

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS SÃO MIGUEL DO OESTE  
BACHARELADO EM AGRONOMIA

Ezequiel Fernando da Rosa  
Jackson Giovane Kunzler

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DO CAPIM JIGGS SUBMETIDO À  
FERTILIZAÇÃO NITROGENADA SUPERFICIAL OU INCORPORADA**

São Miguel do Oeste – SC (2023)

Ezequiel Fernando da Rosa  
Jackson Giovane Kunzler

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DO CAPIM JIGGS SUBMETIDO À  
FERTILIZAÇÃO NITROGENADA SUPERFICIAL OU INCORPORADA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Agronomia do Campus São Miguel do Oeste do Instituto Federal de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de **Engenheiro Agrônomo**.

Orientadora

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Priscila Flôres Aguirre

Co-orientadora

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Gabriela Cristina Guzatti

São Miguel do Oeste – SC (2023)

Ezequiel Fernando da Rosa

Jackson Giovane Kunzler

**Desempenho agronômico do capim Jiggs submetido à fertilização nitrogenada  
superficial ou incorporada**

Este trabalho foi aprovado pela banca examinadora composta por Priscila Flôres Aguirre, Gilmar Luiz Schaefer e Odimar Zanuzo Zanardi, na data de 12/06/2023, cujas notas e assinaturas constam em Ata de Defesa. Por fim, as considerações propostas pela Banca foram incorporadas no trabalho, estando este apto para arquivamento.

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Priscila Flôres Aguirre

## RESUMO

Com a crescente demanda por pastagens na pecuária brasileira, gramíneas do gênero *Cynodon* têm sido introduzidas pelas suas vantagens nutricionais, grande potencial produtivo e resposta à fertilização, em especial, a nitrogenada. O nitrogênio (N) aplicado por meio de ureia na superfície do solo, pode ser perdido em quantidades significativas por volatilização de amônia. Desta forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar a produtividade do capim Jiggs (*Cynodon dactylon*) sob diferentes fontes e formas de aplicação de ureia. O experimento foi realizado a campo utilizando 300 kg de N/ha (SNP: SuperN PRO<sup>®</sup> aplicado superficialmente - parcelado; UCS: ureia convencional aplicada superficialmente - parcelada; UCI: ureia convencional aplicada incorporada - dose única; CON: controle - sem fertilização nitrogenada). As unidades experimentais foram constituídas por parcelas de 5 m de comprimento × 3 m de largura. Os cortes foram realizados sempre que a pastagem atingiu altura entre 25 e 30 cm, rebaixando-a até 10 cm. O experimento foi realizado nas estações da primavera e verão. As amostras foram utilizadas para determinar a produção de forragem, taxa de acúmulo diário, relação folha: colmo e custo de produção. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quatro repetições. Foram realizados seis cortes (três na primavera e três no verão) nas pastagens que receberam adubação nitrogenada e quatro cortes no tratamento controle (dois na primavera e dois no verão). As produções de forragem das pastagens foram de 14,2; 13,2; 12,9 e 9,9 kg de MS/ha para os tratamentos UCS, SNP, UCI e CON, respectivamente. Não houve diferença significativa quanto a produção de forragem, taxa de acúmulo diário, relação folha: colmo e custo de produção entre os tratamentos adubados com N. Portanto, a aplicação de N aumenta o desempenho agrônômico do capim Jiggs, devido ao aumento da produtividade e da relação folha: colmo. Assim, recomenda-se o uso de ureia convencional superficial quando o produtor irá aplicar previamente às previsões de precipitação, pois apresenta mesma produtividade e menor custo por hectare.

**Palavras-chave:** *Cynodon dactylon*. Nitrogênio. Produção de forragem. Custo de produção.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>8</b>
<b>2.1 Objetivo Geral .....</b>	<b>8</b>
<b>2.2 Objetivos Específicos .....</b>	<b>8</b>
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>9</b>
<b>3.1 Produção de Jiggs .....</b>	<b>9</b>
<b>3.2 Adubação nitrogenada em pastagens tropicais .....</b>	<b>11</b>
<b>3.3 Perdas de nitrogênio por volatilização .....</b>	<b>12</b>
<b>3.4 Uso de inibidores da urease e associação de Duromide .....</b>	<b>15</b>
<b>3.5 Incorporação do adubo nitrogenado .....</b>	<b>16</b>
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>19</b>
<b>4.1 Caracterização do local .....</b>	<b>19</b>
<b>4.2 Histórico da pastagem .....</b>	<b>19</b>
<b>4.3 Tratamentos .....</b>	<b>20</b>
<b>4.4 Condução e coleta de dados .....</b>	<b>20</b>
<b>4.5 Delineamento experimental e análise dos dados .....</b>	<b>23</b>
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>24</b>
<b>6. CONCLUSÕES.....</b>	<b>32</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>33</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>38</b>

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Percentual de argila e atributos químicos da camada 0-10 cm da área experimental. ....	21
TABELA 2 – Produção de forragem (kg de MS/ha) de pastos de capim Jiggs adubados com diferentes fontes e formas de aplicação de ureia. ....	25
TABELA 3 – Taxa de acúmulo diário (kg de MS/ha/dia) de pastos de capim Jiggs adubados com diferentes fontes e formas de aplicação de ureia. ....	26
TABELA 4 – Composição botânica de pastos de capim Jiggs adubados com diferentes fontes e formas de aplicação de ureia. ....	27
TABELA 5 – Composição morfológica e relação folha/colmo de pastos de capim Jiggs adubados com diferentes fontes e formas de aplicação de ureia. ....	29
TABELA 6 – Custo adicional em pastos de capim Jiggs adubados com diferentes fontes e formas de aplicação de ureia. ....	31
TABELA 7 – Datas de realização dos cortes da pastagem.....	38
TABELA 8 – Datas das aplicações de nitrogênio na pastagem.....	38

## 1. INTRODUÇÃO

As pastagens, pela sua praticidade e economia, representam a principal fonte alimentar do rebanho bovino, constituindo a base de sustentação da pecuária brasileira. Segundo o Censo Agropecuário Brasileiro (IBGE, 2018), a área total de pastagens é de 158,6 milhões de hectares, sendo 70% da área com pastagens plantadas e o restante nativas. Com a intensificação da pecuária, elevou-se a necessidade da utilização de forrageiras com alta capacidade de produção.

Com inúmeras forrageiras disponíveis no mercado, a escolha da espécie mais adequada é um dos fatores que levará o produtor a ter alta produtividade de pasto e, conseqüentemente, sucesso no seu empreendimento. Diante do exposto, o planejamento forrageiro é fundamental para obter eficiência na produtividade, sendo necessário a utilização de espécies adaptadas às diferentes condições climáticas, ao tipo de produção desejada, a fertilidade do solo, ao nível tecnológico da propriedade, dentre outros fatores, aproveitando de forma racional e sustentável os recursos locais disponíveis.

Neste contexto, gramíneas do gênero *Cynodon* spp. têm sido introduzidas no Brasil pelas suas vantagens nutricionais, como o elevado conteúdo proteico e fibra mais digestível, quando comparada, por exemplo, a gramíneas do gênero *Urochloa* spp. (*Brachiaria*), além de possuírem grande potencial produtivo e resposta à fertilização (REZENDE et al., 2015). Dentro deste gênero, o capim Jiggs vem sendo, nos últimos anos, muito utilizado. Esta gramínea é uma forrageira perene, de porte intermediário, que forma um dossel denso e de coloração verde-clara; possui folhas e estolões muito finos e poucos rizomas, adaptada a solos argilosos e com tolerância a pequenos períodos de estiagem. É uma espécie competitiva, com crescimento inicial rápido, fechando o dossel em curto prazo e, após seu estabelecimento, torna-se persistente (TELES, 2019). Devido ao seu alto potencial produtivo, o capim Jiggs é exigente em fertilidade, em especial ao nitrogênio (N).

Dentre os fertilizantes nitrogenados mais utilizados no Brasil, a ureia é a mais requerida para adubação em culturas, principalmente em gramíneas, devido à alta concentração de N (45 – 46%) e o menor preço por kg de nutriente aplicado (TASCA et al., 2011). O N é considerado o elemento mais dinâmico no solo em função das reações e processos aos quais está envolvido, sendo as perdas por volatilização de amônia (N-NH<sub>3</sub>), um dos principais processos (DUARTE, 2006; CANTARELLA et al., 2008). Devido a elevação dos preços dos insumos em geral, principalmente de fertilizantes nitrogenados, se torna importante encontrar soluções para minimizar as perdas deste nutriente em cultivos agrícolas. Além da aplicação de acordo com o

clima favorável, alternativas como a incorporação da adubação nitrogenada ao solo ou a utilização de ureia protegida (com inibidor de urease) devem ser consideradas.

Em algumas culturas, a incorporação do N é inviável devido aos danos causados pelas máquinas e implementos ao dossel das plantas, essencialmente quando estas se encontram em estádios de desenvolvimento avançados. Por outro lado, há culturas onde o dano resultante da incorporação do N pode ser baixo, como forrageiras perenes de porte baixo, por exemplo. Esta estratégia é eficaz para redução das perdas de insumos, porém aumenta-se o custo com operações mecanizadas, não havendo, portanto, uma solução clara para o problema.

O uso de ureia com inibidores de urease aumenta sua eficiência, por retardar o processo de hidrólise em relação a ureia convencional, sendo que, sob temperaturas mais baixas, o efeito é mais duradouro. Contudo, as perdas de N estão diretamente relacionadas às variáveis climáticas locais, dentre as quais a temperatura tem papel importante (CANTARELLA et al., 2008).

Por essas razões, estudos que avaliaram diferentes formas de aplicação de N (superficial e incorporado) e a utilização da ureia com inibidor de urease em gramíneas do gênero *Cynodon* tem sido bastante incipiente no Brasil. Assim, estudos que consideram as fontes e formas de aplicação de ureia são indispensáveis para verificar o desempenho agrônomico do capim Jiggs.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Avaliar a resposta produtiva do capim Jiggs (*Cynodon dactylon*) submetido a diferentes fontes e formas de aplicação de ureia.

### **2.2 Objetivos específicos**

1. Determinar a produção de matéria seca e a taxa de acúmulo diário de capim Jiggs, submetido a diferentes fontes e formas de aplicação de ureia;
2. Determinar a relação folha: colmo do capim Jiggs submetido a diferentes fontes e formas de aplicação de ureia;
3. Estimar o custo adicional de produção pelo uso de fertilizante nitrogenado (R\$ por kg de matéria seca) em capim Jiggs submetido à diferentes fontes e formas de aplicação de ureia.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Produção de Jiggs

Gramíneas do gênero *Cynodon* spp. têm sido introduzidas no Brasil pelas suas vantagens nutricionais, como o elevado conteúdo proteico e fibra mais digestível, quando comparadas às gramíneas do gênero *Urochloa* spp., além de possuírem grande potencial produtivo e resposta à fertilização (REZENDE et al., 2015), em especial a nitrogenada (AGUIRRE et al., 2018). Porém, para alcançar o máximo potencial produtivo, é fundamental compreender sua resposta produtiva frente ao manejo adotado e as condições edafoclimáticas específicas, como maior precipitação e alta fertilidade do solo (REZENDE et al., 2015).

Do ponto de vista botânico e taxonômico, o gênero *Cynodon* spp. representa um grupo de gramíneas pequeno e sistematicamente distinto dentro da superfamília Chloridoideae. Na década de 1970, Clayton e Harlan elaboraram uma chave para identificação das espécies africanas tropicais de *Cynodon*, usando a presença de rizomas como principal característica de diferenciação entre *C. dactylon*, as gramas e capins bermudas com rizoma e *C. plectostachyus*, *C. aethiopicus* e *C. nlemfuensis*, conhecidas como gramas ou capins-estrelas, sem rizomas (CARVALHO, 2011). Dentre as gramas do gênero *Cynodon* spp. introduzidas e cultivadas no Brasil, encontram-se os Tiftons 68 e 85 e o Jiggs.

O Jiggs é uma variedade de grama bermuda, pois acredita-se que foi selecionada por um pecuarista do leste do Texas chamado J. C. Riggs. Não se tem registros oficiais de sua introdução no Brasil, porém, difundiu-se rapidamente, principalmente entre criadores de cavalos e bovinos leiteiro (ROSSETTO, 2017). Esta gramínea é uma forrageira perene, de porte intermediário, que forma um dossel denso e de coloração verde-clara. Possui folhas e estolões muito finos e poucos rizomas, é adaptada a solos argilosos e suporta relativamente bem os períodos de pequenas estiagens. A propagação se dá por meio de mudas ou estolões, sendo uma espécie competitiva, de crescimento inicial rápido, em curto prazo fecha o dossel e, após seu estabelecimento, torna-se persistente (TELES, 2019).

Brandstetter (2016) avaliou a produtividade de pastagens de Jiggs nas quatro estações do ano, bem como a produtividade de leite em bovinos leiteiros mantidos em sistema de lotação intermitente. Neste estudo, os autores avaliaram a gramínea em regime de cortes sucessivos, a cada 19 dias. As amostras foram coletadas, na altura de 5 cm, antes da entrada dos animais no piquete. Após a retirada dos animais dos piquetes, realizava-se a adubação nitrogenada (135

kg/ha de ureia). Ao avaliar a produção de MS total do Jiggs, os autores constataram que a maior produção foi obtida no verão, seguida pela produção da primavera e do outono. No inverno, a produção de forragem foi inferior à das outras estações: 49% em relação ao verão e 33,2% em relação à primavera e outono. Em relação a produção de leite, os autores observaram aumento significativo no outono, primavera e verão, com menor produção no inverno.

Rossetto (2017) avaliou a produtividade do Jiggs em sistema de pastejo por bovinos leiteiros em regime de cortes para produção de silagem pré-secada. Para a confecção do pré-secado, os cortes foram realizados com intervalo de 50 dias, onde a forrageira estava com altura média de 50 cm. No pastejo foi adotado o critério de altura do dossel para entrada dos animais, definida em 25 cm, ocorrendo com intervalo médio de 25 dias. A adubação nitrogenada no módulo de pastejo foi de 400 kg de ureia/ha, fracionada em quatro aplicações. No módulo pré-secado a adubação foi de 200 kg de ureia/ha, fracionadas em duas aplicações. A média de massa de forragem disponível por avaliação foi de 3.237,53 e 2.178,75 kg MS/ha, para produção de silagem pré-secada e regime de pastejo, respectivamente, tendo sido realizados três cortes e seis pastejos.

Radunz (2005), avaliando o desempenho do capim Jiggs em diferentes alturas de corte, 30 e 15 cm, aproximadamente, obteve produtividades de 3.711 e 1.963 kg de MS/ha, respectivamente. Em estudo similar, Silva et al. (2011), estimaram matéria seca (MS) e a proteína bruta do capim Jiggs em diferentes alturas e épocas de corte: 19 dias e 25 cm; 28 dias e 30 cm e 60 dias e 35 cm. A produção de MS foi de 2.158; 4.320 e 8.035 kg/ha, respectivamente. Os teores de proteína bruta foram de 19,03; 16,63 e 13,96%, respectivamente, demonstrando que maiores alturas de corte implicam em maiores produtividades, porém com perdas em termos de teores de proteína bruta.

Além da produtividade, conhecer a composição morfológica das forrageiras é imprescindível, pois, conforme Radunz (2005), dependendo da variedade e do estágio de desenvolvimento da planta, diferenças quanto ao comportamento ingestivo dos animais são constatadas. O autor define esta relação como à proporção que existe de folhas e colmo em cada planta, sendo obtida por meio de cálculo matemático, a partir do peso (MS) obtido da pesagem das folhas, dividido pelo peso (MS) do colmo. Em espécies de forrageiras, como gramíneas do gênero *Cynodon*, é comum a determinação da relação folha: colmo, associando com sua qualidade.

Silva (2012) avaliou o cultivar Jiggs submetido a três frequências (dias entre corte) de desfolhação durante as quatro estações do ano e determinou a proporção de folhas e colmos da

gramínea. Para frequências de 14, 28 e 42 dias, respectivamente, em relação a proporção de folhas (%), o autor obteve 76, 63 e 39% no verão; 83, 78 e 62% no outono; 82, 60 e 59% no inverno e 65, 52 e 40% na primavera. Em pesquisa similar, Carvalho (2011) avaliou o capim Jiggs e sua composição morfológica no verão. A proporção de folhas variou conforme a frequência de corte (dias) de 66, 47 e 32% para intervalos de cortes de 14, 28 e 42 dias, respectivamente. Já as proporções de colmos foram de 27, 40 e 51%, respectivamente.

A importância do capim Jiggs para a região Oeste de Santa Catarina, foi ressaltada em um estudo realizado pela Epagri (2017), com 69 extensionistas, sendo-lhes questionado quais as espécies forrageiras mais utilizadas nas pastagens existentes em sua área de atuação. O capim Jiggs, dentre as forrageiras estivais, foi mencionado por 52,2% deles como a espécie forrageira formadora de pastagens na macrorregião, ficando como a terceira espécie de maior importância, atrás apenas de outra espécie do gênero *Cynodon*, o Tifton 85 e o capim Pioneiro (*Pennisetum purpureum*).

### **3.2 Adubação nitrogenada em pastagens tropicais**

As pastagens, pela sua praticidade e economia, representam a principal fonte alimentar do rebanho bovino, constituindo a base de sustentação da pecuária brasileira. A atividade apresenta grande potencial produtivo pela disponibilidade de área e características das espécies forrageiras, porém, os resultados econômicos obtidos pela maioria dos pecuaristas brasileiros são bastante inferiores aos patamares de produção possíveis (CASTAGNARA et al., 2011). Todavia, a maioria das pastagens está no bioma Cerrados, em áreas de menor fertilidade, sob exploração extrativista e, como consequência, sob processo de degradação (PRIMAVESI et al., 2004).

Um dos principais problemas na produtividade de pastagens tropicais é a deficiência de N, o que resulta em queda acentuada na capacidade de suporte e ganho animal (ROCHA et al., 2002). O N é um dos nutrientes mais importantes para a produção das gramíneas forrageiras (FRANÇA et al., 2007), pois apresenta-se como parte constituinte de compostos orgânicos essenciais à vida das plantas, como aminoácidos e proteínas, ácidos nucléicos, hormônios e clorofilas (JÚNIOR; MONTEIRO, 2003). Assim, faz-se necessário incrementar a disponibilidade de N, a fim de se obter elevada produção de MS e incremento no valor nutritivo, particularmente no teor de proteína bruta das pastagens (BERNARDI et al., 2018).

Conforme Rocha et al. (2002), em estudo com espécies do gênero *Cynodon* (Coast-Cross e Tiftons 68 e 85), o efeito do N na produção da MS resultou em aumento linear nas três gramíneas, observando aumento significativo correspondente a 15,8 kg de MS para cada kg de N aplicado. Também, Quaresma et al. (2011), ao avaliarem a cultivar Tifton 85 sob diferentes doses de N, concluíram que a cada kg de N aplicado na pastagem resultava no aumento de aproximadamente 22 kg/ha de produção de MS da forrageira.

Matos (2017) avaliou a produção de forragem, valor nutritivo e características morfológicas de pastagem de *Cynodon* spp. fertilizada com 200 kg de N/ha, aplicado de forma singular ou parcelado em duas ou quatro vezes. O autor constatou valores acumulados de 23,64; 20,11 e 17,63 ton./ha/ano na produção total de forragem, para aplicação singular ou parcelada em duas ou quatro vezes, respectivamente. A aplicação singular apresentou-se superior, quando comparada às parceladas, ao avaliar massa de lâmina foliar e colmo, quanto ao valor nutritivo, não foram observadas diferenças. Este trabalho demonstra a viabilidade da aplicação de forma concentrada do N em pastagens.

Em experimentos realizados com a cultivar Jiggs foi observado acréscimo de produtividade à aplicação de N. Roecker et al. (2011), avaliaram a produção de MS (kg/ha) do capim Jiggs sob diferentes doses de N (0, 100, 200 e 300 kg de N/ha). A produção no tratamento controle (sem adubação), foi de 3.919 kg de MS/ha, sendo o tratamento de 300 kg de N/ha, o de maior produtividade, chegando aos 5.604 kg de MS/ha. Em complementaridade, Maccari et al. (2019) avaliaram o Jiggs recebendo diferentes doses de N (0, 50, 100, 150, 200 e 250 kg de N/ha) em duas alturas de corte (0 e 7 cm) e concluíram que, independentemente da altura de corte, houve aumento da produção de MS à medida que houve aumento nas doses de N.

Como demonstrado pelas pesquisas citadas, a adubação nitrogenada em pastagens é necessária e essencial e, associado a outros fatores edafoclimáticos, proporcionam às gramíneas condições de expressarem seu potencial produtivo. As pastagens tropicais respondem indubitavelmente a doses do N, contudo, pouco se tem em relação a comparação de diferentes formas de aplicação do N, avaliando eficiência técnica.

### **3.3 Perdas de nitrogênio por volatilização**

Dentre os elementos minerais necessários às plantas, o N é o que mais limita o crescimento vegetal, sendo considerado um elemento de função estrutural nos vegetais, uma vez que faz parte da molécula de um ou mais composto orgânico (HAIM, 2009), além de

participar dos ciclos biogeoquímicos. É um dos nutrientes exigidos em maior quantidade pelas culturas, estando também entre os mais aplicados na forma de fertilizante (DUARTE, 2007).

As principais fontes nitrogenadas de fertilizantes inorgânicos consumidas no mundo são: ureia, sulfato de amônio, fosfato monoamônico (MAP), nitrocálcio, amônia anidra, aquamônia, uran, fosfato diamônio (DAP), nitrato de sódio, nitrato de cálcio e nitrofosfatos (HAIM, 2009). Dentre as formulações, a ureia é o fertilizante nitrogenado sintético mais utilizado no Brasil, principalmente devido ao seu menor custo por unidade de N em relação aos demais adubos nitrogenados (FRIES; ZANETTI, 2021).

O N aplicado ao solo sob a forma de adubos verdes ou fertilizantes minerais pode ter diferentes destinos: parte é absorvida pelas plantas; parte é perdida do sistema solo-planta por processos de lixiviação, erosão, volatilização e desnitrificação (DUARTE, 2007). Dentre as principais perdas do nutriente, a volatilização de N-NH<sub>3</sub> é considerada a principal, podendo chegar a 50% quando aplicado na forma de ureia, especialmente quando as condições edafoclimáticas são desfavoráveis (FRIES; ZANETTI, 2021).

A volatilização de N-NH<sub>3</sub> consiste no processo de passagem de N-NH<sub>3</sub> presente no solo à atmosfera, conforme a seguinte reação:  $\text{NH}_4 + \text{OH}^- \text{ (aquoso)} = \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 \text{ (gás)}$ . A N-NH<sub>3</sub> perdida por volatilização é proveniente da mineralização da matéria orgânica ou do fertilizante aplicado e sua perda envolve inicialmente a hidrólise catalisada pela urease, uma enzima extracelular produzida por bactérias, actinomicetos (bactérias gram-positivas, predominantemente filamentosas e com alto teor de citosina e guanina no seu DNA) e fungos de solo ou, ainda, originada de restos vegetais (HAIM, 2009).

A volatilização da amônia é afetada pelas condições de solo, como pH [perdas com pH 7,0 são praticamente nulas (0,5%), já com pH 9,2 chegam a 50% (SOARES, 2011)], umidade e temperatura, além de fatores inerentes ao tipo de fertilizante e a forma de aplicação ao solo. A presença de ventos e a aplicação superficial de fertilizantes também podem aumentar as perdas de N-NH<sub>3</sub> principalmente nos primeiros dias após a aplicação ao solo (FRIES; ZANETTI, 2021). Essas informações são reforçadas por Rojas et al. (2012), afirmando que as maiores perdas por volatilização em sistema plantio direto (SPD) ocorrem aos cinco dias após a aplicação do N na superfície do solo.

Quando aplicada ao solo, a ureia [CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>] é hidrolisada pela enzima urease (este processo pode levar de um a três dias, porém em SPD pode demorar mais se houver presença de palhada na superfície) resultando na formação de carbonato de amônio. O processo ocorre pelas seguintes reações:  $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{CO}_3^-]$  em solos com pH

menor que 6,3 e  $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{H}^+ + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NH}_4^+ + \text{HCO}_3^-]$  em solos com pH acima de 6,3 (NOVAIS et al., 2007). O carbonato de amônio se decompõe rapidamente, originando amônio, bicarbonato e hidroxila  $[(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- + \text{HCO}_3^-]$ , o que implica na elevação do pH (8,8 - 9,0) ao redor dos grânulos devido ao consumo de prótons ( $\text{H}^+$ ), no qual parte do amônio é convertido em amônia ( $\text{NH}_4^+ \text{OH}^- \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ) podendo se perder na atmosfera (TASCA et al., 2011).

Lima (2017) trabalhando com perdas de N (ureia) e altura de manejo de azevém verificou perdas insignificantes aos seis dias após a aplicação de N, porém do oitavo ao décimo quarto dia as perdas foram de 0,5 kg de N/ha/dia. Quando aplicada no pasto com 11,7 cm de altura, as perdas de N foram menores comparadas à aplicação com 25,1 cm, explicando que em alturas menores a biomassa microbiana do pasto é mais ativa, demandando maior quantidade de N para crescimento e reprodução, imobilização temporária do nutriente e diminuição da possibilidade das perdas.

Costa et al. (2004) pesquisaram sobre perdas de N por volatilização da amônia em três solos argilosos tratados com ureia e concluíram que os solos apresentam diferenças quanto às perdas, em função da composição mineralógica da fração argila e sob diferentes conteúdos de água, [solo com 8% de umidade gravimétrica (U) e solo saturado]. Os autores também constataram que solos menos intemperizados apresentaram menores perdas de N-NH<sub>3</sub> comparativamente aos solos mais intemperizados com teor de água de 8% (U). Porém, nos tratamentos com solos saturados não houve diferenças quanto às perdas de N-NH<sub>3</sub>. Adicionalmente, Duarte (2007) enfatizou que o aumento na dose de ureia resultou em maior volatilização e perdas.

Diante do cenário atual, com o aumento nos custos de produção decorrentes da elevação dos preços dos fertilizantes, fazendo-se necessário realizar estudos que consideram as perdas resultantes da aplicação desses insumos nos sistemas produtivos, buscando maior eficiência ambiental e econômica das propriedades agrícolas. Neste sentido, o uso de fontes nitrogenadas com inibidores e a incorporação do N em algumas culturas tem sido algumas das estratégias adotadas para garantir a eficiência técnica e viabilidade econômica das atividades agropecuárias.

### 3.4 Uso de inibidores da urease e associação de Duromide

O N é um nutriente altamente móvel e dinâmico, o que torna a eficiência do seu uso e a gestão deste, uma tarefa difícil. Após ser aplicado ao solo, o N sofre várias transformações passando por formas gasosas (amônia -  $\text{NH}_3$  e óxido nitroso -  $\text{N}_2\text{O}$ ), podendo ser volatilizado e, ainda, lixiviado na forma de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), resultando em uma baixa eficiência de utilização pelas culturas (ZAMAN et al., 2009). Raramente a eficiência de recuperação do N aplicado ultrapassa 50% (ABBASI et al., 2011).

Diante disto, a utilização de inibidores de urease e de nitrificação são tecnologias que vêm sendo testadas, uma vez que retardam a hidrólise e minimizam as perdas por volatilização até que a molécula de N seja incorporada ao solo pela chuva ou irrigação (OKUMURA; MARIANO, 2012). Dentre os inibidores de urease, o NBPT (tiofosfato de N-n-butiltriamida) é o de maior importância econômica e comercial. Para que o NBPT retarde a hidrólise causada pela urease, precisa ser convertido em NBPTO (fosfato de N-n-butil triamida), imitando a molécula da ureia para ser consumida pela enzima. A inibição pode ser competitiva, quando o NBPT atua no sítio de ação da enzima e, não competitiva, quando os cátions se ligam ao sítio ativo da enzima retardando o início da hidrólise (ZAMBIAZI et al., 2014). Em solos bem arejados esta conversão pode ser rápida (minutos ou horas), mas pode levar dias em solos inundados (WATSON, 2000).

A intensidade com que o NBPT aliado à ureia atua pode variar de acordo com as características do solo, bem como o manejo adotado e as condições ambientais, podendo reduzir em até 60% a volatilização de N- $\text{NH}_3$  nos primeiros dias posteriores a aplicação do fertilizante (CANTARELLA et al., 2008). Contudo, as perdas de N estão diretamente relacionadas às variáveis climáticas locais (CANTARELLA et al., 2009). Desta forma, Longo e Melo (2005) mostraram que a atividade da enzima urease é ampliada com o aumento da temperatura de 10 a 40 °C e, portanto, após a aplicação em superfície, o NBPT tende a possuir menor eficiência em temperaturas elevadas. Nessas condições há maior dissolução dos grânulos e evaporação da solução do solo, levando às perdas por volatilização. O NBPT se mostra mais eficiente em solos em que os valores de pH são mais elevados e os teores de matéria orgânica baixos (WATSON et al., 1994).

Com vistas a melhorar a eficácia do NBPT foi desenvolvido o Duromide, estabilizador responsável por inibir a atividade da enzima urease. Este estabilizador atua em conjunto com a molécula do NBPT, os resultados preliminares indicam que essa combinação é mais eficaz do

que apenas NBPT (KOCH, 2020). Segundo Cassim et al. (2021) o Duromide, principal ingrediente ativo do estabilizador Anvol<sup>®</sup>, tem uma estrutura química diferente do NBPT, com radicais que tornam a molécula mais estável, permitindo mais tempo para que o fertilizante nitrogenado seja incorporado ao solo por precipitação ou irrigação e, conseqüentemente, reduzindo as perdas de N por volatilização de N-NH<sub>3</sub>. Até o momento, há poucos estudos sobre o uso de Duromide + NBPT em solos subtropicais, pois o produto foi recentemente introduzido no mercado (2020/2021).

Cassim et al. (2021) na aplicação de 45 e 90 kg de N/ha, em milho segunda safra sob sistema de plantio direto, utilizaram os seguintes fertilizantes: ureia convencional; SuperN<sup>®</sup> conhecido internacionalmente como Agrotain<sup>®</sup> (ureia tratada com NBPT com concentração de 540 mg/kg de NBPT); e SuperN<sup>®</sup> PRO, conhecido internacionalmente como Anvol<sup>®</sup> (ureia tratada com concentração de 540 mg/kg de NBPT e 120 mg/kg de Duromide). Os fertilizantes nitrogenados foram aplicados a lanço, no estádio V4. A ureia com Duromide + NBPT foi a mais eficiente na redução da volatilização de N-NH<sub>3</sub> (35 a 54%) em comparação com ureia convencional nas doses de 45 e 90 kg N/ha, respectivamente. A nova tecnologia de estabilização Duromide + NBPT reduziu as perdas de N-NH<sub>3</sub> em até 33% em comparação com o NBPT sozinho.

Cassimiro (2020) avaliou a volatilização do N no solo e a produtividade do capim Marandu com a aplicação de fertilizantes nitrogenados de eficiência aumentada. O experimento foi constituído de quatro fontes nitrogenadas (ureia, nitrato de amônio, ureia + NBPT e ureia + Duromide), em duas doses de N (100 e 200 kg/ha/ano), mais o controle, sem adubação nitrogenada. As doses foram divididas em quatro aplicações, distribuídas a lanço. A produção acumulada do capim Marandu submetido a diferentes fontes de N, após cinco cortes, foi de: 7.438, 7.245, 9.590 e 10.811 kg de MS/ha para ureia; nitrato de amônio; ureia + NBPT e ureia + Duromide, respectivamente. Esta última, apresentando-se como a fonte mais eficiente sob condições climáticas de regiões tropicais. Portanto, esses estudos sugerem que a utilização de inibidores de urease aumentam a eficiência da adubação nitrogenada e podem incrementar o crescimento e a produtividade do capim Jiggs.

### **3.5 Incorporação do adubo nitrogenado**

Devido às grandes perdas de N por volatilização, quando aplicado superficialmente e sob condições edafoclimáticas desfavoráveis, tem-se recomendado a incorporação dos

fertilizantes nitrogenados amoniacais ou amídicos, reduzindo drasticamente as perdas de N pela volatilização da amônia (SANGOI et al., 2003). Contudo, para algumas culturas, a incorporação do N é inviável, em função dos danos causados pelas máquinas e implementos ao dossel das plantas, essencialmente quando estas se encontram em estádios fenológicos avançados. Por outro lado, há culturas onde o dano resultante da incorporação do N pode ser baixo, como por exemplo, forrageiras perenes de porte baixo a médio.

A estratégia de incorporar o N é eficaz para redução de perdas de insumos, porém aumenta-se o custo com operações mecanizadas, não havendo, portanto, uma solução clara para o problema. Dessa forma, existe uma tendência entre os produtores de se fazer adubações nitrogenadas a lanço, com intuito de reduzir os custos com aplicação e otimizar o uso de máquinas. Entretanto, estudos demonstram menor eficiência dos fertilizantes nitrogenados nessa forma de aplicação (BIESDORF et al., 2016).

Cabezas et al. (1997) avaliaram a quantidade de N que se perde por volatilização em áreas sob sistema de plantio direto, com presença de restos culturais sobre a superfície do solo. Em relação a ureia aplicada em superfície, a perda acumulada foi de 78%, porém, quando incorporada a 5 cm de profundidade no solo, apresentou perda menor que 5%. Da mesma forma, Sangoi et al. (2003) observaram que a aplicação superficial de ureia, tanto em solo arenoso, quanto em argiloso, aumentaram as perdas de N por volatilização de amônia, em relação à sua incorporação, independentemente do manejo dos restos culturais de aveia-preta (*Avena strigosa*), textura do solo, teor de matéria orgânica do solo e da CTC do solo.

Civardi et al. (2011) avaliaram a eficiência agrônômica e econômica do uso da ureia comum incorporada e da ureia revestida com polímeros em superfície, aplicadas na cultura do milho [ureia comum incorporada ao solo (104,40 kg de N/ha) a 7 cm de profundidade; ureia revestida com polímeros, aplicada em superfície (96,41 kg de N/ha); e ½ da dose de ureia revestida com polímeros, aplicada em superfície (49,44 kg de N/ha)]. A adubação nitrogenada foi realizada em uma única aplicação, quando a cultura do milho se encontrava no estágio V<sub>5</sub>. Com a ureia incorporada, foram observados melhores resultados na maioria dos parâmetros avaliados, quando comparados aos outros tratamentos. O rendimento de grãos foi de 6.567 kg/ha para ½ dose da ureia revestida com polímeros; 7.429 kg/ha para ureia revestida com polímeros e de 8.278 kg/ha para ureia comum. Levando em consideração a análise econômica da receita bruta e o custo estimado de produção, o lucro obtido foi de 274,32 reais/ha para ½ dose de ureia revestida com polímeros; 413,50 reais/ha para ureia revestida com polímeros e 779,44 reais/ha para ureia comum.

Em estudo semelhante, Silva et al. (2005) avaliaram épocas e métodos de aplicação de N no milho sob plantio direto em solo do cerrado, utilizando a ureia como fonte de N. O experimento foi realizado em esquema fatorial (4 x 2), sendo quatro épocas de aplicação de N (20 dias antes da semeadura, todo N na semeadura, 15 dias após a emergência e aos 35 dias) e duas formas de aplicação do N (superficial a lanço em área total e incorporado na entrelinha da cultura). O N aplicado incorporado e em superfície apresentaram diferenças quanto à produtividade de grãos de milho, em todas as épocas de aplicação: quando aplicado 20 dias antes da semeadura, a produtividade foi de 4.998 e 4.731 kg/ha, respectivamente; na semeadura a produtividade foi de 6.688 e 5.764 kg/ha, respectivamente; aplicado 15 dias após emergência, a produtividade foi de 6.604 e 6.187 kg/ha, respectivamente e aplicado aos 35 dias após emergência a produtividade foi de 5.254 e 4.613 kg/ha, respectivamente. Os resultados demonstram a vantagem da aplicação do N incorporado ao solo em relação a aplicação superficial.

Cabezas et al. (2000) estudaram a adubação nitrogenada em SPD de milho, utilizando como fonte de N a ureia. A aplicação foi de forma superficial e incorporada (5 a 7 cm), na dose de 100 kg de N/ha. Os autores avaliaram a produção de MS nas diferentes partes das plantas. A massa seca da parte aérea foi de 6.268 e 7.143 kg de MS/ha, de grãos de 5.616 e 6.096 kg de MS/ha e total de 13.299 e 14.401 kg de MS/ha, para aplicação de ureia superficial e incorporada, respectivamente.

Como evidenciado por estudos, a aplicação de fertilizantes nitrogenados de forma incorporada reduz as perdas de N por volatilização da amônia, medida direta ou indiretamente através da produtividade das culturas. Em relação às gramíneas forrageiras usadas para pastagem e fenação, estudos sobre este tema são escassos. Por isso, pesquisas são essenciais para avaliar a viabilidade econômica e técnica das formas de aplicação de fertilizantes nitrogenados em pastagens.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Caracterização do local

O experimento foi realizado em uma propriedade rural localizada no município de Dionísio Cerqueira – SC (latitude 26° 22 '12" S, longitude 53° 31' 07" W e altitude de 714 m). Segundo o Sistema Köppen, o clima do local é classificado como Cfa (temperado, úmido em todas as estações, com verão quente), com temperatura média de 18,8 °C e pluviosidade média anual de 2.233 mm (CLIMATE, 2022). O solo é classificado como Neossolo Litólico Eutrófico (EMBRAPA, 2013).

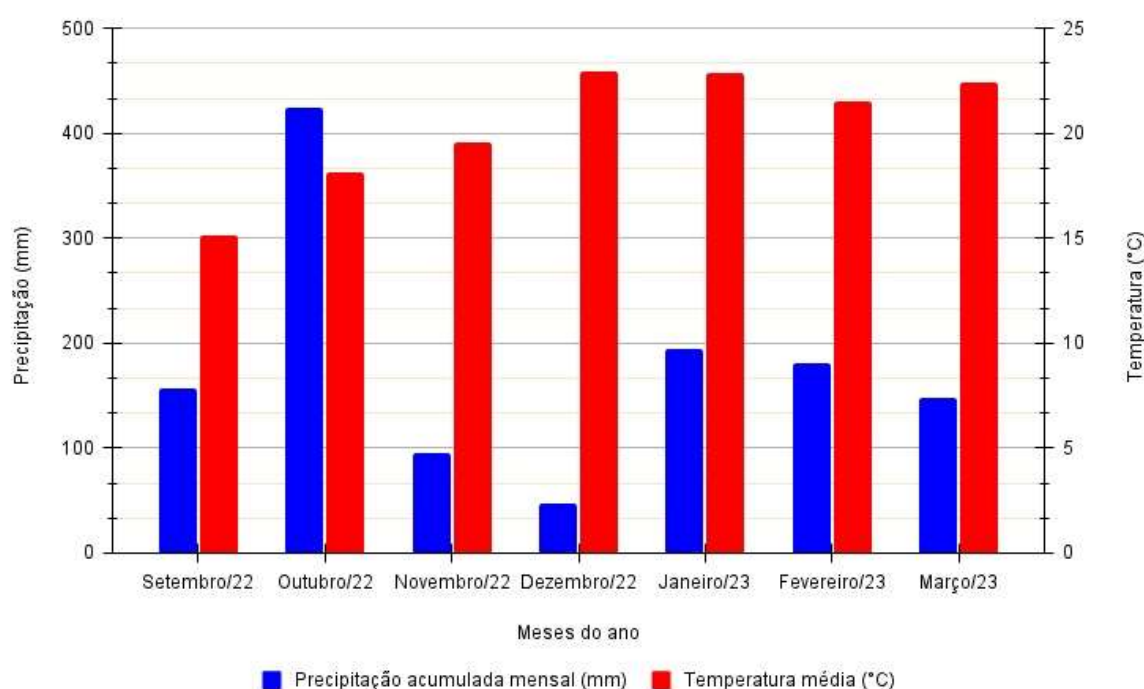


FIGURA 1 — Valores registrados de temperatura média e precipitação acumulada mensal. Dionísio Cerqueira – SC, 2022 – 2023 (Fonte: INMET, 2023).

### 4.2 Histórico da pastagem

A área experimental já vinha sendo utilizada com pastejo por bovinos leiteiros, sob o método de lotação rotacionada, com entrada dos animais quando o pasto atingia cerca de 30 cm. O capim Jiggs encontra-se estabelecido desde 2015, sua implantação foi realizada por meio de mudas, plantadas em covas de aproximadamente 10 cm de profundidade e espaçadas a cada 60 cm entre plantas e linhas. As mudas foram obtidas a partir do enraizamento de estacas em bandejas de isopor com substrato. No final do outono realizava-se, anualmente, a semeadura de

aveia-preta utilizando uma semeadora-adubadora específica para semeadura de espécies forrageiras de inverno, com objetivo de aproveitamento da área no período hibernal. Após cada pastejo, realizava-se a adubação com dejetos líquidos de bovinos, além da aplicação a lanço de ureia. Além disso, uma vez por ano foi realizado a aplicação de cama de aves (em média de 4 ton./ha/ano).

### **4.3 Tratamentos**

O experimento foi realizado em uma área de aproximadamente 400 m<sup>2</sup>, com quatro tratamentos e quatro repetições, totalizando 16 parcelas, com dimensões de 5 m de comprimento e 3 m de largura, cada uma, com corredores de 1,5 m de largura entre elas. Os tratamentos foram definidos em função da forma de aplicação de ureia na cultura, constituindo de: SNP (SuperN PRO<sup>®</sup>) - capim Jiggs fertilizado com ureia associada ao inibidor de urease aplicada de forma parcelada em quatro vezes na superfície (75 kg de N/ha/aplicação); UCS (ureia convencional superficial) - capim Jiggs fertilizado com ureia convencional aplicada de forma parcelada em quatro vezes na superfície (75 kg de N/ha/aplicação); UCI (ureia convencional incorporada) - capim Jiggs fertilizado com ureia convencional incorporada ao solo em aplicação singular (300 kg de N/ha); CON (controle) - capim Jiggs sem fertilização nitrogenada.

### **4.4 Condução e coleta de dados**

Em maio de 2022 foi realizada amostragem do solo da área experimental (0-10 cm), sendo, posteriormente, encaminhada ao laboratório para análise. Os resultados da análise do solo da área experimental estão disponíveis na Tabela 1. Com base nos resultados não foi necessário a correção do solo. A adubação de base foi realizada no início da primavera (26/09/2022), aplicando-se 160 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 150 kg/ha de K<sub>2</sub>O, em superfície. Foram utilizados superfosfato triplo (42% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e cloreto de potássio (60 % de K<sub>2</sub>O). Para a adubação fosfatada e potássica, assim como para interpretação da necessidade de correção da acidez, seguiu-se a recomendação do Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS-RS/SC, 2016) para gramíneas perenes de estação quente.

TABELA 1 — Percentual de argila e atributos químicos da camada 0-10 cm da área experimental.

Argila	pH/H <sub>2</sub> O	Índice SMP	P	K	M.O	Saturação Ca+Mg+K	m	H+Al
(%)	(1:1)		(mg/dm <sup>3</sup> )		(%)	(%)	(%)	(cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )
31,0	5,7	5,7	10,0	206,5	4,4	75,5	0,0	6,2

O experimento foi realizado no período de primavera-verão. O manejo do pasto iniciou com a roçada de uniformização no início da primavera (26/09/2022), usando roçadeira costal, rebaixando o material vegetal até 10 cm do solo e, posteriormente, retirando-o da área. A dose de 300 kg de N/ha foi definida com base em estudos com o capim Jiggs (ROECKER et al., 2011; ROCHA et al., 2002; MACCARI et al., 2019), além da expectativa de rendimento da cultura (CQFS-RS/SC, 2016), cuja referência foi a dose necessária para produzir 17 ton. MS/ha/ano.

Nos tratamentos com a aplicação de N na superfície, essas foram realizadas de forma manual, parceladas em quatro vezes: logo após a roçada de uniformização (30/09/22) e após o 1° (30/10/2022), 2° (12/12/2022) e 4° (29/01/2023) corte da pastagem, previamente às previsões meteorológicas de precipitação (previsões que se confirmaram, com ocorrência de precipitação). No tratamento com incorporação de N, a aplicação foi realizada no dia 03/10/2022 (aplicação única), aportando a dose total de N utilizando uma semeadora-adubadora, com espaçamento entrelinhas de 17 cm e profundidade de aplicação de 3 a 4 cm, aproximadamente.

Devido a presença da cigarrinha-das-pastagens (*Deois flavopicta*) e do percevejo-raspador-das-pastagens (*Collaria scenica*) com constatação de danos no desenvolvimento do Jiggs, foi necessário a aplicação do inseticida thiamethoxam 141 g/L + lambda-cyhalothrin 106 g/L (ENGEO PLENO™ S, dose, Syngenta Proteção de Cultivos Ltda., São Paulo, SP) no final da primavera (20/11/2022) e no verão (01/02/2023). Este produto está registrado para controle da primeira praga, porém para a última, não há registros oficiais para a forrageira. A dose do produto utilizada foi conforme recomendação da bula para a cigarrinha-das-pastagens, de 200 mL p.c./ha (MAPA, 2023).

As pastagens foram avaliadas sob regime de cortes, quando atingiam entre 25 e 30 cm de altura do dossel, mensurando-as com uma régua graduada (em cinco pontos por parcela) desde o solo até o dobramento das folhas. Em cada parcela, o corte do material foi realizado de forma aleatória, 10 cm acima do solo, utilizando-se um quadrado de 0,25 m<sup>2</sup> (0,5 × 0,5 m) com amparo de um podador manual a bateria. Após as coletas, o material remanescente foi cortado

a 10 cm do solo (altura de resíduo) e retirado das parcelas experimentais, uniformizando-as. Posteriormente, as amostras foram pesadas, homogeneizadas e divididas em duas subamostras.

Uma das subamostras foi utilizada para determinação do teor de MS (por meio da diferença de peso verde e peso seco), que foi utilizada para calcular a massa de forragem disponível (kg de MS/ha). A outra subamostra foi utilizada para determinar a composição botânica das pastagens e morfológica do Jiggs (lâmina foliar, colmo + bainha e material morto). Essas amostras foram alocadas em sacos de papel e submetidas a secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C até atingir peso constante, para determinação do teor de MS e sua participação na massa de forragem. A relação folha: colmo foi estimada dividindo-se a participação de lâminas foliares pela de colmo + bainha. A produção de forragem de cada corte foi estimada pela massa de forragem acima dos 10 cm (estrato superior). Para a produção de forragem por estações (primavera e verão), somou-se as produções de forragens dos cortes realizados nas mesmas. A produção de forragem total de cada tratamento foi obtida somando-se as produções de todos os cortes. Para estimar a taxa de acúmulo diário, foi dividido a produção de MS de cada corte pelo intervalo entre cortes (número de dias).

Para o cálculo do custo de produção por kg/MS, foi utilizado o custo do fertilizante, somado ao preço médio de hora máquina praticado na região Oeste de Santa Catarina para a aplicação de ureia via semeadora-adubadora ou a lanço. Em seguida, os custos foram somados e divididos pela produtividade de cada tratamento, obtendo assim, o custo adicional pela aplicação de N. Quanto ao fertilizante, foram consultados os preços praticados por cooperativas da região Oeste de Santa Catarina em abril de 2023, onde o custo médio da saca de 50 kg de Ureia Comum e SuperN<sup>®</sup> PRO foi de R\$ 110,00 e R\$ 135,90, respectivamente. Desta forma, calculou-se o preço por kg/N e multiplicou-se por 300 kg/ha (quantidade utilizada no experimento).

Para a aplicação de ureia superficial (via lanço), considerou-se o Lancer PPO 900 (Implementos Agrícolas Jan S/A., Não-Me-Toque, RS) para base de cálculo, por possuir largura útil de aplicação de ureia (12 m) condizente aos distribuidores dos prestadores de serviço consultados. Com base no manual, a velocidade do trator deverá ser de 7 km/h para a aplicação de ureia na dosagem aproximada à requerida no experimento (166,6 kg/ha). Para cálculo da capacidade de campo efetiva (ha/h), considerou-se a eficiência de campo de 70% para esta operação. O preço médio praticado pelos prestadores de serviço na região Oeste de Santa Catarina foi de R\$ 180,00/h máquina.

Para a aplicação de ureia incorporada (via semeadora-adubadora), considerou-se a Pampeana Série 02 modelo 17000 Vence Tudo<sup>®</sup> (Vence Tudo Indústria de Implementos Agrícolas Ltda., Ibirubá, RS) para base de cálculo, por possuir largura útil (2,89 m) condizente as semeadoras-adubadoras dos prestadores de serviço consultados. Com base no manual, a velocidade média do trator deverá ser de 6 km/h. Para cálculo da capacidade de campo efetiva (ha/h), considerou-se a eficiência de campo de 72,5% para esta operação (PACHECO, 2000). O preço médio praticado pelos prestadores de serviço na região Oeste de Santa Catarina foi de R\$ 238,00/h máquina.

#### **4.5 Delineamento experimental e análise dos dados**

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quatro repetições (parcelas), com medidas repetidas no tempo (estações). Para melhor organização dos dados, optou-se por agrupar os cortes por estações (primavera e verão). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F ( $P < 0,05$ ) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, por meio do procedimento MIXED do pacote estatístico *SAS University*.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desde a implantação do experimento até a realização do último corte transcorreram-se 175 dias, dos quais 84 dias de primavera e 91 dias de verão. Neste período foram realizados seis cortes dos pastos nos tratamentos com adubação nitrogenada, três na primavera e três no verão; e quatro no tratamento controle, dois na primavera e dois no verão.

Os intervalos médios entre cortes dos tratamentos com adubação nitrogenada, nas diferentes estações, foram de 28 e 30 dias, para primavera e verão, respectivamente. Já para o tratamento controle estes intervalos foram de 42 e 45 dias, para primavera e verão, respectivamente. Silva (2012) avaliou o Jiggs sob frequências de corte (14, 28 e 42 dias) durante as quatro estações, concluiu que cortes próximos aos 28 dias são mais recomendados para produção de forragem e relação folha: colmo na primavera e verão, e que, intervalos maiores modificam o dossel e diminuem essa relação. Desta forma, os tratamentos com aplicação de N estariam próximos do preconizado pelo autor.

A produção de forragem na primavera (Tabela 2) mostrou-se superior ao verão ( $F = 9,44$ ;  $g.l. = 1, 21$ ;  $P = 0,0058$ ), devido, principalmente, à presença significativa de azevém (*Lolium multiflorum*) e menor de aveia-preta (*Avena strigosa*) nos dois primeiros cortes dos pastos, remanescentes da semeadura realizada no período hibernar. Esses resultados também são efeitos das datas em que foi aplicado o N (três vezes na primavera e uma no verão). Tanto para a média de produção quanto para a produção total dos tratamentos, não foram observadas diferenças entre os pastos adubados com N, diferindo-se apenas do tratamento controle (Tabela 2).

TABELA 2 — Produção de forragem (kg de MS/ha) de pastos de capim Jiggs adubados com diferentes fontes e formas de aplicação de ureia.

Tratamento	Estação <sup>1</sup>		Média	CV (%)	Total
	Primavera	Verão			
SNP	7.100 ± 277	6.080 ± 166	6.590 A	8,4	13.181 ± 382 A
UCS	7.203 ± 191	6.975 ± 391	7.089 A	7,8	14.179 ± 304 A
UCI	6.762 ± 404	6.162 ± 670	6.462 A	8,6	12.925 ± 971 A
CON	5.739 ± 163	4.173 ± 247	4.956 B	11,2	9.913 ± 172 B
Média	6.701 a	5.847 b			12.549
CV (%)	5,6	7,1			10,13

<sup>1</sup>Dados (média ± EP) seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). SNP: Super N Pro<sup>®</sup> (300 kg de N/ha); UCS: ureia convencional superficial (300 kg de N/ha); UCI: ureia convencional incorporada (300 kg de N/ha); CON: controle (sem adubação).

Silva (2012), avaliando capim Jiggs durante a primavera e verão, obteve resultados inferiores aos encontrados neste trabalho, de 5.600 e 4.770 kg de MS/ha, respectivamente, sob frequência de cortes de 28 dias e fertilização de 400 kg de N/ha. Já Carvalho (2011), alcançou 13.300 kg de MS/ha com Jiggs, fertilizado com 400 kg de N/ha e submetido a frequência de corte de 28 dias, somando as estações da primavera e verão, valor semelhante ao encontrado nesta pesquisa quando consideramos a média dos tratamentos que receberam adubação nitrogenada (13.428 kg de MS/ha), tendo-se utilizado 100 kg de N/ha a menos, porém com maior teor de matéria orgânica do solo (4,4%) do que o solo experimental do referido autor (2,9%).

Quanto aos dados de acúmulo diário de forragem dos pastos (Tabela 3), na comparação das médias dos tratamentos ( $F = 10,78$ ;  $g.l. = 3,21$ ;  $P = 0,0002$ ), o menor valor encontrado foi naquele que não recebeu adubação nitrogenada, como já era esperado. Entre os pastos que receberam adubação nitrogenada, não foram observadas diferenças. Com relação as estações, as taxas de acúmulo diário foram mais elevadas na primavera. Valores similares foram obtidos por Anjos et al. (2016), de 84,0 e 67,8 kg de MS/ha, respectivamente para primavera e verão, avaliando Coastcross-1 adubada com 200 kg de N/ha e pastejada por bovinos leiteiros. Casagrande (2021) avaliou Tifton 85 fertilizado com 180 + *Azospirillum brasilense*, 230 e 280 kg de N/ha/ano, obtendo rendimentos para primavera e verão de 64,6 e 67,8; 71,4 e 65,8 e 69,6 e 75,7 para os respectivos tratamentos e estações.

TABELA 3 — Taxa de acúmulo diário (kg de MS/ha/dia) de pastos de capim Jiggs adubados com diferentes fontes e formas de aplicação de ureia.

Tratamento	Estação <sup>1</sup>		Média	CV (%)
	Primavera	Verão		
SNP	84,53 ± 3,30	66,82 ± 1,82	75,68 A	8,4
UCS	85,76 ± 2,28	76,66 ± 4,29	81,21 A	7,8
UCI	80,51 ± 4,81	67,72 ± 7,36	74,11 A	8,6
CON	68,33 ± 1,94	45,86 ± 2,71	57,09 B	11,1
Média	79,78 a	64,26 b		
CV (%)	5,6	7,0		

<sup>1</sup> Dados (média ± EP) seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). SNP: Super N Pro<sup>®</sup> (300 kg de N/ha); UCS: ureia convencional superficial (300 kg de N/ha); UCI: ureia convencional incorporada (300 kg de N/ha); CON: controle (sem adubação).

Em relação a composição botânica dos pastos (Tabela 4), houve interação entre estações e tratamentos. Na primavera houve diferenças na participação do Jiggs ( $F = 8,08$ ;  $g.l. = 3,21$ ;  $P = 0,0009$ ), com maior valor no tratamento com aplicação de ureia incorporada (UCI), comparativamente ao controle (CON). No verão, o tratamento controle apresentou a maior proporção de Jiggs na pastagem, enquanto os tratamentos SNP e UCI as menores, já o tratamento UCS não diferiu dos demais. Esta resposta não era esperada, pois com a adubação esperava-se um melhor desenvolvimento do capim Jiggs em relação às espécies de crescimento espontâneo [papuã (*Brachiaria plantaginea*), neste caso] (CORRÊA et al., 2007). Quanto a participação do Jiggs nas diferentes estações, apenas no tratamento UCI não houve diferença, para os demais, a participação foi superior no verão em relação a primavera. Isso se deve a última estação apresentar menor proporção de outras plantas.

TABELA 4 — Composição botânica de pastos de capim Jiggs adubados com diferentes fontes e formas de aplicação de ureia.

Tratamento	Estação <sup>1</sup>		Média	CV (%)
	Primavera	Verão		
	Jiggs (%)			
SNP	43,69 ± 2,99 ABb	66,35 ± 2,38 Ba	55,12	10,3
UCS	55,41 ± 3,28 ABb	75,13 ± 1,27 ABa	65,27	8,7
UCI	56,65 ± 4,69 Aa	70,11 ± 2,74 Ba	63,38	9,0
CON	32,37 ± 4,95 Bb	82,33 ± 1,61 Aa	57,35	9,9
Média	47,03	73,48		
CV (%)	10,9	3,3		
	Outros (%)			
SNP	53,62 ± 3,24 ABa	28,07 ± 2,60 Ab	40,84	14,6
UCS	41,95 ± 3,40 ABa	21,61 ± 1,11 ABb	31,78	18,8
UCI	40,98 ± 4,91 Ba	26,32 ± 3,30 Aa	33,65	17,8
CON	66,07 ± 5,15 Aa	11,91 ± 1,58 Bb	38,99	15,3
Média	50,65	21,98		
CV (%)	10,4	12,8		
	Material morto (%)			
SNP	2,70 ± 0,43 Ab	5,58 ± 0,63 Aa	4,14	20,2
UCS	2,64 ± 0,18 Aa	3,26 ± 0,33 Aa	2,95	28,4
UCI	2,38 ± 0,43 Aa	3,57 ± 0,64 Aa	2,97	28,2
CON	1,57 ± 0,46 Ab	5,77 ± 0,66 Aa	3,67	22,8
Média	2,32	4,54		
CV (%)	20,6	15,1		

<sup>1</sup> Dados (média ± EP) seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). SNP: Super N Pro<sup>®</sup> (300 kg de N/ha); UCS: ureia convencional superficial (300 kg de N/ha); UCI: ureia convencional incorporada (300 kg de N/ha); CON: controle (sem adubação).

A presença de outras plantas está inversamente proporcional com a participação do Jiggs, possivelmente devido à concorrência por nutrientes, água e luz entre elas (AGUIRRE et al., 2018). A maior participação de outras plantas na primavera pode ser explicada pela alta presença de azevém (*L. multiflorum*) e, em menor proporção, de aveia-preta (*A. strigosa*). A presença destas espécies hibernais foi favorecida pela ocorrência de baixas temperaturas, que

iniciaram na segunda quinzena de agosto e prolongaram-se até o início de novembro (INMET, 2022). No verão foi verificado a presença de papuã (*B. plantaginea*), porém, este representou menor proporção na forragem, em especial no tratamento controle. Além disso, no verão o Jiggs já estava mais desenvolvido, tendo mais condições de concorrer com as plantas de crescimento espontâneo.

Com relação à presença de material morto, houve interação entre tratamentos e estações ( $F = 3,80$ ;  $g.l. = 3,21$ ;  $P = 0,0255$ ), porém, só foram verificadas diferenças entre as estações para os tratamentos SNP e CON, com maiores valores observados no verão. Os resultados são contrários aos reportados por Silva (2012), que obteve maiores valores de material morto na primavera (4,35%) quando comparado ao verão (3,17%) em Jiggs avaliado a cada 28 dias.

Para a composição morfológica do Jiggs (Tabela 5) houve efeito significativo de tratamento. As maiores participações de folha ( $F = 21,19$ ;  $g.l. = 3,21$ ;  $P < 0,0001$ ) foram obtidas nos pastos que receberam adubação nitrogenada (SNP, UCS e UCI), comparativamente aquele que não recebeu. Quanto as estações, os maiores valores foram encontrados na primavera. A presença de folhas é inversamente proporcional à presença de colmo na pastagem. Esse desempenho pode ser atribuído aos menores intervalos de corte e ao maior índice de área foliar residual, que assegura uma rápida recuperação inicial, devido à interceptação luminosa eficiente (CARVALHO, 2011).

TABELA 5 — Composição morfológica e relação folha/colmo de pastos de capim Jiggs adubados com diferentes fontes e formas de aplicação de ureia.

Tratamento	Estação <sup>1</sup>		Média	CV (%)
	Primavera	Verão		
	Folha (%)			
SNP	59,51 ± 0,66	55,29 ± 0,21	57,40 A	2,8
UCS	57,15 ± 0,85	55,82 ± 0,74	56,48 A	2,9
UCI	58,55 ± 1,09	56,41 ± 0,92	57,48 A	2,8
CON	50,51 ± 1,04	48,87 ± 1,73	49,69 B	3,3
Média	56,43 a	54,10 b		
CV (%)	2,1	2,1		
	Colmo (%)			
SNP	40,49 ± 0,66	44,71 ± 0,21	42,60 B	3,8
UCS	42,86 ± 0,85	44,18 ± 0,74	43,52 B	3,6
UCI	41,45 ± 1,09	43,59 ± 0,92	42,52 B	3,8
CON	49,49 ± 1,04	51,13 ± 1,73	50,31 A	3,2
Média	43,57 b	45,90 a		
CV (%)	2,7	2,4		
	Relação folha: colmo			
SNP	1,47 ± 0,04	1,24 ± 0,01	1,36 A	5,8
UCS	1,34 ± 0,05	1,27 ± 0,04	1,30 A	6,0
UCI	1,42 ± 0,07	1,30 ± 0,05	1,36 A	5,7
CON	1,03 ± 0,04	0,97 ± 0,07	1,00 B	7,8
Média	1,32 a	1,19 b		
CV (%)	4,6	4,1		

<sup>1</sup> Dados (média ± EP) seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). SNP: Super N Pro<sup>®</sup> (300 kg de N/ha); UCS: ureia convencional superficial (300 kg de N/ha); UCI: ureia convencional incorporada (300 kg de N/ha); CON: controle (sem adubação).

A maior participação de colmo no pasto sem adubação nitrogenada pode ser relacionada a deficiência de N na planta, o que resultou em menor crescimento das folhas e, conseqüentemente, alongamento do colmo. Segundo Silva et al. (2011), após cada corte da pastagem se inicia o processo de rebrota com o objetivo de refazer a área foliar e crescer novamente. Durante esse período são produzidas, principalmente, folhas e o acúmulo de colmo

e material morto é muito pequeno. Por fim, os autores complementam que em cortes a partir de 30 cm, associados a falta de adubação nitrogenada, a participação de colmos na forragem aumenta gradativamente.

A relação folha: colmo foi afetada pelos diferentes tratamentos ( $F = 19,71$ ;  $g.l. = 3,21$ ;  $P < 0,0001$ ) e estações ( $F = 10,08$ ;  $g.l. = 1,21$ ;  $P = 0,0046$ ). Nesta variável fica clara a influência da adubação nitrogenada no acúmulo de folhas, com maiores relações no Jiggs dos pastos que receberam adubação nitrogenada, independentemente da fonte ou da forma de aplicação, comparativamente ao do pasto sem adubação nitrogenada. Ainda, na primavera foram encontrados valores superiores àqueles obtidos no verão.

Silva et al. (2011), obtiveram maior relação folha: colmo para cortes próximos a 30 cm associados ao aporte de N, que proporcionou um crescimento acelerado dos pastos. Cassim (2021) aplicou 45 e 90 kg de SNP/ha (ureia + Duromide + NBPT) e obteve resultados expressivos em ambas as doses, resultando em menores perdas por volatilização, maior disponibilização de N e, conseqüentemente, aumento no crescimento da área foliar das plantas. Desta forma, pode-se explicar que o tratamento controle (CON), por não receber aporte de N, reduziu o crescimento foliar e teve maior alongamento de colmos, o que contribuiu para a menor relação folha: colmo comparativamente aos demais tratamentos. Além disso, os menores valores encontrados no verão, podem ser relacionados ao estágio de desenvolvimento vegetativo mais avançado das plantas, fazendo com que haja maior acúmulo de colmo em relação as folhas (AGUIRRE et al., 2016).

O custo adicional, por kg de MS produzida, proveniente da aplicação de N no Jiggs (Tabela 6) não apresentou diferenças entre os tratamentos ( $F = 3,78$ ;  $g.l. = 2$ ;  $P = 0,0645$ ). Porém, sabe-se que as produções de MS foram iguais entre os tratamentos com adubação nitrogenada (Tabela 2) e, os custos por ha, para a aplicação do N de foram de R\$ 1.595, R\$ 1.712 e R\$ 1.878 para os tratamentos UCS, UCI e SNP, respectivamente. Desta forma, o valor da adubação com ureia convencional aplicada superficialmente (UCS) é 6,83 e 15,11% inferior ao valor da adubação com UCI e SNP, respectivamente. Assim, com condições meteorológicas adequadas a aplicação de ureia convencional de forma superficial se mostra mais vantajosa.

TABELA 6 — Custo adicional em pastos de capim Jiggs adubados com diferentes fontes e formas de aplicação de ureia.

Tratamento	Custo adicional (R\$/kg de MS) <sup>1</sup>
SNP	0,1425 A
UCS	0,1125 A
UCI	0,1325 A
CON	-
CV (%)	12,2

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). SNP: Super N Pro<sup>®</sup> (300 kg de N/ha); UCS: ureia convencional superficial (300 kg de N/ha); UCI: ureia convencional incorporada (300 kg de N/ha); CON: controle (sem adubação).

Apesar de elevar o custo de produção, a adubação nitrogenada mostrou-se vantajosa, tendo em vista que no mesmo período de avaliação foi realizado dois cortes a mais do que no tratamento sem adubação (otimizando o uso da área), o que proporcionou elevação da produção e da taxa de acúmulo diário de forragem (Tabelas 2 e 3). Além disso, incrementou a relação folha: colmo (Tabela 5), que está ligada diretamente a qualidade nutricional da forragem (OLIVEIRA et al., 2000). Ademais, a falta de N nas pastagens aumenta rapidamente sua degradação e, conseqüentemente, representa prejuízos ao produtor.

## 6. CONCLUSÕES

Considerando que as aplicações superficiais de ureia foram realizadas previamente às previsões de precipitação, e que ocorreram altos valores de precipitação acumulada logo após a aplicação de ureia incorporada [Figura 1 (aumentando as perdas por lixiviação nos primeiros dias do experimento)]: as diferentes fontes ou formas de aplicação de ureia não alteram a produção de matéria seca e a taxa de acúmulo diário dos pastos de capim Jiggs. Todavia, a não aplicação de N implica em menor produção da cultura. Portanto, a adubação nitrogenada é vantajosa e necessária para obtenção de maiores produtividades de pastos de capim Jiggs.

Da mesma maneira as diferentes fontes ou formas de aplicação de ureia não alteram a relação folha: colmo do capim Jiggs. Por sua vez, a não aplicação de N em pastos de capim Jiggs faz com que ocorra redução nesta relação. Assim, é imprescindível a utilização de adubação nitrogenada, a qual acelera o crescimento foliar e proporciona menores intervalos entre cortes, diminuindo o alongamento do colmo da planta e melhorando sua qualidade.

Em relação ao custo adicional (R\$/ha) pelo uso de N, recomenda-se a utilização da UCS (quando o produtor realizar a aplicação previamente às previsões de precipitação). Contudo, a utilização da UCI também deve ser considerada, uma vez que apresentou a mesma produção que as demais, e não fará necessário qualquer aplicação via lanço ao longo do ano. A escolha da forma de aplicação deve estar associada a utilização do implemento disponível ou que apresente menor custo por área e maior praticidade para a realização da operação, dentro da condição de cada propriedade.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBASI, M. K.; HINA, M.; TAHIR, M. M. Effect of *Azadirachta indica* (neem), sodium thiosulphate and calcium chloride on changes in nitrogen transformations and inhibition of nitrification in soil incubated under laboratory conditions. **Chemosphere**, v. 82, n. 11, p. 1629-1635, 2011.

AGUIRRE, P. F. et al. Forage yield of Coastcross-1 pastures inoculated with *Azospirillum brasilense*. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, v. 40, p. 1-8, 2018.

AGUIRRE, P. F. et al. Valor nutritivo de pastagens de Coastcross-1 em consórcio com diferentes leguminosas de ciclo hibernal. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 68, n. 1, p.173-181, 2016.

ANJOS, A. N. A. et al. Forage yield in pastures with bermuda grass mixed with different legumes. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 38, n. 3, p. 261-266, 2016.

BERNARDI, A.; SILVA, A. W. L.; BARETTA, D. Estudo metanalítico da resposta de gramíneas perenes de verão à adubação nitrogenada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 2, p. 545-553, 2018.

BIESDORF, E. V. et al. Métodos de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em solo de cerrado. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 3, n. 1, p. 44-50, 2016.

BRANDSTETTER, E. V. **Influência do capim-Jiggs sob os parâmetros de produção e qualidade do leite em sistema de lotação intermitente**. 2016. 45 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Programa de pós-graduação em Zootecnia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, GO.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **AGROFIT: sistema de agrotóxicos fitossanitários**. Disponível em: <[https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 02 maio. 2023.

CABEZAS, W. A. R. L. et al. Balanço da adubação nitrogenada sólida e fluida de cobertura na cultura de milho, em sistema plantio direto no triângulo mineiro (MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 363-376, 2000.

CABEZAS, W. A. R. L.; KORNDORFER, G. H.; MOTTA, S. A. Volatilização de NH<sub>3</sub> na cultura de milho: II. Avaliação de fontes sólidas e fluídas em sistema de plantio direto e convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 21 p. 489-496, 1997.

CANTARELLA, H. et al. Ammonia volatilization and yield of maize with urea treated with urease inhibitor. **Nitrogen Workshop**, p. 129-130, 2009.

CANTARELLA, H. et al. Ammonia volatilisation from urease inhibitor-treated urea applied to sugarcane trash blankets. **Scientia Agricola**, v. 65, n. 4, p. 397-401, 2008.

CARVALHO, M. S. S. **Desempenho agrônomo e análise de crescimento de capins do gênero *Cynodon* em resposta à frequência de corte.** 2011. 95 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

CASAGRANDE, L. G. **Produção e valor nutritivo de pastagens de Tifton-85 sobressemeadas com azevém e inoculadas com *Azospirillum brasilense*.** 2021. 46 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

CASSIM, B. M. A. R. et al. Duromide increase NBPT efficiency in reducing ammonia volatilization loss from urea. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 45, p. 1-12, 2021.

CASSIMIRO, J. B. **Volatilização, nitrogênio no solo e produtividade de Capim Marandu com a aplicação de fertilizantes nitrogenados com eficiência aumentada.** 2020. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Universidade Estadual Paulista, Dracena, SP.

CASTAGNARA, D. D. et al. Produção de forragem, características estruturais e eficiência de utilização do nitrogênio em forrageiras tropicais sob adubação nitrogenada. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 4, p. 1637-1648, 2011.

CIVARDI, E. A. et al. Ureia de liberação lenta aplicada superficialmente e ureia comum incorporada ao solo no rendimento do milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 1, p. 52-59, 2011.

Clima Dionísio Cerqueira. **Climate Data**, 2012. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/santa-catarina/dionisio-cerqueira-43598/>>. Acesso em: 22 mai. 2022.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO- RS/SC - CQFS-RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** Santa Maria, SBCS - Núcleo Regional Sul, 2016. 376 p.

CORRÊA, L. A.; et al. Efeito de fontes e doses de nitrogênio na produção e qualidade da forragem de capim-*coastcross*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 763-772, 2007.

COSTA, A. C. S. et al. Perdas de nitrogênio por volatilização da amônia em três solos Argilosos tratados com uréia. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 26, n. 4, p. 467-473, 2004.

DUARTE, D. S. A. **Perdas de amônia por volatilização em solo tratado com uréia, na presença de resíduos culturais.** 2007. 65 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

DUARTE, F. M. **Perdas de nitrogênio por volatilização de amônia e eficiência da adubação nitrogenada na cultura do arroz irrigado,** 2006. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

EMBRAPA. **Solos do Brasil: Os solos do Brasil.** 2013. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-solos-brasileiros/solos-do-brasil>>. Acesso em: 17 jun. 2022.

FRANÇA, A. F. S. et al. Parâmetros nutricionais do Capim-Tanzânia sob doses crescentes de nitrogênio em diferentes idades de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 4, p. 695-703, 2007.

FRIES, E. G.; ZANETTI, M. K. **Perdas de nitrogênio por volatilização de amônia em função da aplicação de cama de aves e uréia em Tifton 85**, 2021. 23 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) - Curso de Bacharelado em Agronomia, Instituto Federal de Santa Catarina, São Miguel do Oeste, SC.

HAIM, P. G. **Perdas de nitrogênio por volatilização e lixiviação provenientes de fertilizantes granulados NK e NS**. 2009. 71 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. **Banco de dados meteorológicos**. Dados mensais. Estação meteorológica de Dionísio Cerqueira – Cód. A848, 2022 – 2023. INMET: 2023. Disponível em: < <https://bdmep.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 29 jun. 2023.

Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. **Balanço: Primavera 2022 teve o mês de novembro mais frio nos últimos 46 anos**. Disponível em: < <https://portal.inmet.gov.br/noticias/balan%C3%A7o-primavera-2022-foi-de-chuvas-acima-da-m%C3%A9dia-e-baixas-temperaturas-no-brasil>>. Acesso em: 26 mai. 2023.

JOCHIMS, F.; SILVA, A. W. L.; PORTES, V. M. Espécies forrageiras mais utilizadas em pastagens na Região Oeste de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v. 30, n. 3, p. 15-18, 2017.

JÚNIOR, J. L.; MONTEIRO, F. A. Perfilhamento, área foliar, e sistema radicular do Capim-Mombaça submetido a combinações de doses de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 5, p. 1068-1075, 2003.

KOCH SERVIÇOS AGRONÔMICOS. **Proteção de nutrientes acima do solo**, 2020. Disponível em: <<https://kochagronomicservices.com/solutions/nutrient-protection/>>. Acesso em: 20 mai. 2022.

LANNA, A. C. et al. Atividade de urease no solo com feijoeiro influenciada pela cobertura vegetal e sistemas de plantio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 1933-1939, 2010.

LIMA, R. C. **Adubação de sistemas: volatilização de amônia em área de integração lavoura-pecuária em experimento de longa duração**. 2018. 96 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, PR.

LONGO, R. M.; MELO, W. J. Hidrólise da uréia em latossolos: efeito da concentração de uréia, temperatura, pH, armazenamento e tempo de incubação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 651-657, 2005.

MACCARI, M. et al. Resposta do Jiggs à adubação nitrogenada e alturas de corte. **Colloquium Agrariae**, v. 15, n. 1, p. 74-84, 2019.

MATOS, O. I. T. **Adubação nitrogenada, parcelada ou singular, em pastagem irrigada de *Cynodon spp.*** 2017. 67 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, PR.

NOVAIS, R. F. et al. **Fertilidade do Solo**. 1. ed. Viçosa: SBCS, 2007. 1017p.

OKUMURA, R. S.; MARIANO D. C. Aspectos Agronômicos da ureia tratada com inibidor de urease. **Revista Ambientia**, v. 8, n. 2, p. 403-414, 2012.

OLIVEIRA, M. A. et al. Rendimento e Valor Nutritivo do Capim-Tifton 85 (*Cynodon spp.*) em Diferentes Idades de Rebrotas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 1949-1960, 2000.

PACHECO, E. P. Seleção e custo operacional de máquinas agrícolas. **Embrapa Acre**, 2000. 21 p.

PRIMAVESI, A. C. et al. Adubação nitrogenada em Capim-*Coast cross*: Efeito na extração de nutrientes e recuperação aparente do nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 1, p. 68-78, 2004.

QUARESMA, J. P. S. et al. Produção e composição bromatológica do capim-tifton 85 (*Cynodon spp.*) submetido a doses de nitrogênio. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n. 2, p. 145-150, 2011.

RADÜNZ, E. **A estrutura de gramíneas do gênero *Cynodon* e o comportamento ingestivo de equinos**. 2005. 53 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

REZENDE, A. V. et al. Características estruturais, produtivas e bromatológicas dos capins Tifton 85 e Jiggs fertilizados com alguns macronutrientes. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p. 1507-1518, 2015.

ROCHA, G. P. et al. Adubação nitrogenada em gramíneas do gênero *Cynodon*. **Ciência Animal Brasileira**, v. 3, n. 1, p. 1-9, 2002.

ROECKER, J. R.; GAI, V. F.; MOREIRA, G. C. Adubação nitrogenada em grama Jiggs. **Cultivando o saber**, v. 4, n. 3, p. 140-147, 2011.

ROJAS, C. A. L. et al. Volatilização de amônia da ureia alterada por sistemas de preparo de solo e plantas de cobertura invernais no Centro-Sul do Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 1, p. 261-270, 2012.

ROSSETTO, K. E. **Produtividade da forrageira Jiggs em dois sistemas de manejo**. 2017. 42 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, SC.

SANGOI, L. et al. Volatilização de N-NH<sub>3</sub> em decorrência da forma de aplicação de uréia, manejo de resíduos e tipo de solo, em laboratório. **Ciência Rural**, v. 33, n. 4, p. 687-692, 2003.

SILVA, A. C. F. et al. Alternativa de Manejo de Pastagem Hiberna: Níveis de Biomassa de Lâmina Foliar Verde. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 34, n. 2, p. 472-478, 2005.

SILVA, E. C. et al. Épocas e formas de aplicação de nitrogênio no milho sob plantio direto em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29 p. 725-733, 2005.

SILVA, F. R. D.; GAI, V. F.; MOREIRA, G. C. Matéria seca e proteína bruta da grama Jiggs em diferentes alturas e épocas de corte. **Cultivando o saber**, v. 4, n. 4, p. 48-54, 2011.

SILVA, V. J. **Desempenho produtivo e análise de crescimento de capins do gênero *Cynodon* em resposta à frequência de desfolhação**. 2012. 84 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

SOARES, J. R. **Efeito de inibidores de urease e de nitrificação na volatilização de NH<sub>3</sub> pela aplicação superficial de ureia no solo**. 2011. 89 P. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Curso de Pós-Graduação em Agricultura Tropical e Subtropical, Instituto Agrônomo, Campinas, SP.

TASCA, F. A. et al. 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.

TELES, J. S. **Desenvolvimento do capim Jiggs em diferentes graus de compactação em solos de Santa Catarina**. 2019. 77 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC.

WATSON, C. J, et al. Soil properties and the ability of the urease inhibitor N-(n-butyl) thiophosphoric triamide (nBTPT) to reduce ammonia volatilization from surface-applied urea. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 26, n. 9, p. 1165-1171, 1994.

WATSON, C.J. **Urease activity and inhibition: principles and practice**. The International Fertiliser Society, 2000. 40p.

ZAMAN, M. et al. Effect of urease and nitrification inhibitors on N transformation, gaseous emissions of ammonia and nitrous oxide, pasture yield and N uptake in grazed pasture system. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 41, p. 1270-1280, 2009.

ZAMBIAZI, M. P. et al. Perdas de nitrogênio por volatilização de amônia através da aplicação de ureia em solos agrícolas. **Anais...** 1º Simpósio de Agronomia e Tecnologia em Alimentos – AGROTEC. p. 1-6, 2014.

## APÊNDICES

TABELA 7 — Datas de realização dos cortes da pastagem.

Tratamentos	Cortes					
	1º	2º	3º	4º	5º	6º
SNP	25/10/2022	01/12/2022	19/12/2022	20/01/2023	16/02/2023	20/03/2023
UCS	25/10/2022	01/12/2022	19/12/2022	20/01/2023	20/02/2023	20/03/2023
UCI	27/10/2022	01/12/2022	19/12/2022	20/01/2023	20/02/2023	20/03/2023
CON	26/10/2022	-	13/12/2022	24/01/2023	-	10/03/2023

TABELA 8 — Datas das aplicações de nitrogênio na pastagem.

Tratamentos	Aplicações			
	1º	2º	3º	4º
SNP	30/09/2022	30/10/2022	12/12/2022	29/01/2023
UCS	30/09/2022	30/10/2022	12/12/2022	29/01/2023
UCI	03/10/2022	-	-	-
CON	-	-	-	-