



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ARAGUAÍNA
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ZOOTECNIA**

LUCAS INOCÊNCIO PINTO DOS REIS

**ADUBAÇÃO NITROGENADA FOLIAR SOBRE A PRODUÇÃO DE PASTAGENS:
REVISÃO DE LITERATURA**

ARAGUAÍNA-TO

2021

LUCAS INOCÊNCIO PINTO DOS REIS

**ADUBAÇÃO NITROGENADA FOLIAR SOBRE A PRODUÇÃO DE PASTAGENS:
REVISÃO DE LITERATURA**

Monografia apresentada ao curso de Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins, para obtenção do grau Bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof.º Dr.º João Vidal Negreiros Neto

ARAGUAÍNA-TO

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

P659a PINTO DOS REIS, LUCAS INOCÊNCIO.
ADUBAÇÃO NITROGENADA FOLIAR SOBRE A PRODUÇÃO DE
PASTAGENS: : REVISÃO DE LITERATURA. / LUCAS INOCÊNCIO
PINTO DOS REIS. – Araguaína, TO, 2021.
30 f.

Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins –
Câmpus Universitário de Araguaína - Curso de Zootecnia, 2021.

Orientador: JOÃO VIDAL NEGREIROS NETO

1. ADUBAÇÃO FOLIAR. 2. FORRAGEIRAS TROPICAIS. 3.
ADUBAÇÃO NITROGENADA. 4. PASTAGENS. I. Título

CDD 636

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

LUCAS INOCÊNCIO PINTO DOS REIS

ADUBAÇÃO NITROGENADA FOLIAR SOBRE A PRODUÇÃO DE PASTAGENS: REVISÃO DE LITERATURA

Monografia apresentada ao curso de Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins, para obtenção do grau Bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof.º Dr.º João Vidal Negreiros Neto

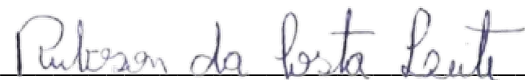
Aprovado em ___ / ___ / ____

Banca examinadora:

Prof. Dr. João Vidal Negreiros Neto
Universidade Federal do Tocantins
Orientador e Presidente da banca



Prof. Dr. Elcivan Bento da Nóbrega
Universidade Federal do Tocantins
Primeiro avaliador



Msc. Rubson da Costa Leite
Universidade Federal Rural da Amazônia
Segundo avaliador

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente a Deus pela presença que ele tem na minha vida, a saúde que ele me oferece e a sabedoria no dia a dia.

À Universidade Federal do Tocantins e seus docentes por contribuir de forma promissora durante o curso com a prestação de serviço e construção do conhecimento.

Ao meu orientador Prof. Dr. João Vidal.

Agradeço a todos os professores por me proporcionar o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional, por tanto que se dedicaram a mim, não somente por terem me ensinado, mas por terem me feito aprender. A palavra mestre, nunca fará justiça aos professores dedicados aos quais sem nominar terão os meus eternos agradecimentos.

Aos minha família, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Meus agradecimentos aos amigos; companheiros de trabalhos e irmãos na amizade que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha vida com certeza.

OBRIGADO A TODOS VOCÊS!

“Não tentes ser bem sucedido, tenta antes ser um homem de valor”.

Albert Einstein

RESUMO

Em pastagens tropicais o nitrogênio tem destaque, pois sua deficiência, comum nos solos dessas regiões, limita a produtividade e resulta em queda acentuada da capacidade de suporte e do ganho de peso animal. Apesar dos benefícios da fertilização nitrogenada, sua aplicação tem efeito a curto prazo nos solos tropicais, pois processos que interferem na complexa dinâmica do N no solo (lixiviação, volatilização, imobilização-mobilização, nitrificação, desnitrificação e mineralização) e sua relação com a planta, podem ocasionar grandes modificações na disponibilidade deste nutriente para as forrageiras. A aplicação de fertilizante via foliar é uma alternativa para redução das perdas desse elemento. Visto isso, o presente trabalho tem como objetivo uma revisão de literatura sobre os benefícios da adubação foliar frente a adubação convencional em pastagens. A adubação foliar tem objetivos como: corrigir eventuais deficiências dentro do ciclo da planta; fornecimento de micronutrientes; aumentar a eficiência de aproveitamento do nutriente aplicado e pode ser associada a calda de aplicação de herbicidas, visando fornecer o nutriente à cultura e melhorar às características da calda de aplicação. A adubação foliar possibilita maior produção de forragem e aproveitamento do N-fertilizante, porém constitui de uma prática auxiliar a adubação convencional e não substitutiva. Em comparação a adubação convencional, pode-se observar que a adubação nitrogenada foliar é limitada pela baixa área foliar após o pastejo e a não possibilidade do fornecimento de grandes doses de N para a pastagem. Em contrapartida, as perdas de N quando aplicado via foliar são reduzidas.

Palavras chave: Forrageiras tropicais, nitrogênio, volatilização.

ABSTRACT

In tropical pastures, nitrogen is important because its deficiency, common in soils of these regions, limits productivity and results in a sharp drop in carrying capacity and animal weight gain. Despite the benefits of nitrogen fertilization, its application has a short-term effect on tropical soils, because processes that interfere with the complex dynamics of N in the soil (leaching, volatilization, immobilization-mobilization, nitrification, denitrification and mineralization) and its relationship with the plant, can cause major changes in the availability of this nutrient for forage crops. Foliar application of fertilizer is an alternative for reducing losses of this element. Therefore, the present work aims to review the literature on the benefits of foliar fertilization compared to conventional fertilization in pastures. Foliar fertilization has objectives such as: correct any deficiencies within the plant cycle; supply of micronutrients; increase the efficiency of nutrient use and can be associated with herbicide grouts, aiming to supply nutrients to the crop and improve the characteristics of the grout. Foliar fertilization allows greater forage production and utilization of N-fertilizer, but it is an auxiliary practice to conventional fertilization and not a substitute for it. In comparison to conventional fertilization, it can be observed that foliar N fertilization is limited by the low leaf area after grazing and the impossibility of supplying large doses of N to the pasture. In contrast, N losses when applied via foliar are reduced.

Keywords: Tropical forage, nitrogen, volatilization.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação dos nutrientes em relação à sua mobilidade no floema.....	18
Tabela 2. eficiência de alguns nutrientes fornecidos via foliar em comparação ao fornecimento convencional.....	21

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. representação esquemática da capacidade do fertilizante foliar para atravessar o estômato e a cutícula quando existe um surfactante na formulação para facilitar a aderência, espalhamento e penetração.....17

LISTA DE ABREVIATURAS

ha	Hectare
K	Potássio
Kg	Quilograma
N	Nitrogênio
FDN	Fibra insolúvel em detergente neutro
FDA	Fibra insolúvel em detergente ácido
HEM	Hemicelulose
M	Metro
Mn	Manganês
MS	Massa seca
PB	Proteína bruta
S	Enxofre
T	Tonelada
Zn	Zinco

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
3. REVISÃO DE LITERATURA	12
3.2 Principais forrageiras em pastagens brasileira.....	12
3.2 Adubação nitrogenada na fisiologia da forrageira	13
3.3 Adubação nitrogenada convencional.....	14
3.4 Adubação foliar	16
3.4.1 Adubação foliar em pastagens	19
3.5 Adubação foliar x adubação convencional.....	20
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	22
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22

1. INTRODUÇÃO

Atualmente o Brasil é destaque a nível mundial na produção de bovinos. O país possui um rebanho de 214 milhões de cabeças distribuídos, em sua grande maioria, nos 200 milhões de hectares de pastagens nativas e implantadas (ABIEC, 2019). Apesar da produção expressiva, a extensa área com pastagens permite uma produtividade bastante superior a atual no país (DIEESE, 2011). No entanto, problemas, em grande parte devido a degradação das pastagens, não permitem elevação desse potencial produtivo (BORGHI et al., 2018).

Entre os principais fatores que podem ocasionar ou agravar os processos de degradação das pastagens, destaca-se a falta de correção e adubação do solo na formação e, principalmente a falta de reposição de nutrientes com a prática de adubação de manutenção (ZIMMER et al., 2012). Dentre os elementos essenciais às plantas, em pastagens tropicais o nitrogênio tem destaque, pois sua deficiência, comum nos solos dessas regiões, limita a produtividade e resulta em queda acentuada da capacidade de suporte e do ganho de peso animal (FREITAS et al., 2007; PIETROSKI; OLIVEIRA; CAIONE, 2015).

Fertilizantes nitrogenados contribuem para aumento produtividade, visto que o nitrogênio é um constituinte essencial das proteínas e diretamente ligado a fotossíntese (PRIMAVESI et al., 2006). Ao acelerar o desenvolvimento da forrageira e garantindo uma grande contribuição de fotoassimilados, o nitrogênio favorece a manutenção da parte aérea da forrageira e influencia a persistência das pastagens (SILVEIRA JUNIOR et al., 2017).

Apesar dos benefícios da fertilização nitrogenada, a aplicação destes tem efeito a curto prazo em solos tropicais, pois processos que interferem na complexa dinâmica do N no solo (lixiviação, volatilização, imobilização-mobilização, nitrificação, desnitrificação e mineralização) e sua relação com a planta, podem ocasionar grandes modificações na disponibilidade deste nutriente para as forrageiras (RAMBO et al., 2004; DEUNER et al., 2008). Métodos como parcelamento da adubação, utilização de adubos protegidos e fontes menos suscetíveis a volatilização e a lixiviação podem reduzir as perdas de N (LIMA et al., 2016). Além dos métodos supracitados, a aplicação de fertilizante via foliar é uma alternativa para redução das perdas desse elemento.

Nos últimos anos tem aumentado a oferta de nutrientes isolados para a aplicação foliar corretiva ou para prevenir deficiências (GAZOLA et al., 2014). A

adubação nitrogenada via foliar é uma prática, que além de aumentar a eficiência de uso do nutriente é rápida para melhorar as respostas ao nutriente e, concomitantemente, promover o crescimento da planta e corrigir deficiências nutricionais (HARDER, 1982). Para fertilizantes foliares serem utilizados pela planta para o crescimento, o nutriente deve primeiro penetrar na superfície da folha antes de entrar no citoplasma de uma célula dentro da folha (NOACK et al., 2011). A penetração de nutrientes foliares ocorre através da cutícula, estômatos, tricomas e outras células epidérmicas especializadas (FRANKE, 1967).

Apesar dos benefícios apresentados pela adubação foliar, poucos estudos tratam do uso dessa práticas em plantas forrageiras. Borges (2019) afirma que são escassos estudos sobre adubação foliar das principais gramíneas forrageiras no Brasil. Visto isso, o presente trabalho tem como objetivo apresentar mediante revisão de literatura os benefícios da adubação foliar frente a adubação convencional em pastagens.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.2 Principais forrageiras em pastagens brasileira

A maior parte das pastagens cultivadas no Brasil é representada pelo gênero *Urochloa* (Syn. *Brachiaria*), no entanto nos últimos anos o gênero *Megathyrsus* (Syn. *Panicum*) vem sendo introduzido em substituição ao gênero *Urochloa*, principalmente em função do elevado potencial produtivo e alto valor nutritivo (CARNEIRO et al., 2017). Estes dois gêneros são representados principalmente pelas espécies braquiária (*Urochloa decumbens* cv. Basilisk), marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) e mombaça (*Megathyrsus maximus* cv. Mombaça).

O gênero *Urochloa*, composto por aproximadamente 90 espécies, popularmente chamadas de braquiárias, tem distribuição predominantemente tropical, tendo como centro de origem primário a África Equatorial (CRISPIM; BRANCO, 2002). Na sua região de origem os solos são comumente de boa fertilidade (RAYMAN, 1983).

A braquiária foi introduzida no Brasil na década de 50 e se manteve por muitos anos como a forrageira mais plantada no país. Essa gramínea forrageira é altamente aclimatada, apresenta boa digestibilidade e palatabilidade, de baixa a média exigência em fertilidade, crescimento do tipo decumbente, porte reduzido (até 1,0 m), altamente resistente ao pisoteio, baixa tolerância a áreas alagadas e cigarrinhas das pastagens (CRISPIM; BRANCO, 2002). Ainda segundo os mesmos autores essa espécie possui produção anual de 10-15 t de MS/ha e um teor de proteína bruta variando de 7-9%.

O marandu é a forrageira mais plantada no Brasil, com aproximadamente 50 milhões de hectares de área plantada (LEITE et al., 2018). Possui o nome comum de braquiarão ou brizanthão. Seu nome, Marandu, significa "novidade" em idioma guarani, por significado de "destaque" dado a esta nova alternativa de forrageira para a região do cerrado (NUNES et al., 1984).

O capim marandu apresenta crescimento do tipo cespitoso, colmos com pilosidade densa, altura de até 1,5 m, alta produção de sementes viáveis e boa adaptação a solos com fertilidade média a alta (NUNES et al., 1984; CRISPIM & BRANCO, 2002). Esta espécie possui alto rendimento de forragem (aproximadamente 50 ton. de massa verde/ha/ano) e boa adaptação aos solos e condições climáticas tropicais (RODRIGUES et al., 2017).

O capim mombaça possui origem africana, com bom rendimento, por isso é muito utilizada em regiões tropicais no mundo, não sendo diferente no Brasil (MISHRA et al., 2008). Apresenta crescimento cespitoso, altura média de 1,65 m, folhas

correspondem a 80% da planta, possui poucos tricomas na face adaxial, geralmente apresenta em média 10% de sua produção no verão, bainhas são glabras, a inflorescência e do tipo panícula, longa e com ramificações secundárias, longas apenas na base, requer solos de média a alta fertilidade para um bom e rápido estabelecimento, bem como para cobertura total do solo (SILVA et al., 2009).

O capim mombaça possui alta produção, alcançando 43.000 kg/ha.ano de massa seca de excelente digestibilidade e palatabilidade, contendo entre 12 e 16% de proteína (SILVA; FREITAS, 2018). Além da sua utilização para pastejo, é alternativa para conservação de forragem na forma de silagem, devendo levar em consideração como ponto ideal de colheita dessa forrageira a máxima produção de matéria seca, isso associado ao máximo potencial de consumo e digestibilidade (JANK et al., 2013). É muito desejado pelos pecuaristas por apresentar alta produção de forragem e boa qualidade, principalmente quando adubado, além de possuir boa adaptação a diferentes condições edafoclimáticas e boa palatabilidade por parte dos animais das mais variadas categorias (JANK et al., 2013). Apesar de sua alta exigência em correção da acidez e fertilidade do solo, tornando necessária a reposição de nutrientes após o pastejo, essa forrageira proporciona alto ganho de peso animal, compensando o investimento no seu manejo adequado (SILVA; FREITAS, 2018).

3.2 Adubação nitrogenada na fisiologia da forrageira

Dentre os elementos essenciais às plantas forrageiras, o nitrogênio é o que mais causa impacto na produção de forragem (FARIA et al., 2015). Sua aplicação é de fundamental importância, com destaque para o gênero *Megathyrsus* que apesar de apresentar elevado valor nutritivo e produtividade, o manejo inadequado e a perda de fertilidade do solo podem promover rápida degradação das pastagens compostas por este (DIAS FILHO, 2007; VIANA et al., 2011; TAIZ; ZEIGER, 2017).

O nitrogênio é o elemento mineral que as plantas requerem em maiores quantidades, servindo como constituinte de muitos componentes celulares vegetais como clorofila, aminoácidos, ácidos nucleicos (TAIZ; ZEIGER, 2017). Além disso, o nitrogênio apresenta grande versatilidade nas reações de oxirredução e está presente em vários estados de oxidação, com especial importância nos ciclos biogeoquímicos e metabolismo das plantas (CANTARELLA, 2007).

Na forrageira, o nitrogênio tem grande importância no seu porte, influenciando o tamanho de folhas e colmos, no aparecimento e desenvolvimento de perfilhos (WERNER, 1986). Segundo Mello et al. (2008), quando a disponibilidade de nitrogênio no solo é baixa, o crescimento da forrageira é lento e as plantas apresentam porte baixo, poucos perfilhos e os teores de proteína ficam insuficientes para atender às exigências do animal.

Quando fornecido às plantas, é assimilado e associado às cadeias de carbono promovendo o aumento dos constituintes celulares e, conseqüentemente, aumentando o vigor do rebrote e a produção total de matéria seca, sob condições climáticas favoráveis (GALINDO et al., 2017; 2018). Apesar dos benefícios do fornecimento de nitrogênio às forrageiras, há altos índices de perdas do N aplicado, sendo que apenas uma fração do que foi aplicado é absorvido pela planta. Especificamente para a fonte ureia, estudos mostraram que até 80 % do N aplicado superficialmente em pastagens tropicais pode ser perdido do sistema solo-planta (MARTHA JUNIOR; TRIVELIN; CORSI, 2009).

De acordo com Sniffen et al. (1992), o teor de proteína bruta é um dos principais componentes da qualidade da forrageira, por esta ter influência direta no consumo voluntário de matéria seca pelo animal. Este componente é resultado direto da concentração de nitrogênio na planta, por isso com baixa disponibilidade de nitrogênio no solo, as plantas manifestarão teor reduzido de proteína bruta (MAZZA et al., 2009). Ainda segundo estes autores, além de conferir aumento nos teores de nitrogênio e proteína bruta, adubação nitrogenada em pastagens propicia diminuição da relação C/N e aumento nos níveis de clorofila no tecido foliar. Características morfogênicas e morfofisiológicas do dossel forrageiro também respondem a adubação nitrogenada (CASTAGNARA et al., 2011).

3.3 Adubação nitrogenada convencional

Avaliando a adubação nitrogenada sobre a produtividade e componentes morfológicos de forrageiras tropicais, Castagnara et al. (2011) concluíram que a aplicação de nitrogênio aumenta a produção de matéria verde e seca, taxa de acúmulo de matéria seca, altura do dossel e o número de perfilhos de capim mombaça. Estes ainda afirmam que a eficiência máxima de uso do N foi na dose de 108 kg ha⁻¹.

Em estudo sobre frações proteicas em capim mombaça submetido a doses de nitrogênio, Silva et al. (2009) afirmam que adubação nitrogenada quando realizada no

terço final do período chuvoso promove incrementos nos teores médios de proteína bruta durante o período seco, também que doses de nitrogênio influenciam nos valores das frações proteicas desse capim.

Estudos sobre a produtividade e qualidade de sementes de capim mombaça demonstraram que esses parâmetros tem relação direta com o fornecimento adequado de N às plantas (CANTO et al., 2012). Ainda de acordo com os mesmos autores, até a dose de 150 kg/ha de N há aumento da produtividade de sementes aparentes, puras e puras viáveis.

Avaliando a composição químico-bromatológica de capim mombaça sob doses de adubação nitrogenada, Freitas et al. (2007) concluíram que maior dose fornecida (280 kg/ha.ano de N) proporcionou os teores mais satisfatórios de proteína bruta. No entanto não houve interferência das doses de N sobre os demais parâmetros da composição bromatológica (FDN, FDA e HEM) avaliados. Com relação a composição química do capim mombaça em função das doses, houve influência nos teores foliares de N, K, S, Mn e Zn, que aumentaram de acordo com aumento das doses de N.

Ao estudar as características morfogênicas e estruturais de capim-mombaça sob doses de nitrogênio, Pereira et al. (2011) afirmaram que a adubação nitrogenada tem influência positiva sobre taxas de aparecimento foliar, perfilhos totais, taxas de alongamento foliar, a taxa de senescência foliar e o número de folhas vivas.

Em braquiária, Magalhães et al. (2007) em estudos com doses de N (0, 100, 200 e 300 kg/ha/ano) sobre a produção da forrageira, concluíram que a adubação nitrogenada promove aumento na relação folha:colmo, melhora o valor nutritivo e eleva a produtividade. Ainda estes autores afirmam que a máxima eficiência foi obtida com a dose de 245,30 kg/ha de N. É esperado que as plantas respondam à elevadas doses desse nutriente, visto que apenas uma parte fica disponível para planta, sendo o restante perdido pelos diversos fatores já mencionados em comentados.

Estudando o acúmulo de forragem, perfilhamento e composição bromatológica do capim braquiária em doses nitrogenada (75, 150, 225 e 300 kg/ha.ano de N), Moreira et al. (2009) observaram que o capim braquiarinha apresentou resposta linear para quantidade de perfilhos, índice de área foliar e massa seca em função das doses nitrogenadas, no índice de área foliar e na taxa de acúmulo de massa seca. Também foram observadas respostas lineares para os teores de PB às doses de nitrogênio. Já Santos et al. (2009), avaliando o capim braquiária em função do diferimento e adubação nitrogenada, observaram que houve aumento sobre as variáveis massa de

ferragem, altura do pasto, densidade volumétrica da ferragem e PB. Estes concluíram que a adubação nitrogenada permite diminuir o período de diferimento da pastagem, sem reduzir a produção de ferragem.

Ao avaliar a estabilidade da população de perfilhos de capim marandu sob lotação contínua e adubação nitrogenada (150, 300 e 450 kg/ha), Caminha et al. (2010) mencionam que doses elevadas de N possibilitam atingir um balanço positivo entre aparecimento e morte de perfilhos e que o nitrogênio favorece a renovação de pastagens e mantém a estabilidade da população de perfilhos.

Ao estudarem os efeitos da adubação nitrogenada na recuperação de capim marandu estabelecido há mais de dez anos, Costa et al. (2010) observaram que maiores doses de nitrogênio promoveram acréscimo linear positivo na produção de massa seca, teor de PB e redução nos teores de FDN e FDA. Esses autores concluíram que aplicação de nitrogênio foi determinante para a recuperação do capim-marandu.

3.4 Adubação foliar

Além de absorver nutrientes adicionados ao solo como fertilizantes, a maioria das plantas consegue absorver nutrientes minerais aplicados às suas folhas por aspersão, em um processo conhecido como adubação foliar (TAIZ; ZEIGER, 2017). Estudos pioneiros sobre a nutrição foliar surgiram na França e Alemanha (HALLIDAY, 1961). No Brasil, os primeiros trabalhos com absorção foliar de nutrientes surgiram entre as décadas de 1950 e 1960, realizados com o cafeeiro na Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz e no Instituto Agrônomo de Campinas (MALAVOLTA, 1980).

Segundo Faquin (2005) a adubação foliar tem objetivos como: corrigir eventuais deficiências dentro do ciclo da planta; fornecimento de micronutrientes (especialmente em culturas perenes); aumentar a eficiência de aproveitamento do nutriente aplicado e outros. Outra aplicação comumente utilizada é a utilização de fertilizante nitrogenado a calda de aplicação de herbicidas, visando fornecer o nutriente à cultura e melhorar às características da calda de aplicação (CARVALHO, 2009).

A absorção de nutrientes pelas folhas é mais eficaz quando a solução de nutrientes é aplicada à folha como uma película fina, que é obtida através de substâncias surfactantes que reduzem a tensão superficial (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Ainda segundo estes autores, o movimento dos nutrientes para o interior da planta envolve a difusão pela cutícula, a absorção pelas células foliares e absorção através da fenda estomática. A figura 1 ilustra a eficiência do uso de substâncias surfactantes na adubação foliar.

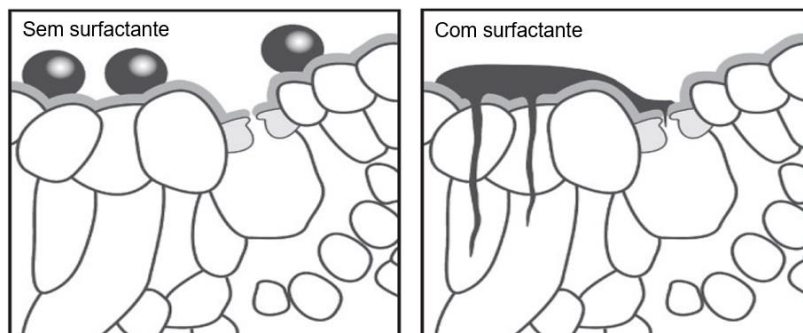


Figura 1. representação esquemática da capacidade do fertilizante foliar para atravessar o estômato e a cutícula quando existe um surfactante na formulação para facilitar a aderência, espalhamento e penetração. Adaptado de NOACK; MCBEATH; MCLAUGHLIN, 2010.

Para que os fertilizantes foliares possam ser utilizados pela planta para o seu crescimento, o nutriente deve penetrar primeiro na superfície da folha antes de entrar no citoplasma de uma célula no interior da folha (NOACK; MCBEATH; MCLAUGHLIN, 2010). A entrada dos nutrientes foliares ocorre através da cutícula, estômatos e outras células epidérmicas especializadas (FRANKE, 1967). Assim, a cutícula constitui a primeira barreira à penetração de soluções provenientes de adubações foliares (FAQUIN, 2005).

Raízes e pelos radiculares são órgãos absorventes com paredes celulares facilmente penetráveis através de seus espaços interfibrilares (espaço livre). Já as paredes exteriores das células epidérmicas das folhas e caules são cobertas por uma cutícula mais ou menos espessa que, pode também ser intercalada com extrusões de cera, que possuem carácter lipídico e podem formar um obstáculo que previne a penetração de substâncias hidrofílicas (FRANKE, 1967).

Para a penetração foliar de solutos devem ocorrer uma série de processos como a aderência do soluto na superfície da folha que deve ser mantido por tempo suficiente para que ocorra a penetração do soluto na folha e a partir daí ocorra a difusão através da cutícula. Posteriormente, deve haver dessorção a partir da cutícula para os vasos condutores (floema) para que os nutrientes sejam transportados para toda a planta (KIRKWOOD, 1999). Já Faquin (2005) menciona que após atravessar a cutícula, as soluções penetram no apoplasto e, posteriormente, atravessam a

membrana plasmática, segunda barreira, para então atingir o simplasto e serem utilizadas ou transportadas para outras células ou órgãos.

Com relação ao tipo de soluto que é absorvido via foliar, a passagem da uréia através da cutícula é algumas vezes mais rápida que outros elementos, que sugere que a passagem da uréia pela cutícula não seja por difusão simples, mas por difusão facilitada (FAQUIN, 2005). Assim como a passagem do soluto é variável a mobilidade dos nutrientes na planta também é variável (Tabela 1).

Tabela 1. Classificação dos nutrientes em relação à sua mobilidade no floema.

Móvel	Intermediário	Baixa mobilidade
Nitrogênio	Sódio	Cálcio
Potássio	Ferro	Silício
Magnésio	Zinco	Manganês
Fósforo	Cobre	—

Adaptado de Epstein e Bloom, 2005.

Segundo Franke (1967), a captação de íons dos solutos pelas folhas pode ser completada em três etapas; as substâncias aplicadas na superfície da folha penetram na cutícula e na parede da celulose, através de difusão limitada ou livre. Posteriormente a penetração destas substâncias no espaço livre, são adsorvidas à superfície da membrana plasmática por alguma forma de ligação e na terceira fase as substâncias absorvidas são tomadas até ao citoplasma no processo que requer energia.

A eficiência e importância dos estômatos na absorção do fertilizante foliar foi demonstrada em estudos de Buick et al. (1992), estes realizaram o pré-tratamento de folhas de feijão com ácido abscísico para que ocorresse o fechamento dos estômatos, posteriormente observaram que houve diminuição da absorção da solução aplicada via foliar, concluindo a importância da abertura estomática para sucesso da prática. No entanto, a cutícula que reveste as plantas também tem continuidade no interior dos estômatos, sendo possível a penetração de solutos devido ao fato de a cutícula não ser uma camada contínua, ela apresenta micro canais e rupturas que permitem a passagem de soluções (FAQUIN, 2005).

Para que a adubação foliar seja bem-sucedida, devem ser evitados danos às folhas. Um exemplo seria o momento de aplicação, onde a aspersão aplicada em um

dia quente, pode ocorrer evaporação excessiva e os sais podem se acumular na superfície foliar, provocando queimadura ou ressecamento (TAIZ; ZEIGER, 2017). As principais dificuldades da aplicação de macronutrientes via foliar é a quantidade demandada destes e a possibilidade de influência negativa sobre as folhas causando desidratação dos tecidos (plasmólise), comumente conhecida como queima (CERETA; SILVA; PAVINATO, 2007).

Segundo Mocellim (2004), entre os fatores inerentes as plantas, que podem influenciar na absorção foliar, tem-se características estruturais (como número de estômatos); composição química (espessura de ceras e cutinas) e idade das folhas (facilitada em folhas mais jovens). Já com relação a fatores externos tem-se luz, por influenciar a absorção iônica e abertura estomática; temperatura do ambiente, pois altas temperaturas promovem a evaporação da água da solução e pode promover perdas ou queimas nas folhas; umidade atmosférica, que mantém a cutícula hidratada e promove melhor superfície de cobertura sobre a folha; modos de aplicação e ocorrência de ventos fortes, podendo ocorrer deriva do adubo foliar aplicado.

3.4.1 Adubação foliar em pastagens

Avaliando a adubação nitrogenada foliar em capim mombaça, Pietroski et al. (2015) encontraram aumento da produção de forragem, índice da cor verde e acúmulo de N pelo uso do nutriente via foliar, afirmando ser uma importante prática complementar a adubação nitrogenada do solo. Estes autores indicam que o aumento de produtividade pela técnica de adubação foliar se deu devido às funções do nutriente em diversas características morfológicas e morfogênicas, como tamanho de folhas e colmos e o aparecimento e desenvolvimento de perfilhos. Ainda estes, afirmam ser necessário atenção quanto a dose fornecida, pois em altas doses (60 kg/ha) ocorreu a queima foliar em algumas plantas.

Avaliando o uso de fertilizante foliar em híbrido de braquiária (Convert HD364), Lima et al. (2019) concluíram que a aplicação de fertilizantes foliares contendo N promoveu acúmulo na massa de forragem e componentes morfológicos do híbrido testado, durante as épocas seca e chuvosa.

Borges (2019) avaliaram a adubação foliar no estabelecimento das forrageiras Marandu, Mavuno, Mulato e Yporã. Este pesquisador utilizou presença e ausência de fertilizante foliar composto por diversos nutrientes, entre eles 14% de N, para avaliar as respostas fisiológicas, produtivas e estruturais das forrageiras durante seu

estabelecimento. Em seus resultados definiu que a adubação foliar não influenciou sobre as variáveis índice de área foliar, interceptação de luz pelo dossel, produção de forragem e densidade de raiz. Concluindo que a adubação foliar não interferiu sobre o estabelecimento das forrageiras avaliadas. No entanto esse pesquisador ressalta que é necessário desenvolver mais estudos sobre o tema para compreender melhor os efeitos da adubação foliar em plantas forrageiras. Resultado semelhante foi observado por Costa et al. (2015), que avaliando a aplicação de fertilizante foliar sobre cultivares de *Brachiaria* (MG4, MG5 e Marandu), não encontraram resposta significativa para aplicação foliar. Estes autores condicionam a ausência de significância à boa fertilidade do solo estudado.

Em seu estudo, Borges (2019) mencionam o fato de que a boa fertilidade do solo onde o experimento foi executado e as baixas doses de fertilizante aplicado podem ter promovido a baixa resposta das forrageiras em relação a adubação foliar.

Avaliando a adubação foliar nitrogenada substitutiva em capim Tanzânia (*Megathyrus maximus* cv. Tanzânia) irrigado, Oliveira et al. (2004) não encontraram diferença significativa entre o fornecimento de fertilizante nitrogenado via solo ou foliar, sendo que em função disso estes condicionaram a escolha do método de aplicação à economicidade e praticidade da prática a se adotar.

Embora a adubação foliar tenha inúmeras vantagens, em pastagens, o fator de a adubação ocorrer comumente após o pastejo animal (consumo de folhas), dificulta a absorção foliar, uma que é necessária uma boa área foliar para a máxima absorção de nutrientes via folha (AGUIAR; SILVA, 2005).

3.5 Adubação foliar x adubação convencional

Os macronutrientes primários (NPK) são mais econômicos quando utilizados em suas formas sólidas, porém a mera presença desses no solo não garante uma assimilação efetiva pela planta, visto que esses podem participar de uma diversidade de interações com solo (lixiviação, adsorção, imobilização e etc.). Por outro lado, em adubação foliar os nutrientes são mobilizados diretamente para a folha da planta o que na verdade é o objetivo da fertilização, aumentando a taxa de fotossíntese nas folhas e estimulando, assim, a absorção de nutrientes pela raiz da planta (MOCELLIN, 2004).

A eficiência na absorção de nutrientes através de aplicações foliares é superior em comparação com fertilizantes sólidos aplicados no solo, quando existem limitações

especiais como, por exemplo, quando nutrientes são rapidamente fixados pelo solo tornando-os indisponíveis para as plantas, ou onde há concorrência por nutrientes do solo provenientes de ervas daninhas (HALLIDAY, 1961). Outro exemplo em que a adubação foliar torna-se uma alternativa frente a adubação convencional é quando a colheita está numa fase tardia de crescimento e o único método praticável de fertilização é a pulverização, assim a aplicação foliar pode apresentar vantagens. Segundo o manual de adubação foliar (CAMARGO; SILVA 1975) a eficiência de adubação foliar pode variar em comparação a convencional a depender do nutriente (Tabela 2).

Tabela 2. eficiência de alguns nutrientes fornecidos via foliar em comparação ao fornecimento convencional.

Nutriente	Eficiência no solo	Eficiência via foliar
N	1	1,5-2 vezes
P	1	4-30 vezes
K	1	1-3 vezes
Mg	1	50-100 vezes
Fe	1	75-100 vezes
Zn	1	3-20 vezes

Adaptado de (CAMARGO; SILVA 1975).

A exemplo da eficiência do uso do N, Deuner et al. (2008) ressaltam que no mundo, aproximadamente 33% do N aplicado via adubação convencional é aproveitado, sendo o restante perdido pelos diversos fatores atuantes supracitados. Já Martha Júnior et al. (2009) relatam que até 80% do N-ureia aplicado superficialmente em pastagens tropicais pode ser perdido devido a volatilização de amônia (NH₃). Esse fato gera um grande impacto econômico a agropecuária. Em solos tropicais os benefícios da adubação nitrogenada são apenas de curto prazo, com perda acelerada devido à lixiviação e volatilização, juntamente com o risco de contaminação dos solos e da água por adições de nitrato (LEITE et al. 2019).

Ao comparar a adubação convencional com a foliar, Deuner et al. (2008) concluíram que a aplicação via foliar é uma maneira eficiente para complementar o que é absorvido pelas raízes, porém não é capaz de ser utilizada como única forma de fornecimento de N inorgânico às plantas, sendo necessário atentar para a concentração a ser utilizada, visto a possibilidade de fitotoxicidade. Ainda estes, recomenda o uso da uréia como fonte de N, pela alta concentração do nutriente, alto grau de solubilidade e baixa corrosividade e comparação com outras fontes na mesma concentração.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo desta revisão pode-se observar que a adubação foliar possibilita maior produção de forragem e aproveitamento do N-fertilizante, porém constitui de uma prática auxiliar a adubação convencional e não substitutiva.

Em comparação a adubação convencional, pode-se observar que a adubação nitrogenada foliar é limitada pela baixa área foliar após o pastejo e a não possibilidade do fornecimento de grandes doses de N para a pastagem. Em contrapartida, as perdas de N quando aplicado via foliar são reduzidas.

Apesar dos diversos estudos com adubação nitrogenada foliar em culturas, tem-se dada pouca atenção a essa prática com adubação em pastagens, o que seria de grande interesse visto que a adubação de manutenção é rotineira nessas áreas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes. **Pecuária Brasileira**. Disponível em: <<http://www.abiec.com.br/>> Acesso em: 15 nov. 2019.

AGUIAR, A. P.; SILVA, A. M. Simpósio de Forragicultura e Pastagens. Calagem e Adubação da Pastagem, 2005.

BORGES, Gustavo Segatto. **Adubação foliar no estabelecimento dos capins Marandu, Mavuno, Mulato II e Ipyporã**. Universidade Federal de Uberlândia (Monografia), Uberlândia-MG, 2019. 27p.

BORGHI, E.; GONTIJO NETO, M.M.; RESENDE, R.M.S.; ZIMMER, A.H.; ALMEIDA, R.G.; MACEDO, M.C.M. Recuperação de pastagens degradadas. In: NOBRE, M.M.; OLIVEIRA, I.R. Agricultura de baixo carbono: tecnologias e estratégias de implantação. Brasília, DF: Embrapa, 2018.194p.

BUICK, R. The antiquity of oxygenic photosynthesis: evidence from stromatolites in sulphate-deficient Archaean lakes. **Science**, v. 255, n. 5040, p. 74-77, 1992.

CAMARGO, P.N.; SILVA, O. **Manual de adubação foliar**. São Paulo, Ed. E Distribuidora Herba Ltda, 1975. 285p.

CAMINHA, F.O.; SILVA, S.C.; PAIVA, A.J.; PEREIRA, L.E.T.; MESQUITA, P.; GUARDA, V.D. Estabilidade da população de perfilhos de capim-marandu sob lotação contínua e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.2, p.213-220, 2010.

CANTARELLA, H. **Nitrogênio**. In: NOVAIS, R. F. et al. (Eds.). Fertilidade do solo. Viçosa: SBCS, 2007. p. 375- 470.

CANTO, M.W.; BARTH NETO, A.; PANCERA JÚNIOR, E.J.; GASPARINO, E.; BOLETA, V.S. Produção e qualidade de sementes do capim-mombaça em função da adubação nitrogenada. **Bragantia**, v. 71, n. 3, p.430-437, 2012.

CARNEIRO, J.S.S.; SILVA, P.S.S.; SANTOS, A.C.M.; FREITAS, G.A.; SILVA, R.R. Resposta do capim mombaça sob efeito de fontes e doses de fósforo na adubação de formação. **Journal of Bioenergy Food Science**, v. 4, n. 1, p. 12-25. 2017.

CARVALHO, S.J.P. **Dessecação de plantas daninhas com herbicida glyphosate associado a fertilizantes nitrogenados**. TESE DE DOUTORADO. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba-SP. 2009. 116p.

CASTAGNARA, D.D.; ZOZ, T.; KRUTZMANN, A.; UHLEIN, A.; MESQUITA, E.E.; NERES, M.A.; OLIVEIRA, P.S.R. Produção de forragem, características estruturais e eficiência de utilização do nitrogênio em forrageiras tropicais sob adubação nitrogenada. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 4, p. 1637-1647, 2011.

CERETTA, C. A.; SILVA, L. S. da; PAVINATO, A. **Manejo da adubação**. In: NOVAIS, R. F. et al. (Ed.). Fertilidade do solo. Viçosa: SBCS, 2007. p. 851-872.

COSTA, K.A.P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação de pastagens do capim-marandu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.1, p.192-199, 2010.

COSTA, L.F.; PATRIARCHA, L.P.; NASCIMENTO, K.S.; VENTURA, V.V.; RIBEIRO, J.A.; SILVA, C.R.N.; VENTURA, V.V.; MORAES, S.D. **Produção de Brachiaria brizantha cv. MG4, MG5 e Marandu submetidas a fertilizante foliar**. Anais... II Simpósio Manejo Sustentável das Pastagens de Rondônia - 18 a 20 novembro de 2015.

CRISPIM, S.M.A.; BRANCO, O.D. **Aspectos gerais das Braquiárias e suas características na sub-região da Nhecolândia, Pantanal, MS**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 33. 2002. 25p.

DEUNER, S.; NASCIMENTO, R.; FERREIRA, L.S.; BADINELLI, P.G.; KERBER, R.S. Adubação foliar e via solo de nitrogênio em plantas de milho em fase inicial de desenvolvimento. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 5, p. 1359-1365, 2008.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. 3. ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 190p.

DIEESE, Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. **Estatísticas do meio rural**. 2011. Disponível em: <https://www.dieese.org.br/> Acesso em: 03/07/2020.

FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de Plantas**. Universidade Federal de Lavras – UFLA Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão – FAEPE Lavras – MG. 2005.

FARIA, A.J.G.; FREITAS, G.A.; GEORGETTI, A.C.P.; FERREIRA JÚNIOR, J.M.; SILVA, M.C.A.; SILVA, R.R. Efeitos da adubação nitrogenada e potássica na produtividade do capim mombaça cultivados sobre adubação fosfatada. **Journal of Bioenergy and Food Science** v.2, n.3, p.98-106, 2015.

FERNANDEZ, V.; SOTIROPOULOS, T.; BROWN, P. **Foliar fertilization: Scientific principles and field practices**. International Fertilizer Industry Association. Paris, France, 2013.

FRANKE, W. Mechanisms of foliar uptake. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 18, p. 281–300, 1967.

FREITAS, K.R.; ROSA, B.; RUGGIERO, J.A.; NASCIMENTO, J.L.; HEINEMAM, A.B.; MACEDO, R.F.; NAVES, M.A.T.; OLIVEIRA, I.P. Avaliação da composição químico – bromatológica do capim mombaça (*Panicum maximum* jacq.) Submetido a diferentes doses de nitrogênio. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 3, p. 1-10, 2007.

GALINDO, F. S.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; DUPAS, E.; LUDKIEWICZ, M. G. Z. Acúmulo de matéria seca e nutrientes no capim-mombaça em função do manejo da adubação nitrogenada. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 5, n. 3, p. 1-9, 2018.

GALINDO, F.S.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M.C.M.; DUPAS, E.; LUDKIEWICZ, M.G.Z. Application of different nitrogen doses to increase nitrogen efficiency in Mombasa guinegrass (*Panicum maximum* cv. mombasa) at dry and rainy seasons. **Australian Journal of Crop Science**, v. 11, n. 12, p. 1657-1664, 2017.

GAZOLA, D.; ZUCARELI, C.; SILVA, R.R.; FONSECA, I.C.B. Aplicação foliar de aminoácidos e adubação nitrogenada de cobertura na cultura do milho safrinha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n.7, p.700-707, 2014.

HALLIDAY, D. J. **Foliar application of major nutrients to fruit and plantation crops.** Outlook on Agriculture. p. 111-115, 1961.

HARDER, H.J.; CARLSON, R.E.; SHAW, R.H. Corn grain yield and nutrient response to foliar fertilizer applied during grain fill. **Agronomy Journal**, v. 74, p. 106-110, 1982.

JANK, L.; LIMA, E.A.; SIMEÃO, R.M.; ANDRADE, R.C. Potential of *Panicum maximum* as a source of energy. **Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales**, v.1, 92–94, 2013.

KIRKWOOD, R.C. Recent developments in our understanding of the plant cuticle as a barrier to the foliar uptake of pesticides. **Pesticide Science**, v.51, n. 1, p. 69-77, 1999.

LEITE, R.C.; SANTOS, J.G.D.; SILVA, E.L.; ALVES, C.R.C.R.; HUNGRIA, M.; LEITE, R.C.; SANTOS, A.C. Productivity increase, reduction of nitrogen fertiliser use and drought-stress mitigation by inoculation of Marandu grass (*Urochloa brizantha*) with *Azospirillum brasilense*. **Crop & Pasture Science**, v. 70(1), p. 61-67, 2018.

LIMA, L.C.; GONÇALVES, A.C.; FERNANDES, A.L.T.; SILVA, R.O.; LANA, R.M.Q. Crescimento e produtividade do cafeeiro irrigado em função de diferentes fontes de nitrogênio. **Coffee Science**, v. 11, n. 1, p. 97-107, 2016.

LIMA, L.C.; BARBERO, L.M.; LANA, R.M.Q.; BASSO, F.C.; CARDOSO, A.F.; CAMARGO, R. Foliar fertilizer and biostimulant to enhance performance of *Urochloa* hybrid in two different seasons. **Australian Journal of Crop Science**. v. 13, n. 09, p.1429-1437, 2019.

MAGALHÃES, A.F.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; SILVA, F.F.; SOUSA, R.S.; VELOSO, C.M. Influência do nitrogênio e do fósforo na produção do capim-braquiária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1240-1246, 2007.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Ceres, 1980. 251p.

MARTHA JÚNIOR, G.B.; P TRIVELIN, P.C.O.; CORSI, M. Absorção foliar pelo capim-Tanzânia da amônia volatilizada do ¹⁵N-ureia aplicado ao solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 103-108, 2009.

MAZZA, L. M.; PÔGGERE, G.C.; FERRARO, F.P.; RIBEIRO, C.B.; CHEROBIM, V.F.; MOTTA, A.C.V.; MORAES, A. Adubação nitrogenada na produtividade e composição química do capim mombaça no primeiro planalto paranaense **Scientia Agraria**, v. 10, n. 4, p. 257-265, 2009.

MELLO, S.Q.S.; FRANÇA, A.F.S.; LANNA, A.C.; HINE, A.F.B.; KLIMANN, H.J.; RIOS, L.C.; SOARES, T.V. Adubação nitrogenada em capim-mombaça: produção, eficiência

de conversão e recuperação aparente do nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 4, p. 935-947, 2008.

MISHRA, S.; SHARMA, S.; VASUDEVAN, P. Comparative effect of biofertilizers on fodder production and quality in guinea grass (*Panicum maximum* Jacq.). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 88, n. 8, p. 1667-1673. 2008.

MOCELLIN, R.S.P. **Princípios da adubação foliar**. Fertilizantes com micronutrientes. Canos, 2004.

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

NOACK, S.R.; MCBEATH, T. M.; MCLAUGHLIN, M. J. Potential for foliar phosphorus fertilisation of dryland cereal crops: a review. **Crop and Pasture Science**, v.61, n. 8, p. 659-669, 2011.

NUNES, S.G.; BOOCK, A.; PENTEADO, M.I.O.; GOMES, D.T. **Brachiaria brizantha cv. Marandu**. Documentos 21. Embrapa CNPQC. 1984. 31p.

OLIVEIRA, P.P.A.; OLIVEIRA, W.S.; LUZ, P.H.C.; HERLING, V.R.; MORIMOT, T.K.; ROCHA, C.O. **Adubação foliar nitrogenada substitutiva em pastagens irrigadas de Panicum maximum cv. Tanzânia**. Embrapa Pecuária Sudeste. Separatas. 2004.

PEREIRA, V.V.; FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A.; BRAZ, T.G.S.; SANTOS, M.V.; CECON, P.R. Características morfogênicas 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.

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

PRIMAVESI, A.C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L.A.; SILVA, A.G.; CANTARELLA, H. Nutrientes na fitomassa de capim-marandu em função de fontes e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 1, p. 562-568, 2006.

RAMBO, L. SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G.; SANGOI, L. Parâmetros de planta para aprimorar o manejo da adubação nitrogenada de cobertura em milho. **Ciência Rural**, v.34, n.5, p.1637-1645, 2004.

RAYMAN, P.R. **Minha experiência com Brachiaria brizantha**. Campo Grande, Rayman's Seeds Sementes de Pastagens Tropicais, 1983. 3p.

RODRIGUES, L.F.; SANTOS, A.C.; SILVEIRA, O.JR.; SANTOS, J.G.D.; Productivity of Urochloa brizantha 'Marandu' influenced by strategic rest periods and nitrogen levels. **Semina. Ciências Agrárias**, v. 38, p. 3203–3214, 2017.

SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; BALBINO, E.M.; MONNERAT, J.P.I.S.; SILVA, S.P. Caracterização dos perfilhos em pastos de capim-braquiária diferidos e adubados com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.643-649, 2009.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

SILVA, A.G.; FRANÇA, A.F.S.; MIYAGI, E.S.; MELLO, S.Q.S.; FERREIRA, J.L.; CARVALHO, E.R. Frações proteicas do capim-mombaça submetido a doses de nitrogênio em duas alturas de corte. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.5, p.1148-1155, 2009.

SILVA, R.R.; FREITAS, G.A. **Capim mombaça: Correção da acidez, Gessagem, adubação, bioestimulante, morfofisiologia, qualidade e manejo da pastagem**. EDUFT, Palmas-TO. 2018. 253p.

SILVEIRA JÚNIOR, O.; SANTOS, A.C.; RODRIGUES, M.O.D.; RODRIGUES, M.O.D.; ALENCAR, N.M. Productive efficiency of mombasa grass in silvopastoral system under pasture deferment and nitrogen fertilizer. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 5, p. 3307-3318, 2017.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 6ª ed. Porto Alegre: Artmed. 2017. 848p.

VIANA, M.C.M.; FREIRE, F.M.; FERREIRA, J.J.; MACÊDO, G.A.R.; CANTARUTTI, R.B.; MASCARENHAS, M.H.T. Adubação nitrogenada na produção e composição química do capim-braquiária sob pastejo rotacionado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 7, p. 1497-1503, 2011.

WERNER, J.C. **Adubação de pastagens**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia. Boletim Técnico n.18. 1986. 49p.

ZIMMER, A.H.; MACEDO, M.C.M.; KICHEL, A.N.; ALMEIDA, R.G. **Degradação, recuperação e renovação de pastagens**. (Documentos, 189). Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2012. 42 p.