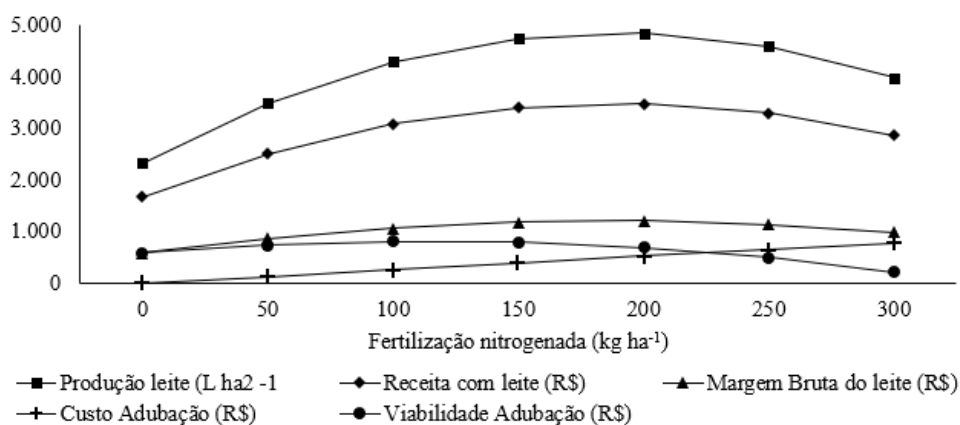
#### **2.14.5.7.5. Adubos verdes**

Adubos verdes são plantas utilizadas para melhorar as condições físicas, químicas e biológicas do solo. Pode-se utilizar gramíneas, crucíferas e leguminosas, sendo estas últimas indispensáveis, por serem fixadoras de N no solo. A utilização deste adubo pode ser feita em pré-cultivo ou rotação de culturas, em consórcio e no cultivo em faixas (WEINÄRTNER et al., 2006; EMBRAPA, 2011).

### **2.15. Viabilidade econômica da adubação nitrogenada em *Urochloa***

A viabilidade econômica da adubação nitrogenada depende de alguns fatores, entre eles, o fertilizante utilizado, a dosagem e o frete, os quais têm forte influência sobre a viabilidade da aplicação de N em pastagens (COSTA et al., 2019).

Lopes et al. (2013), avaliaram a viabilidade econômica do manejo e da fertilização nitrogenada em pastos de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, por meio de simulação de dados com as doses de 0, 50, 100, 150, 200, 250 e 300 kg N ha<sup>-1</sup>, e os resultados encontrados por estes autores estão na Figura 8.



**Figura 8.** Produção de leite, receita com leite, margem bruta do leite, custo da adubação nitrogenada e viabilidade econômica da adubação em função de diferentes doses de nitrogênio. Fonte: Lopes et al. (2013).

Observando estes resultados, pode-se concluir que houve uma resposta quadrática para a produção de leite, receita obtida a partir da venda do leite, margem bruta do leite e da viabilidade econômica da adubação nitrogenada em função do aumento das doses de N, sendo que a maior viabilidade econômica foi encontrada para a doses de 100 kg N ha<sup>-1</sup>, e a partir da dose de 150 até a de 300 kg N ha<sup>-1</sup> houve um decréscimo da viabilidade econômica (LOPES et al., 2013). Como o custo da adubação nitrogenada tem uma resposta linear positiva em função das doses de N, isso evidencia que a partir da dose de 150 kg N ha<sup>-1</sup>, apesar do investimento ser maior, a rentabilidade é menor (LOPES et al., 2013), o que pode estar associado à falta de capacidade de retenção de N do solo e ao fato de que a planta não tem capacidade suficiente para absorver todo o N disponível, o que leva, em função das condições climáticas, ao aumento das perdas por lixiviação, volatilização e desnitrificação.

Restle et al. (2000), avaliaram o desempenho animal, a capacidade de suporte, a produção de forragem e o retorno econômico do uso de ureia ou sulfato de amônio em adubação de cobertura em pastagem de aveia preta (*Avena strigosa*) mais azevém (*Lolium multiflorum*), e os resultados obtidos são mostrados na Tabela 6.

**Tabela 6.** Ganho médio diário, ganho de peso vivo, carga animal, produção de forragem, custo da adubação nitrogenada, custo de produção da pastagem, receita bruta e receita líquida da pastagem de aveia preta mais azevém adubada com fontes de nitrogênio.

	Ureia	Sulfato de amônio
Ganho médio diário (kg)	0,579	0,615
Ganho de peso vivo (kg ha <sup>-1</sup> )	428	453

Carga animal (kg PV ha <sup>-1</sup> )	873	842
Produção de forragem (kg MS ha <sup>-1</sup> )	7410	6620
Custo da adubação nitrogenada (R\$)	97,80	171,40
Custo de produção da pastagem (R\$)	286,80	360,40
Receita bruta (R\$)	342,40	362,40
Receita líquida (R\$)	54,60	2,10

Adaptado de Restle et al. (2000).

Por meio destes dados, Restle et al. (2000) concluíram que o custo de produção de pastagem é maior (25,7%) ao se utilizar sulfato de amônio, pois o preço pago por kg de N deste fertilizante é maior, o que faz com que ocorra uma diminuição da receita líquida, e como não há diferença significativa no desempenho dos animais, na capacidade de suporte das pastagens e na produção de forragem para os diferentes adubos, a decisão de se utilizar a ureia ou o sulfato de amônio deve ser baseada no preço do kg de N.

Considerando estas informações, foi feita uma pesquisa de preço dos fertilizantes nitrogenados, ureia, sulfato de amônio e nitrato de amônio no mês de setembro, em três diferentes empresas de comercialização destes insumos, e a média de preço obtida e a média de preço por kg de nutriente estão apresentadas na Tabela 7.

**Tabela 7.** Preço da tonelada e por kg de nitrogênio de diferentes tipos de fertilizante.

Tipo de fertilizante	Preço tonelada <sup>-1</sup> (R\$)	Preço kg N <sup>-1</sup> (R\$)
Ureia	3170	7,05
Sulfato de amônio	2050	9,76
Nitrato de amônio	2310	7,22

A partir das concentrações de N de cada fertilizante, 45%, 21% e 32%, respectivamente, foram calculadas as doses necessárias e seu custo para cada um dos fertilizantes em função da adição de diferentes quantidades de N no solo, 100, 200, 300 e 400 kg N. Nas tabelas 8 e 9 estão os valores obtidos para a quantidade de fertilizante necessária e seu custo, respectivamente.

**Tabela 8.** Quantidade de ureia, sulfato de amônio e nitrato de amônio em função da adição de diferentes quantidades de nitrogênio ao solo.

Quantidade de N (kg)	Dose de Fertilizante (kg)		
	Ureia	Sulfato de amônio	Nitrato de amônio
100	222,22	476,19	312,50
200	444,44	952,38	625,00
300	666,67	1428,57	937,50
400	888,89	1904,76	1250,00
500	1111,11	2380,95	1562,50

Observando os dados da Tabela 8, pode-se concluir que para todas as quantidades de N adicionadas ao solo, o sulfato de amônio foi aquele que precisou de maiores quantias de fertilizante, o que se deve ao fato de que este possui a menor concentração de N entre os três (21%). E a ureia, por apresentar uma concentração de 45% de N, é o fertilizante que exige menores doses para que se adicione ao solo uma mesma quantia de N que os demais.

**Tabela 9.** Custo das doses de ureia, sulfato de amônio e nitrato de amônio em função da adição de diferentes quantidades de nitrogênio ao solo.

Quantidade de N (kg)	Custo da dose de Fertilizante (R\$)		
	Ureia	Sulfato de amônio	Nitrato de amônio
100	704,44	976,19	721,88
200	1408,89	1952,38	1443,75
300	2113,33	2928,57	2165,63
400	2817,78	3904,76	2887,50
500	3522,22	4880,95	3609,38

A partir dos valores apresentados na Tabela 9 observa-se que para todas as doses de fertilizante o sulfato de amônio foi o que apresentou maior custo, sendo que esta diferença foi de R\$ 271,75 e R\$ 1358,73 considerando a menor e maior quantidade de N para a ureia, respectivamente, e de R\$ 254,31 e R\$ 1271,57 para a menor e maior quantidade de N para o nitrato de amônio, respectivamente.

Pode-se admitir também que os custos para as doses de ureia e nitrato de amônio são semelhantes, e têm diferença de R\$ 17,44 e R\$ 87,16, para a menor e maior

quantidade de N, respectivamente, mesmo que o preço da tonelada de ureia seja R\$ 860,00 maior que a tonelada de nitrato de amônio.

Assim, a partir destas informações e desconsiderando as perdas por lixiviação, volatilização e emissão de  $N_2O$  e considerando somente o preço pago por kg de N e o preço das doses de cada fertilizante, a utilização da ureia é a mais viável economicamente, seguida pelo nitrato de amônio e por último, o sulfato de amônio.

Portanto, a adubação nitrogenada de pastagens é economicamente viável, desde que seja feita de forma racional, ou seja, que se considere a dose a ser aplicada e o preço pago por kg de N do fertilizante a ser utilizado, os quais afetam diretamente o retorno econômico desta atividade (COSTA et al., 2019).

## **2.16. Considerações finais**

O uso da adubação nitrogenada em pastagens é uma estratégia utilizada como forma de prevenção e recuperação das pastagens degradadas e como uma alternativa para o aumento da produtividade do sistema de criação a pasto.

O sucesso deste manejo depende de alguns fatores, entre eles a fonte de N utilizada, a quantidade de fertilizante aplicada, a época de aplicação e as perdas ocasionadas pelos processos de volatilização de  $NH_3$ , lixiviação de  $NO_3^-$  e emissão de  $N_2O$ .

Quando esta estratégia é utilizada de maneira consciente e considerando os fatores acima mencionados, a aplicação de fertilizantes nitrogenados se mostra viável economicamente e traz benefícios ao sistema de produção como um todo, que pode ser comprovado pelo aumento da taxa de produção, acúmulo e disponibilidade de forragem, aumento da taxa de lotação da área, melhoria da estrutura do pasto, maior valor nutritivo da forragem e maior desempenho animal.

### **Utilização do gênero *Urochloa* na produção animal – revisão bibliográfica**

**3. RESUMO:** O Brasil apresenta o maior rebanho comercial bovino do mundo e é um dos maiores produtores e exportadores de carne bovina no cenário mundial, sendo que esta produção é predominantemente realizada em sistemas de criação a pasto. Do total das áreas de pastagens cultivadas no Brasil, 50% são ocupadas pela gramínea *Urochloa brizantha* cv. Marandu. As áreas de pastagens, muitas vezes, apresentam diferentes estágios de degradação, caracterizados pela perda de vigor e queda na disponibilidade de forragem, infestação de plantas invasoras, ocorrência de pragas e doenças e degradação do solo, fatores estes que são responsáveis pela diminuição na taxa de lotação e do ganho de peso animal. A adubação nitrogenada é uma estratégia utilizada como forma de prevenção e recuperação das pastagens degradadas e como uma alternativa para o aumento da produtividade do sistema de criação a pasto, sendo que o sucesso deste manejo depende da fonte de N utilizada, da quantidade aplicada, da época de aplicação e das perdas do sistema solo-planta-ambiente, sendo que, quando estes fatores são considerados, a aplicação de fertilizantes nitrogenados se mostra viável economicamente e traz benefícios ao sistema de produção como um todo, comprovados pelo aumento da taxa de produção, acúmulo e disponibilidade de forragem, aumento da taxa de lotação da área, melhoria da estrutura do pasto, maior digestibilidade da forragem e maior desempenho animal.

**Palavras-chave:** adubação nitrogenada, capim Marandu, degradação de pastagens, forragem, pecuária de corte.

## Use of the *Urochloa* genus in animal production - bibliographical review

**4. SUMMARY:** Brazil has the largest commercial bovine herd in the world and is one of the biggest producers and exporters of bovine meat in the world scenario, and this production is predominantly carried out in grazing systems. Of the total pasture areas cultivated in Brazil, 50% are occupied by the grass *Urochloa brizantha* cv. Marandu. Pasture areas often present different stages of degradation, characterized by the loss of vigor and decrease in forage availability, infestation of invasive plants, occurrence of pests and diseases and soil degradation, factors that are forced by the decrease in the rate stocking and animal weight gain. Nitrogen fertilization is a strategy used as a way of preventing and recovering degraded pastures and as an alternative to increase the productivity of the pasture rearing system, and the success of this management depends on the source of N use, the amount applied, the timing of application and losses of the soil-plant-environment system, and when these factors are considered, the application of nitrogen fertilizers proves to be economically viable and brings benefits to the production system as a whole, as evidenced by the increase in the production rate, forage accumulation and availability, increasing stocking rate in the area, improving pasture structure, greater forage digestibility and better animal performance.

**Keywords:** nitrogen fertilization, Marandu grass, pasture degradation, forage, beef cattle.

## 5. REFERÊNCIAS

ADUBAÇÃO VERDE. **EMBRAPA Agrobiologia - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, 2011. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/documents/1355054/1527012/4a+-+folder+Aduba%C3%A7%C3%A3o+verde.pdf/6a472dad-6782-491b-8393-61fc6510bf7d> >. Acesso em: 23, abr. 2021.

AGUIAR, A. P. A. Avanços tecnológicos na produção de bovinos de corte em pasto. **Scot Consultoria**, 2021. Disponível em: <https://www.scotconsultoria.com.br/noticias/artigos/54169/avancos-tecnologicos-na-producao-de-bovinos-de-corte-em-pasto.htm>. Acesso em: 10, dez. 2021.

AGUILAR, P. B., TEIXEIRA, F. A., SILVA, F. F., PIRES, A. J. V., NASCIMENTO, P. V. N., SANTOS, O. O. Economic viability of production of Nellore heifers on *Urochloa brizantha* cv. Marandu pastures deferred and fertilized with nitrogen. **Acta Scientiarum**, v. 38, n. 1, p. 69 – 76, 2016.

AGUILERA, E., LASSALETTA, L., SANZ-COBENA, A., GARNIER, J., VALLEJO, A. The potential of organic fertilizers and water management to reduce N<sub>2</sub>O emissions in mediterranean climate cropping systems: a review. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 164, p. 32 - 52, 2013.

ALEXANDRINO, E., JÚNIOR, D. M.; 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.

ALMASRI, M. N., KALUARACHCHI, J. J. Modeling nitrate contamination of groundwater in agricultural watersheds. **Science Direct**, v. 343, n. 3-4, p. 211-229, 2007.

ANDA – Associação Nacional para Difusão de Adubos. **Guia Técnico para Armazenagem, Manuseio e Transporte Seguro do Nitrato de Amônio Fertilizante**. 47 p. [21-]. Disponível em: < [https://anda.org.br/wp-content/uploads/2018/10/Guia\\_Tecnico.pdf](https://anda.org.br/wp-content/uploads/2018/10/Guia_Tecnico.pdf) >. Acesso em: 18, dez. 2020.

ANDRADE, C. M. S., VALENTIM, J. F., SALES, M. F. L. **Como evitar a degradação de pastagens**. 1. ed. EMBRAPA Acre, 2002. 2 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/493123/1/folderdegradacaopastagensem.pdf>. Acesso em: 03, set. 2021.



BARBERO, R. P., RIBEIRO, A. C.C., MOURA, A. M., LONGHINI, V. Z., MATTOS, T. F. A., BARBERO, M. M. D. Potencial de produção de bovinos de corte em pastagens tropicais: revisão de literatura. **Ciência Animal Brasileira**, v. 22, p. 1 – 22, 2021.

BARROS, T. D. Biofertilizante. **AGEITEC – Agência Embrapa de Informação Tecnológica**, 2021. Disponível em: <

BATISTA, M. A., INOUE, T. T., ESPER NETO, M., MUNIZ, A. S. Princípios de fertilidade do solo, adubação e nutrição mineral. In: BRANDÃO FILHO, J. U. T., FREITAS, P. S. L., BERIAN, L. O. S., GOTO, R., comps. **Hortaliças-fruto**, p. 113 - 162, 2018.

BERÇA, A. S., CARDOSO, A. S., LONGHINI, V. Z., TEDESCHI, L. O., BODDEY, R. M., REIS, R. A., RUGGIERI, A. C. Protein and Carbohydrate Fractions in Warm-Season Pastures: Effects of Nitrogen Management Strategies. **Agronomy**, v. 11, n. 5, p. 1 – 15, 2021.

BIGATON, A. **Contribuição dos Fertilizantes para o Desempenho Econômico e Ambiental do Etanol de Cana-de-Açúcar**. 2017. 98 f. Tese (Mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2017. Disponível em: <  
[http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/325549/1/Bigaton\\_Aline\\_M.pdf](http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/325549/1/Bigaton_Aline_M.pdf) >. Acesso em: 18, dez. 2020.

BONFIM-SILVA, E. M., MONTEIRO, F. A. Nitrogênio e enxofre na adubação e em folhas diagnósticas e raízes do capim-braquiária em degradação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 8, p. 1641 - 1649, 2010.

BONFIM-SILVA, E. M., MONTEIRO, F. A., SILVA, T. J. A. Nitrogênio e enxofre na produção e no uso de água pelo capim-braquiária em degradação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 309 - 317, abr. 2007.

CAMPOS, A. X. **Fertilização com Sulfato de Amônio na cultura do milho em um solo do Cerrado de Brasília sob pastagem de *Brachiaria decumbens***. 2004. 131 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”,

Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004. Disponível em: <  
<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11140/tde-16052005-152514/publico/antonio.pdf>>. Acesso em: 18, dez. 2020.

CAMPOS, F. P., NICÁCIO, D. R. O., SARMENTO, P., CRUZ, M. C. P., SANTOS, T. M., FARIA, A. F. G., FERREIRA, M. E., CONCEIÇÃO, M. R. G., LIMA, C. G. Chemical composition and *in vitro* ruminal digestibility of hand-plucked samples of Xaraes palisade grass fertilized with incremental levels of nitrogen. **Animal Feed Science and Technology**, v. 215, p. 1 - 12, 2016.

CARDOSO, A. S., BARBERO, R. P., ROMANZINI, E. P., TEOBALDO, R. W., ONGARATTO, F., FERNANDES, M. H. M. R., RUGGIERI, A. C., REIS, R. A. Intensification: A Key Strategy to Achieve Great Animal and Environmental Beef Cattle Production Sustainability in *Brachiaria* Grasslands. **Sustainability**, v.12, n. 16, ago. 2020.

CARDOSO, A. S., BERNDT, A., LEYTEM, A., ALVES, B. J. R., CARVALHO, I. N. O., SOARES, L. H. B., URQUIAGA, S., BODDEY, R. M. Impact of the intensification of beef production in Brazil on greenhouse gas emissions and land use. **Agricultural Systems**, v. 143, p. 86 - 96, 2016.

CARDOSO, R. E. **Adubação de pastagem *Brachiaria brizantha* cv. Marandu já implantada com diferentes fontes e doses de nitrogênio**. 2019. 39 f. Tese (Mestrado em Zootecnia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, 2019. Disponível em: [https://sistemas.ifgoiano.edu.br/sgcursos/uploads/anexos\\_10/2019-11-20-11-47-54Robson%20E%20Cardoso%20-%20Disserta%C3%A7%C3%A3o%20final%20revisada.pdf](https://sistemas.ifgoiano.edu.br/sgcursos/uploads/anexos_10/2019-11-20-11-47-54Robson%20E%20Cardoso%20-%20Disserta%C3%A7%C3%A3o%20final%20revisada.pdf). Acesso em: 03, set. 2021.

COM USO DE TECNOLOGIA, AGRONEGÓCIO PODERIA EVITAR MAIS DESMATAMENTO. **Rally da Pecuária**, 2021. Disponível em: <https://rallydapecuaria.com.br/com-uso-de-tecnologia-agronegocio-poderia-evitar-mais-desmatamento/>. Acesso em: 10 dez. 2021.

CORRÊA, D. C. C., CARDOSO, A. S., FERREIRA, M. R., SINISCALCHI, D., TONIELLO, A. D., LIMA, G. C., REIS, R. A., RUGGIERI, A. C. Are CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, and N<sub>2</sub>O Emissions from Soil Affected by the Sources and Doses of N in Warm-Season Pasture? **Atmosphere**, v. 12, n. 697, p. 1 – 20, 2021.

CORRÊA, D. C. C., CARDOSO, A. S., FERREIRA, M. R., SINISCALCHI, D., GONÇALVES, P. H. A., LUMASINI, R. N., REIS, R. A., RUGGIERI, A. C. Ammonia

Volatilization, Forage Accumulation, and Nutritive Value of Marandu Palisade Grass Pastures in Different N Sources and Doses. **Atmosphere**, v. 12, n. 1179, p. 1 - 15, 2021.

CÔRREA, J. C., MIELE, M. A cama de aves e os aspectos agrônômicos, ambientais e econômicos. In: PALHARES, J. C. P., KUNZ, A. (ed.) **Manejo Ambiental na Avicultura**, p. 125 - 152, 2006.

CORRÊA, L. A. Características agrônômicas das principais plantas forrageiras tropicais. 1. ed. São Carlos, SP: EMBRAPA, 2002. 5 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/45627/1/PROCIComT35LAC2002.00004.pdf>. Acesso em: 03, set, 2021

CORSI, M., MARTHA JUNIOR, G. B. Manutenção da fertilidade do solo em sistemas intensivos de pastejo rotacionado. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., 1997, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 161 - 192.

COSTA, E. M., MENDES, G. R., VENTURA, M. V. A., SOUZA, C. F. B., PEREIRA, L. S., SOARES, V. M. Viability of Nitrogen Fertilization in Pastures. **Biomedical Journal of Scientific & Technical Research**, v. 16, n. 4, 2019.

COSTA, K. A. P., OLIVEIRA, I. P. DE, FAQUIN, V. **Adubação Nitrogenada para Pastagens do Gênero *Brachiaria* em solos do Cerrado**. 1. ed. Santo Antônio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 60 p. ISSN 1678 - 9644. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/215338/1/doc192.pdf>>. Acesso em: 17, dez. 2020.

COSTA, K. A. P., OLIVEIRA, I. P., FAQUIN, V., SILVA, G. P., SEVERIANO, E. 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.

COSTA, N. L., GONÇALVES, C. A., OLIVEIRA, J. R. C., OLIVEIRA, M. A. S., & MAGALHÃES, J. A. (2004). Resposta de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu a regimes de cortes. Porto Velho, RO: Embrapa.

COSTA, N. L., TOWNSEND, C. R., MORAES, A. Caracterização e manejo de pastagens nativas da Amazônia. **PUBVET**, Londrina, v. 4, n. 25, p. 879 - 885, 2010.

CRISPIM, S. M. A., BRANCO, O. D. **Aspectos Gerais das Braquiárias e suas Características na Sub-Região da Nhecolândia, Pantanal, MS**. 1. ed. Corumbá, MS: EMBRAPA Pantanal, 2002. 27 p. ISSN: 1517 - 1981. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/810752/1/BP33.pdf>>. Acesso em: 01, ago. 2021.

CUNHA, T. J. F., MENDES, M. A. S., GIONDO, V. Matéria orgânica do solo. In: NUNES, R. R., REZENDE, M. O. O. (Org.). **Recurso solo: propriedades e usos**, p. 273 – 293, 2015.

DELEVATTI L.M., ROMANZINI E. P., WERNER KOSCHECK J. F., DA ROSS DE ARAUJO T. L., RENESTO D. M., FERRARI A. C., BARBERO R. P., MULLINKS J. T., REIS R. A. Forage management intensification and supplementation strategy: Intake and metabolic parameters on beef cattle production. **Animal Feed Science and Technology**, 2019a.

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**, 2019b.

DELEVATTI, L. M. **Manejo de pastos de capim Marandu com diferentes doses de adubação nitrogenada**. 2020. 92 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2020. Disponível em: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/191735/dellevatti\\_lm\\_dr\\_jabo.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/191735/dellevatti_lm_dr_jabo.pdf?sequence=3&isAllowed=y). Acesso em: 10, dez. 2021.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens o que é e como evitar**. 1. ed. Brasília, DF: EMBRAPA Amazônia Oriental, 2017. 24 p. ISBN 978-85-7035-688-8. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/amazonia-oriental/publicacoes>>. Acesso em: 17, dez. 2020.

DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das Pastagens no Brasil**. 1. ed. Belém, PA: EMBRAPA Amazônia Oriental, 2014. 38 p. ISSN 1983-0513. Disponível em: <[http://www.cpatu.embrapa.br/publicacoes\\_online](http://www.cpatu.embrapa.br/publicacoes_online)>. Acesso em: 17, dez. 2020.

DIAS-FILHO, M. B. **Uso de Pastagens para a Produção de Bovinos de Corte no Brasil: Passado, Presente e Futuro**. 1. ed. Belém, PA: EMBRAPA Amazônia Oriental, 2016. 44 p. ISSN 1983-0513. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/amazonia-oriental/publicacoes>>. Acesso em: 17, dez. 2020.

DUPAS, E., BUZETTI, S., RABÊLO, F. H. S., SARTO, A. L., CHENG, N. C., FILHO, M. C. M. T., GALINDO, F. S., DINALLI, R. P., GAZOLA, R. 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, n. 9, p. 1330 - 1338, 2016.

DUPAS, E., BUZETTI, S., SARTO, A. L., HERNANDEZ, F. B. T., BERGAMASCHINE, A. F. Dry matter yield and nutritional value of Marandu grass under nitrogen fertilization and irrigation in cerrado in São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 12, p. 2598 – 2603, 2010.

ECOLE, C. C., MALIA, H. A., SOUZA, R. B., RESENDE, F. V. Compostagem e adubos orgânicos. In: HABER, L. L., ECOLE, C. C., BOWEN, W., RESENDE, F. V. (ed.) **Horticultura em Moçambique**, p. 93 - 99, 2015.

ESTUDO MOSTRA REDUÇÃO DE 26,8 MILHÕES DE HECTARES DE PASTAGENS DEGRADADAS EM ÁREAS QUE ADOTARAM O PLANO ABC. **MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, 2020. Disponível em: < <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/estudo-mostra-reducao-de-26-8-milhoes-de-hectares-de-pastagens-degradadas-em-areas-que-adotaram-o-plano-abc>>. Acesso em 17, dez. 2020.

EUCLIDES FILHO, K. Evolução do melhoramento genético de bovinos de corte no Brasil. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 56, n. 5, p. 620-626, set./out. 2009, Disponível em: <Evolução do melhoramento genético de bovinos de corte no Brasil (redalyc.org)>. Acesso em: 17, dez. 2020.

EXPORTAÇÕES. **ABIEC – Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne**, 2020. Disponível em: < <http://abiec.com.br/exportacoes/>>. Acesso em: 17, dez. 2020.

FAGUNDES, J. L., FONSECA, D. M., GOMIDE, J. A., JUNIOR, D. N., VITOR, C. M. T., MORAIS, R. V., MISTURA, C., REIS, G. C., MARTUSCELLO, J. A. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 4, p. 397 - 403, 2005.

FAGUNDES, J. L., FONSECA, D. M., MISTURA, C., MORAIS, R. V., VITOR, C. M. T., GOMIDE, J. A., JUNIOR, D. M., CASAGRANDE, D. M., COSTA, L. M. Características morfogênicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 21 - 29, 2006.

FEDRIGO J. K., ATAIDE, P. F., FILHO, J. A., OLIVIERA, L. V., JAURENA, M., LACA, E. A., OVERBECK, G. E., NABINGER, C. Temporary grazing exclusion promotes rapid recovery of species richness and productivity in a long-term overgrazed Campos grassland. **Restoration Ecology**, v. 26, n. 4, p. 677 - 685, jul. 2017.

FRANCO, J. A., NETO, A. S. Produção de Fertilizantes Nitrogenados e Suprimento de Matéria-Prima. In: YAMADA, T., ABDALLA, S. R. S., VITTI, G. C. **Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira**, p. 127 - 161, 2007.

GIMENES, F. M. A., SILVA, S. C., FIALHO, C. A., GOMES, M. B., BERNDT, A., GERDES, L., COLOZZA, M. T. Ganho de peso e produtividade animal em capim Marandu sob pastejo rotativo e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 7, p. 751 – 759, 2011.

GUELFY-SILVA, D. R., COSTA, K. A. P., FAQUIN, V., OLIVEIRA, I. P., BERNARDES, T. F. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação das características estruturais e produtivas do capim Marandu. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 184 - 191, 2013.

HADLOCON, L. J., ZHAO, L. Production of ammonium sulfate fertilizer using acid spray wet scrubbers. **Agricultural Engineering International: CIGR Journal**, 2015. Disponível em: <https://cigrjournal.org/index.php/Ejournal/article/view/2992/2046>. Acesso em: 18, dez. 2020.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário**. 2017. Rio de Janeiro, 2017. p.1-108. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3093/agro\\_2017\\_resultados\\_preliminares.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3093/agro_2017_resultados_preliminares.pdf)> Acesso em: 01, ago. 2021.

JANK, L. B. C., BARRIOS, S. C., VALLE, C. B., SIMEÃO, R. M., ALVES, G. F. The value of improved pastures to Brazilian beef production. **Crop and Pasture Science**, v. 65, n. 11, p. 1132 - 1137, mar. 2014.

JUNIOR, D. M., CANTARELLA, H., QUAGGIO, J. A. Perdas por volatilização do nitrogênio fertilizante aplicado em pomares de citros. **Laranja**, Cordeirópolis, SP, v. 23, n. 1, p. 263 - 270, 2002.

KONZEN, E. A., ALVARENGA, R. C. Adubação Orgânica. **AGEITEC – Agência Embrapa de Informação Tecnológica**, 2021. Disponível em: [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01\\_48\\_168200511159.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_48_168200511159.html). Acesso em: 23, abr. 2021.

KWON, H. Y., NKONYA, E., JOHNSON, T., GRAW, V., KATO, E., KIHU, E. Global Estimates of the Impacts of Grassland Degradation on Livestock Productivity from 2001 to 2011. In: NKONYA, E., MIRZABAEV, A., VON BRAUN, J. (ed.) **Economics of Land Degradation and Improvement – A Global Assessment for Sustainable Development**, p. 197 – 214, 2016.

LAPIG - Laboratório De Processamento De Imagens E Geoprocessamento. **Atlas Digital das Pastagens Brasileiras**. Universidade Federal de Goiás (UFG). Disponível em: <https://pastagem.org/map>. Acesso em: 01, ago. 2021.

LEHMANN, J., SCHROTH, G. Nutrient leaching. In: SCHROTH, G., SINCLAIR, F. (aa.) **Trees, Crops and Soil Fertility – Concepts and Research Methods**, p. 151 - 166, 2003.

LEITE, R. G., CARDOSO, A. S., FONSECA, N. V. B., SILVA, M. L. C., TEDESCHI, L. O., DELEVATTI, L. M., RUGGIERI, A. C., REIS, R. A. Effects of nitrogen fertilization on protein and carbohydrate fractions of Marandu palisadegrass. **Scientific Reports**, v. 11, n. 14786, p. 1 – 8, 2021.

LEITE, R. G. **Recria de tourinhos nelore em pastos de capim Marandu sob adubação nitrogenada**. 2021. 89 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2021. Disponível em: . Acesso em: 10, dez. 2021.

LI, X. G., JIA, B. L. V. J., MA, Q., KUZYAKOV, Y., LI, F. Nitrogen fertilization decreases the decomposition of soil organic matter and plant residues in planted soils. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 112, p. 47 - 55, 2017.

LIMA, J. E. S., NASCENTE, A. S., LEANDRO, W. M., SILVEIRA, P. M. *Urochloa ruziziensis* responses to sources and doses of urea. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 5, p. 1807 - 1929, 2016.

LONGHINI, V. Z., CARDOSO, A. S., BERÇA, A. S., BODDEY, R. M., REIS, R. A., DUBEUX, J. C. B. JR., RUGGIERI, A. C. Could forage peanut in low proportion

LOPES, M. A., FELTRE, K., OLIVEIRA, A. D., EVANGELISTA, A. R. Manejo e viabilidade econômica da adubação nitrogenada em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v. 21, n. 3, p. 156 - 162, 2013.

MACEDO, M. C. M., KICHER, A. N., ZIMMER, A. H. Degradação e Alternativas de Recuperação e Renovação de Pastagens. Campo Grande, MS, 2000, 4 p.

MACEDO, M. C. M., ZIMMER, A. H., KICHEL, A. N., ALMEIDA R. G., ARAUJO, 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, 1., 2013, Ribeirão Preto, SP. Anais... Bebedouro: Scot Consultoria, 2013. p. 158-181.

MARANDU: CULTIVAR DE *Brachiaria brizantha*. **EMBRAPA - Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária**, 2007. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/863/brachiaria-brizanthacv-marandu>. Acesso em: 12, set. 2021.

MEISINGER, J. J., CALDERÓN, F. J., JENKINSON, D. S. Soil nitrogen budgets. In: SCHEPERS, J. S., RAUN, W. R. (ed.). **Nitrogen in agricultural systems**, p. 505 - 562, 2008.

MOLAN, L. K. **Estrutura do dossel, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastos de capim Marandu, submetidos a alturas de pastejo por meio de lotação contínua**. 2004. 180 f. Tese (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-16092004-162818/publico/leonardo.pdf>. Acesso em: 03, set. 2021.

MOREIRA, F. M. S., SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**, 2. ed. Lavras, MG: Editora UFLA, 729 p., 2006.

MOREIRA, L. M., MARTUSCELLO, J. A., FONSECA, D. M., MISTURA, C., MORAIS, R.V., JÚNIOR, J. I. R. Perfilhamento, acúmulo de forragem e composição bromatológica do capim-braquiária adubado com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 9, p. 1675 - 1684, 2009.

MOREIRA, L. M., SANTOS, M. E. R., FONSECA, D. M., MARTUSCELLO, J. A., MORAIS, R. V., MISTURA, C. Produção animal em pastagem de capim-braquiária adubada com nitrogênio. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.4, p.914 - 921, 2011.

NI, B. N., LIU, M., LÜ, S. Multifunctional slow-release urea fertilizer from ethylcellulose and superabsorbent coated formulations. **Chemical Engineering Journal**, v. 155, n. 3, p. 892 - 898, 2009.

NORRIS, M. D., AVIS, P. G., REICH, P. B., HOBBIE, S. E. Positive feedbacks between decomposition and soil nitrogen availability along fertility gradients. *Plant Soil*, v. 367, p. 347 - 361, 2012.

NOSSA CARNE NAS MESAS DO MUNDO. **ABIEC – Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes**, 2021. Disponível em: <http://abiec.com.br/>. Acesso em: 10 dez. 2021.

NUNES, S. G., BOOCK, A., PENTEADO, M. I. O., GOMES, D. T. **Brachiaria brizantha cv. Marandu**. 1. ed. Campo Grande, MS: EMBRAPA-CNPQC, 31 p., 1984.



OBJETIVOS, METAS E DIRETRIZES. **MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, 2020. Disponível em: < <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/objetivos-e-diretrizes>>. Acesso em 17, dez. 2020.

ONGARATTO, F., FERNANDES, M. H. M. R., DALLANTONIA, E. E., LIMA, L. O., VAL, G. A., CARDOSO, A. S., RIGOBELLO, I. L., CAMPOS, J. A. A., REIS, R. A., RUGGIERI, A. C., MALHEIROS, E. B. Intensive Production and Management of Marandu Palisadegrass (*Urochloa brizantha* ‘Marandu’) Accelerates Leaf Turnover but Does Not Change Herbage Mass. **Agronomy**, v. 11, n. 9, 1 – 13, 2021.

OTTO, R., ZAVASCHI, E., NETTO, G. J. M. S., MACHADO, B. A., MIRA, A. B. Ammonia volatilization from nitrogen fertilizers applied to sugarcane straw. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 3, p. 413 - 418, 2017.

PANORAMA DO AGRO. **CNA – Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil**, 2020. Disponível em: < <https://www.cnabrasil.org.br/cna/panorama-do-agro#:~:text=O%20agroneg%C3%B3cio%20tem%20sido%20reconhecido,do%20PIB%20brasileiro%5B1%5D.>>. Acesso em: 17 dez. 2020.

PASTAGENS. **EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, 2020. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/qualidade-da-carne/carne-bovina/producao-de-carne-bovina/pastagem#:~:text=Pastagens,de%20167%20milh%C3%B5es%20de%20hectares.>>. Acesso em: 17, dez. 2020.

PASTAGENS. **EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, 2020. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/agrobiologia/pesquisa-e-desenvolvimento/pastagens>>. Acesso em: 17, dez. 2020.

PASTAGEM DEGRADADA GERA R\$ 9,5 BI EM PREJUÍZOS ANUAIS PARA PECUÁRIA BRASILEIRA. **Portal do Agronegócio**, 2021. Disponível em: <https://www.portaldoagronegocio.com.br/pecuaria/pastagens/noticias/pastagem-degradada-gera-r-9-5-bi-em-prejuizos-anuais-para-pecuaria-brasileira>. Acesso em: 10 dez. 2021.

PATRA, D. D., CHAND, S. Natural Nitrification Inhibitors for Augmenting Nitrogen Use Efficiency in Soil-Plant System. **The Proceedings of the International Plant Nutrition Colloquium XVI**, 2009. Disponível em: <https://escholarship.org/uc/item/4h30z8tg>. Acesso em: 17, dez. 2020.

PEREIRA, V. V., FONSECA, D. M., MARTUSCELLO, J. A., BRAZ, T. G. S., SANTOS, M. V., CECON, P. R. Características morfológicas e estruturais de capim-

mombaça em três densidades de cultivo adubado com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 12, p. 2681 - 2689, 2011.

PERON, A. J., EVANGELISTA, A. R. Degradação de pastagens em regiões de cerrado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 655-661, mai./jun. 2004.

QUALIDADE DA CARNE BOVINA. **EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, 2020. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/qualidade-da-carne/carne-bovina>>. Acesso em: 17 dez. 2020.

RAIJ, V. B. **Fertilidade do Solo e Manejo de Nutrientes**, 2. ed, Piracicaba, SP: International Plant Nutrition Institute, 420 p., 2017.

RAIJ, V. B., CANTARELLA, H., QUAGGIO, H., FURLANI, A. M. C. **Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC. Boletim Técnico, 285 p.

REETZ, H. F. **Fertilizantes e seu uso eficiente**. Tradução: Alfredo Scheid Lopes. 1. ed. São Paulo, SP: ANDA – Associação Nacional para Difusão de Adubos, 2017. 178 p. ISBN 979-10-92366-04-4. Disponível em: < <http://www.ufla.br/dcom/wp-content/uploads/2018/03/Fertilizantes-e-seu-uso-eficiente-WEB-Word-Ouubro-2017x<sup>1</sup>.pdf>>. Acesso em: 18, dez. 2020.

replace N fertilizer in livestock systems? **Plos One**, v. 16, n. 3, 1 – 14, 2021.

RESTLE, J., ROSO, C., SOARES, A. B., LUPATINI, G. C., FILHO, D. C. A., BRONDANI, I. L. Produtividade Animal e Retorno Econômico em Pastagem de Aveia Preta mais Azevém Adubada com Fontes de Nitrogênio em Cobertura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 2, p. 357 - 364, 2000.

SANTANA, S. S., BRITO, L. F., AZENHA, M. V., OLIVEIRA, A. A., MALHEIROS, E. B., RUGGIERI, A. C., REIS, R. A. Canopy characteristics and tillering dynamics of Marandu palisade grass pastures in the rainy–dry transition season. **Grass and Forage Science**, v. 72, n. 2, p. 261 – 270, 2017.

SANTOS, D. R., SILVA, L. S. **Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas**, 1. ed. Santa Maria, RS: UFSM, NTE, UAB 164 p., 2010.

SANTOS, M. E. R., CARVALHO, B. H. R., RODRIGUES, P. H. M., BASSO, K. C., CARVALHO, A. N. Características estruturais do capim Marandu diferido com alturas e doses de nitrogênio variáveis. **Archivos de Zootecnia**, v. 67, n. 259, p. 420 - 426, 2018.

SANTOS, M. E. R., FONSECA, D. M., BALBINO, E. M., SILVA, S. P., MONNERAT, J. P. I. S. Valor nutritivo de perfilhos e componentes morfológicos em

pastos de capim-braquiária diferidos e adubados com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 9, p. 1919 - 1927, 2010.

SANTOS, P. M., BERNARDI, A. C. C., NOGUEIRA, A. R. A., MENDONÇA, F. C., LEMOS, S. G., MENEZES, E. A., TORRE-NETO, A. Uso de nitrogênio em pastagens: estratégias de aplicação. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 24., 2007, Piracicaba. Produção de ruminantes em pastagens: Anais... Piracicaba: Fealq, 2007. P. 131 - 152.

SEGNINI, A., XAVIER, A. A. P., OTAVIANI-JUNIOR, P. L., OLIVEIRA, P. P. A., PEDROSO, A. F., PRAES, M. F. F. M., RODRIGUES, P. H. M., MILORI, D. M. B. P. Soil carbon stock and humification in pastures under different levels of intensification in Brazil. **Scientia agricola**, Piracicaba, v. 76, n. 1, p. 33 - 40, fev. 2019.

SEQÜESTRO DE CARBONO NO SOLO E MITIGAÇÃO DO EFEITO ESTUFA. **EMBRAPA Trigo – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, 2007. Disponível em: < [http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do78\\_3.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do78_3.htm) >. Acesso em: 18, dez. 2020.

SILVA, R. O., MIOTTO, F. R. C., NEIVA, J. N. M., SILVA, L. F. F. M., FREITAS, I. B., ARAÚJO, V. L., RESTLE, J. Effects of increasing nitrogen levels in Mombasa grass on pasture characteristics, chemical composition, and beef cattle performance in the humid tropics of the Amazon. **Tropical Animal Health and Production**, v. 52, p. 3293 - 3300, 2020.

SIMIONI, T. A., GOMES, F. J., TEIXEIRA, U. H. G., FERNANDES, G. A., BOTINI, L. A., MOUSQUER, C. J., CASTRO, W. J. R., HOFFMAN, A. Potencialidade da consorciação de gramíneas e leguminosas forrageiras em pastagens tropicais. **PubVet**, v. 8, n. 13, 2021.

SOARES FILHO, C. V. Recomendações de espécies e variedades de Brachiaria para diferentes condições. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DE PASTAGENS, 11., 1994, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 25 - 48

SOARES, A. B., RESTLE, J. Adubação Nitrogenada em Pastagem de Triticale mais Azevém sob Pastejo com Lotação Contínua: Recuperação de Nitrogênio e Eficiência na Produção de Forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 43 - 51, 2002.

SOARES, J. R., CANTARELLA, H., MENEGALE, M. L. C. Ammonia volatilization losses from surface-applied urea with urease and nitrification inhibitors. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 52, p. 82 - 89, 2012.

SPADOTTO, C. A., GOMES, M. A. F. Perdas de nutrientes. **AGEITEC – Agência Embrapa de Informação Tecnológica**, 2021. Disponível em: [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agricultura\\_e\\_meio\\_ambiente/arvore/CONTAG01\\_38\\_210200792814.html#:~:text=As%20perdas%20devem%2Dse%20%C3%A0,fora%20dos%20limites%20do%20sistema..](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agricultura_e_meio_ambiente/arvore/CONTAG01_38_210200792814.html#:~:text=As%20perdas%20devem%2Dse%20%C3%A0,fora%20dos%20limites%20do%20sistema..) Acesso em: 23, abr. 2021.

STUCHI, J. F. **Biofertilizante: Um adubo líquido de qualidade que você pode fazer**. 1. ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2015. 20 p. ISSN 978-85-7035-536-2. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1046948/biofertilizante-um-adubo-liquido-de-qualidade-que-voce-pode-fazer>. Acesso em: 23, abr. 2021.

TASCA, F. A., ERNANI, P. R., ROGERI, D. A., GATIBONI, L. C., CASSOL, P. C. Volatilização de amônia do solo após a aplicação de ureia convencional ou com inibidor de urease. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 2, p. 493 - 502, 2011.

TEIXEIRA, J. K., SILVA, S. C., JÚNIOR, S. J. S., GIACOMINI, A. A., ZEFERINO, C. V., GUARDA, A. D. A., CARVALHO, P. C. F. Composição morfológica da forragem consumida por bovinos de corte durante o rebaixamento do capim Marandu submetido à estratégias de pastejo rotativo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 6, p. 883 – 890, 2007.

TEIXEIRA, R. N. V., PEREIRA, C. E., KIKUTI, H., DEMINICIS, B. B. *Brachiaria brizantha* (Syn. *Uroclhoa brizantha*) cv. Marandu sob diferentes doses de nitrogênio e fósforo em Humaitá-AM, Brazil. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v.11, n.2, p.35 - 41, 2018.

TELLES, T. S., PALLUDETTO, A. W. A., REYDON, B. P. Price movement in Brazilian land Market (1994-2010): an analysis in the light of post-Keynesian theory. **Revista de Economia Política**, v. 36, n. 1, p. 109 - 129, mar. 2016.

TONIELLO, A. D. **Efeito de doses de nitrogênio sobre a produção e decomposição de liteira e das frações de C do solo em pastos de capim Marandu**. 2019. 94 f. Tese (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2021. Disponível em: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/181315/toniello\\_ad\\_me\\_jabo.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/181315/toniello_ad_me_jabo.pdf?sequence=3&isAllowed=y). Acesso em: 10, dez. 2021.

TOWNSEND, C., COSTA, N., PEREIRA, R. **Recuperação e práticas sustentáveis de manejo de pastagens na Amazônia**. 1. ed. Porto Velho, RO:

EMBRAPA Rondônia, 2012. 23 p. ISSN 0103-9865. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/111219/1/doc148-pastagens.pdf>.

Acesso em: 17, dez. 2020.

TURNER, D. A., EDIS, R. E., CHEN, D., FRENEY, J. R., DENMEAD, O. T. Ammonia volatilization from nitrogen fertilizers applied to cereals in two cropping areas of southern Australia. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 93, p. 113 - 126, 2012.

VALÉRIO, J. R. **Cupins-de-montículo em pastagens**. 1. ed. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2006. 33 p. ISSN 1517-3747. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/326890/1/DOC160.pdf>>

. Acesso em: 17, dez. 2020.

VALLE JÚNIOR, R. F. V., SIQUEIRA, H. E., VALERA, C. A., OLIVEIRA, C. F., FERNANDES, L. F. S., MOURA, J. P., PACHECO, F. A. L. Diagnosis of degraded pastures using an improved NDVI-based remote sensing approach: an application to the Environmental Protection Area of Uberaba River Basin (Minas Gerais, Brazil). **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, v. 14, p. 20 - 33, abr. 2019.

VENTURINI, T., MENEZES, L. F. G., MONTAGNER, M. M., PARIS, W., SCHMITZ, G. R., MOLINETE, M. L. Influences of nitrogen fertilization and energy supplementation for growth performance of beef cattle on Alexander grass. **Tropical Animal Health and Production**, v. 49, p. 1757 - 1762, 2017.

VIEIRA, R. F. **Ciclo do Nitrogênio em Sistemas Agrícolas**, 1. ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 163 p., 2017.

VITOR, C. M. T., FONSECA, D. M., CÓSER, A. C., MARTINS, C. E., JÚNIOR, D. N., JÚNIOR, J. I. R. Produção de matéria seca e valor nutritivo de pastagem de capim-elefante sob irrigação e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n.3, p. 435 - 442, abr. 2009.

WEINÄRTNER, M. A., ALDRIGHI, C. F. S., MEDEIROS, C. A. B. Adubação verde. In: \_\_\_\_\_. (org.) **Adubação Orgânica**, p. 15 - 16, 2006.

ZANG, H., WANG, J., KUZYAKOV, Y. N fertilization decreases soil organic matter decomposition in the rhizosphere. **Applied Soil Ecology**, v. 108, p. 47 - 53, 2016.

ZHOU, H., ZHAO, X., TANG, Y., GU, S., ZHOU, L. Alpine grassland degradation and its control in the source region of the Yangtze and Yellow Rivers, China. **Japanese Society of Grassland Science**, v. 51, n.3, p. 191 - 203, mai. 2005.

ZHOU, X. V., LARSON, J. A., YIN, X., SAVOY, H. J., MCCLURE, A. M., ESSINGTON, M. E., BOYER, C. N. Profitability of Enhanced Efficiency Urea Fertilizers in No-Tillage Corn Production. **Agronomy Journal**, v. 110, n. 4, p. 1439 - 1446, 2018.

ZIA, M., HANSEN, J., HJORT, K., VALDES, C. Brazil once Again Becomes the World's Largest Beef Exporter. **USDA – United States Department of Agriculture**, 2019. Disponível em: <https://www.ers.usda.gov/amber-waves/2019/july/brazil-once-again-becomes-the-world-s-largest-beef-exporter/>. Acesso em 17, dez. 2019.

ZIMMER, A. H., MACEDO, M. C. M., KICHEL, A. M., ALMEIDA, R. G. **Degradação, recuperação e renovação de pastagens**. 1. ed. Campo Grande, MS: EMBRAPA Gado de Corte, 2012. 42 p. ISSN 1983-974X. Disponível em: <<http://www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/doc/DOC189.pdf>>. Acesso em: 17, dez. 2020.

ZIMMER, A. H., VERZIGNASSI, J. R., LAURA, V. A., VALLE, C. B., JANK, L., MACEDO, M. C. M. Escolha das forrageiras e qualidade de sementes. In: CURSO: FORMAÇÃO, RECUPERAÇÃO E MANEJO DE PASTAGENS, 2008, Campo Grande. Palestras apresentadas. Campo Grande: EMBRAPA-CNPQC. 2008. p.22 - 47.