

UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL

CAMPUS DE CERRO LARGO

CURSO DE AGRONOMIA

MÁRCIO GABATZ

**FONTES DE NITROGÊNIO MINERAL EM MILHO PARA PRODUÇÃO DE
SILAGEM**

CERRO LARGO

2021

MÁRCIO GABATZ

**FONTES DE NITROGÊNIO MINERAL EM MILHO PARA PRODUÇÃO DE
SILAGEM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Renan Costa Beber Vieira

CERRO LARGO

2021

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Gabatz, Márcio

Fontes de nitrogênio mineral em milho para produção de silagem / Márcio Gabatz. -- 2021.

41 f.

Orientador: Professor Doutor Renan Costa Beber Vieira

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo, RS, 2021.

I. Vieira, Renan Costa Beber, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

MÁRCIO GABATZ

**FONTES DE NITROGÊNIO MINERAL EM MILHO PARA PRODUÇÃO DE
SILAGEM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:
07/05/2021

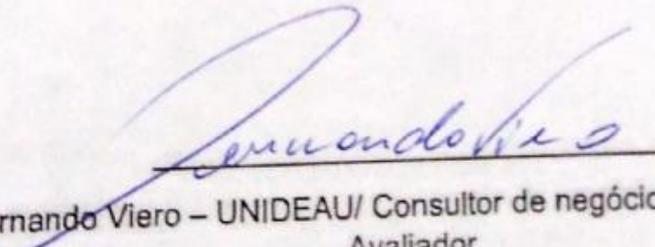
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Renan Costa Beber Vieira – UFFS
Orientador



Prof. Dr. Douglas Rodrigo Kaiser – UFFS
Avaliador



Prof. Dr. Fernando Viero – UNIDEAU/ Consultor de negócios STROBEL Sementes
Avaliador

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar se as diferentes fontes de nitrogênio e os aditivos melhoram a produtividade de massa verde de milho e se são mais viáveis quando comparadas com a ureia. O experimento foi conduzido no ano de 2019 em Ubiretama-RS, em Latossolo Vermelho, com delineamento inteiramente casualizado com parcelas de 6 x 8 m, com 5 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram os fertilizantes nitrogenados (dose de 100 kg ha⁻¹ de N em cobertura) ureia, nitrato de amônio, ureia mais inibidor de urease (NBPT), sulfato de amônio mais inibidor de nitrificação (DMPP) e testemunha sem aplicação de nitrogênio em cobertura. As aplicações foram parceladas em 50% entre os estádios V3 e V4 e 50% entre os estádios V7 e V8. Foram realizadas as avaliações de altura da planta e de inserção da espiga, massa do colmo, folhas e espigas, número de fileiras de grãos por espiga, número de folhas verdes e secas, diâmetro do colmo e espiga, comprimento da espiga e a massa verde. A aplicação de nitrogênio em cobertura aumentou a produtividade de massa verde, o tratamento com ureia apresentou a maior produtividade de massa verde, diferindo estatisticamente do tratamento a onde não ocorreu aplicação de nitrogênio em cobertura, este tratamento também apresentou a melhor viabilidade econômica, resultado contraditório ao esperado.

Palavras-chave: Nitrato de amônio. Inibidor de Urease. Inibidor de Nitrificação. Viabilidade econômica.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate if the different sources of nitrogen and the additives improve the productivity of green corn mass and if they are more viable when compared with urea. The experiment was carried out in 2019 in Ubiretama-RS, in an Rhodic Ferralsol, with a completely randomized design with plots of 6 x 8 m, with 5 treatments and 4 repetitions. The treatments were nitrogen fertilizers (dose of 100 kg ha⁻¹ of N in cover) urea, ammonium nitrate, urea plus urease inhibitor (NBPT), ammonium sulfate plus nitrification inhibitor (DMPP) and control without nitrogen application in coverage. Applications were split in 50% between stages V3 and V4 and 50% between stages V7 and V8. Assessments of plant height and ear insertion, stem mass, leaves and ears, number of rows of grains per ear, number of green and dry leaves, stem and ear diameter, ear length and green mass were carried out. The application of nitrogen in coverage increased the productivity of green mass, the treatment with urea showed the highest productivity of green mass, differing statistically from the treatment where there was no application of nitrogen in coverage, this treatment also showed the best economic viability, a contradictory result. than expected.

Keywords: Ammonium nitrate. Urease inhibitor. Nitrification inhibitor. Economic viability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Rendimento de massa verde de milho em função das fontes de nitrogênio	29
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Atributos químicos das camadas 0-10 e 10-20 cm do solo da área do experimento.....	22
Tabela 2: Tratamentos utilizados no experimento	23
Tabela 3: Altura de inserção da espiga, altura da planta e massa do colmo mais o pendão em função das fontes de nitrogênio aplicadas.....	26
Tabela 4: Massa da espiga, comprimento da espiga e diâmetro da espiga, número de folhas verdes e secas e massa das folhas em função das fontes de nitrogênio aplicadas	27
Tabela 5: Número de fileiras de grãos, diâmetro do colmo abaixo da espiga, diâmetro do colmo acima da espiga em função das fontes de nitrogênio aplicadas.	28
Tabela 6: Custo da fonte de N e o custo da fonte de nitrogênio por tonelada de massa verde.....	30

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
1.1 OBJETIVO GERAL	8
1.1.1 Objetivos específicos.....	8
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
2.1 PRODUÇÃO LEITEIRA.....	9
2.2 PRODUÇÃO DE MILHO PARA SILAGEM.....	10
2.2.1 Manejo da cultura do milho	11
2.2.2 Ponto de colheita e ensilagem do milho	12
2.2.3 Necessidades nutricionais do milho	13
2.2.2.1 Nitrogênio	14
2.3 FONTES DE NITROGÊNIO	17
2.3.1 Ureia	17
2.3.2 Nitrato de amônio	18
2.3.3 Ureia com inibidor de urease NBPT.....	19
2.3.4 Fertilizante nitrogenado com inibidor de nitrificação DMPP	20
2.4 VIABILIDADE ECONÔMICA DAS FONTES DE NITROGÊNIO.....	21
3 MATERIAL E MÉTODOS	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1 VIABILIDADE ECONÔMICA.....	30
5 CONCLUSÕES	32
REFERÊNCIAS.....	33

1 INTRODUÇÃO

No Brasil e no mundo todo o milho tem uma importância muito grande na economia, alimentação humana e animal. O grão de milho é um dos principais ingredientes para a formulação de concentrados para bovinos, tanto de corte quanto de leite. Mas o uso da planta inteira de milho também tem grande importância na alimentação animal, fornecendo aos animais um alimento volumoso de alta qualidade.

De acordo com o censo agropecuário, o Brasil possui 5.073.324 estabelecimentos agropecuários, onde pouco mais de 15 milhões de pessoas estão envolvidas nessa atividade (IBGE, 2017). Diversas atividades são desenvolvidas nessas propriedades, e a atividade leiteira é uma delas, sendo que esta atividade está presente em aproximadamente 25% dos estabelecimentos agropecuários

Na região noroeste do Rio Grande do Sul a atividade leiteira tem uma importância muito grande, pois predominam nessa região pequenas propriedades de agricultura familiar, sendo esta a principal atividade geradora de renda (MANTELLI, 2006).

Nas propriedades produtoras de leite do RS, 94,5% utiliza o sistema de produção leite a base de pasto, e a utilização da silagem para alimentação do rebanho leiteiro está presente em 86,16% das propriedades (RIES, 2019).

Existem diversas plantas forrageiras que podem ser usadas na produção da silagem, mas o milho é uma das culturas mais utilizadas no Brasil, pois apresenta um alto valor nutritivo, e é fácil de ser realizada a confecção da silagem de milho (PASA, 2015).

O milho é uma cultura altamente exigente em adubação nitrogenada, dessa forma o manejo da adubação nitrogenada é muito importante, visto ainda o seu complexo ciclo e as inúmeras reações no solo, e geralmente é o elemento mais caro no sistema de produção (CANTARELLA; MARCELINO, 2008). O problema da adubação nitrogenada no milho são as suas perdas por volatilização, lixiviação e a desnitrificação (LARA CABEZAS et al., 2000).

Devido as grandes perdas de N, uma das estratégias é a utilização de fontes de N que minimizem essas perdas. O uso de fontes de nitrogênio recobertas com inibidores de urease, como o NBPT, vem apresentando as menores perdas por

volatilização da amônia (CANTARELLA et al., 2008). As fontes de N protegidas com um inibidor de nitrificação como o DMPP, mantém o N por mais tempo em uma forma não lixiviável, reduzindo também o processo de desnitrificação (ZERULLA et al., 2001).

O N pode ser absorvido pelo milho em duas formas diferentes: a forma nítrica e a amoniacal (MARTIN; CUNHA; BULCÃO, 2013). O nitrato de amônio contém as duas formas de N, e o uso deste proporciona um aumento na produtividade do milho (YAMADA; ABDALLA, 2000). Além disso, este fertilizante ainda apresenta menores perdas por lixiviação e volatilização (LOPES, 1998).

Visto a importância da cultura do milho para produção de silagem nas propriedades produtoras de leite no RS, e a grande necessidade de N pela cultura, o uso de fontes que aumentem a eficiência da adubação nitrogenada são importantes para garantir a lucratividade nestas propriedades, porém saber qual apresenta a melhor eficiência é sempre uma dúvida. Dessa forma faz-se necessário analisar qual fonte de N proporciona a maior produtividade de massa verde a um menor custo.

1.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito das diferentes fontes de nitrogênio sobre a produtividade de massa verde do milho e viabilidade econômica das mesmas.

1.1.1 Objetivos específicos

Avaliar os componentes de rendimento, altura da planta, altura da espiga, peso do colmo, folhas e espiga, o diâmetro do colmo, o número de folhas verdes e secas, o número de fileiras de grãos por espiga, o comprimento e diâmetro da espiga em função das diferentes fontes de nitrogênio aplicadas em cobertura.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 PRODUÇÃO LEITEIRA

O leite é um alimento necessário a alimentação humana e produzido no mundo todo (JUNG; MATTE JÚNIOR, 2017). A pecuária leiteira no Brasil tem uma grande importância, pois participa da formação da renda de grande parte dos produtores rurais, sendo responsável ainda pela geração de empregos no meio rural (CAMPOS; PIACENTI, 2007).

O início da produção de leite no Brasil, por volta de 1932, foi difícil, a raça de gado utilizada não era específica para esta finalidade, não existia praticamente nenhuma tecnologia ou normativa, esse cenário ficou assim até por volta 1950 (JOSAHKIAN, 2018).

A produção de leite no Brasil cresceu 374%, muito mais que a média mundial que foi de 76% entre os anos de 1974 e 2016, se destacando entre os demais países, tornando-se assim o quarto maior produtor de leite do mundo (CARVALHO; ROCHA, 2018).

O setor do leite é o ramo do agronegócio que contribui de uma forma muito significativa para economia do Brasil. Em 2016 segundo a CNA (Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil) o setor gerou um faturamento de R\$ 44,7 bilhões, o que representa 24% do valor bruto da produção gerado pela pecuária.

O setor leiteiro ainda passa por diversas dificuldades relacionadas ao baixo nível tecnológico, as baixas produtividades dos rebanhos, falta de incentivos políticos no setor, e principalmente os altos custos de produção, sendo a alimentação a maior parte destes custos (CAMPOS; PIACENTI, 2007).

Cerca de 57% dos gastos totais, em média, correspondem aos custos com a alimentação do rebanho leiteiro (ARÊDES, 2006). Intensificar o uso de forragens em forma de pastagens é a opção mais viável para reduzir os custos com a alimentação do rebanho leiteiro (RIES, 2019).

No estado do Rio Grande do Sul existem períodos em que a oferta de pastagens é menor, dessa forma faz-se necessário a estocagem e conservação de forragens em épocas de oferta para os períodos de escassez destas plantas, para

dessa forma garantir um alimento de qualidade e de baixo custo, afim de manter a produção de leite ao longo do ano (NEUMANN, 2006).

Como forma de conservar as forragens, a ensilagem é a técnica mais utilizada no Rio Grande do Sul, cerca de 86,16% das propriedades utiliza essa técnica (RIES, 2019). O milho é a forrageira mais usada na confecção da silagem, por causa do seu bom valor nutritivo e devido a sua boa produção de massa por hectare (NEGRÃO; DANTAS, 2010).

2.2 PRODUÇÃO DE MILHO PARA SILAGEM

Para que se tenha uma silagem de milho de qualidade diversas práticas relacionadas principalmente ao solo são realizadas, que ainda dependem de outros fatores como a topografia do terreno, nível de fertilidade do solo, resíduos vegetais, a cultivar de milho a ser implantada, o maquinário disponível para realização destas práticas (LANES et al., 2006).

O manejo do solo é indispensável para o bom desenvolvimento da cultura, são técnicas simples, mas indispensáveis, quando realizadas corretamente proporcionam altas produtividades, porém quando não utilizadas, ou utilizadas de forma incorreta acabam provocando perdas de produtividade, além de degradar o solo (MACHADO; FAVARETTO, 2006).

Na escolha da cultivar de milho para produção de silagem um dos principais parâmetros analisados é a produção de massa verde da cultivar, mas para garantir a qualidade da silagem outros aspectos são importantes como as proporções entre colmo e espiga, a produção de grãos (PAZIANI et al., 2009).

A semeadura deve ser realizada para que a floração aconteça em dias mais longos do ano e o enchimento de grãos em períodos de temperaturas mais elevadas a um alto índice de radiação solar, além de disponibilidade de água necessária para o pleno desenvolvimento da cultura, estas seriam as melhores condições para atingir o potencial produtivo máximo da cultura (CRUZ et al., 2010).

A adubação de milho para produção de silagem é diferenciada, já que praticamente toda a planta é removida antes que complete o seu ciclo, dessa forma a remoção de nutrientes do solo é muito maior que quando o milho é destinado a produção de grãos (COELHO, 2006).

Ao longo do ciclo da cultura mais alguns tratamentos culturais devem ser realizados para manter o potencial produtivo, como o manejo de plantas daninhas, doenças e pragas, a aplicação de fertilizantes de cobertura, até o ponto de colheita para silagem (COSTA et al., 2011).

É importante analisar e determinar o ponto ideal de colheita do milho, para garantir a qualidade da silagem, com a intenção de obter o equilíbrio entre a produção de massa seca por hectare e o valor nutritivo do milho (FACTORI et al., 2012).

A silagem da planta inteira de milho é a forma mais conhecida e a mais usada, nesse sistema a planta de milho é cortada por máquinas ensiladoras ou automotrizes o mais rente do solo possível. Essas máquinas fazem a picagem da planta em partículas pequenas (D'OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2014).

2.2.1 Manejo da cultura do milho

O milho (*Zea mays* L.) pertence à família Poaceae, tem origem do teosinto, é uma planta de ciclo anual, pertence ao grupo das plantas C₄ tem uma alta adaptabilidade por isso é cultivado em diferentes regiões do Brasil e do mundo (NUNES, 2016).

Condições climáticas como a disponibilidade de água, temperatura e radiação solar, são fatores limitantes no crescimento e desenvolvimento do milho (CRUZ et al., 2010), conforme a diminuição ou o excesso de algum desses fatores, a cultura não expressará o seu máximo potencial produtivo.

A temperatura tem uma relação complexa com a cultura, em temperaturas abaixo de 10°C e acima de 30°C por períodos muito longos, o desenvolvimento do milho é praticamente nulo, temperatura ideal é entre 24 e 30°C (CRUZ et al., 2010). Para que a cultura tenha um ótimo desenvolvimento durante todo o seu ciclo ela precisa acumular unidades caloríficas, ou seja, horas de calor diário expressas em graus dias (ZUCARELI et al., 2010).

A cultura do milho é exigente em água, durante o seu ciclo necessita em torno de 600mm, o déficit hídrico pode provocar danos em todas as fases da cultura (CRUZ et al., 2010). Porém há consumo maior de água no período de florescimento e enchimento de grãos (ANDRADE et al., 2006).

A população de plantas de milho por hectare interfere no rendimento e na qualidade da silagem produzida, normalmente a empresa que fornece a semente de milho já indica qual é a melhor população, de uma forma geral a população de plantas de milho por hectare pode variar de 55.000 a 72.000 (D'OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2014).

Populações de milho muito altas (100.000 plantas/ha) até apresentam um rendimento maior de grãos, mas com menor peso de mil grãos, e conseqüentemente uma silagem de menor qualidade (PASSOS et al., 2019), além de aumentar os custos com sementes e o desgaste do solo, ocorrem ainda problemas com acamamento da cultura e doenças, por isso não são recomendadas populações maiores que 80.000 plantas/ha (CRUZ et al., 2010).

É importante o manejo das plantas daninhas, já que estas competem por nutrientes, luz, água, liberam substâncias alopáticas, e ainda são hospedeiros de pragas e doenças, além de dificultar a colheita, devido a estes fatores causa redução na produtividade (DUARTE; SILVA; SOUZA, 2002).

2.2.2 Ponto de colheita e ensilagem do milho

Segundo diversos estudos o ponto de colheita do milho para silagem é quando a linha do leite do grão está entre 1/3 e 2/3, e o teor de matéria seca da planta estiver entre 30 e 35% (D'OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2014). Quando a colheita é realizada antes do ponto, o teor de umidade do material ensilado será muito alto, ocasionando perdas, e se a colheita for realizada após o período ideal, dificultará a compactação do material, comprometendo a fermentação e a qualidade da silagem (PIONEER SEMENTES, 2010).

Para que ocorra uma correta fermentação do material ensilado é necessária uma boa compactação do mesmo, essa compactação é normalmente realizada com trator, retirando assim o ar existente entre as partículas de milho, o silo deve ser compactado e fechado em até 72 horas, contando o tempo desde o início da colheita (D'OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2014).

O tamanho da partícula de milho é um ponto importante para facilitar a compactação e manter a qualidade da silagem, é indicado que o tamanho dessa partícula tenha um tamanho médio de 2 a 2,5cm (TOMICICH et al., 2003). A obtenção do tamanho adequado das partículas depende do maquinário utilizado e da sua

respectiva regulagem, das condições de conservação e funcionamento do mesmo assim como a velocidade de colheita (D'OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2014).

Durante o processo fermentativo da silagem ocorrem 4 etapas principais, a primeira é a fermentação aeróbica, posteriormente inicia-se a anaeróbica com a produção de ácidos e redução do pH, a terceira se caracteriza pelo final da fermentação anaeróbica, e por fim quando se atinge a estabilidade (CHAVES, 2017).

Ainda existem todos os cuidados com a desensilagem que devem ser realizados para manter a qualidade do alimento e evitar perdas. É recomendada a retirada de uma camada de silagem com 15 a 30 cm de espessura, em condições de clima mais úmidas e quentes é necessário retirar uma camada de 45cm de espessura, para evitar as perdas por aerobiose (VELHO et al., 2006).

2.2.3 Necessidades nutricionais do milho

O milho para a produção de silagem está no grupo das culturas forrageiras, as recomendações de fertilizantes e corretivos é mais complexa para este grupo, novas cultivares e/ou híbridos são selecionados em condições ótimas de fertilidade, conseqüentemente são mais exigentes em nutrientes (CQFS-RS/SC, 2016).

Dados de experimentos realizados pela Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas – MG, mostram que para produzir $11,60t/ha^{-1}$ de silagem (matéria seca) a planta de milho extrai do solo 115kg de N, 69kg de K, 35kg de Ca, 25kg de Mg e 15kg de P por hectare. O N e o K são extraídos em maiores quantidades, seguidos por cálcio, magnésio e fósforo, e quando se tem o aumento da produtividade, aumenta linearmente a extração desses nutrientes (COELHO, 2006).

Para garantir a produtividade e não empobrecer o solo em nutrientes é necessário levar em conta a “lei da restituição” que indica a reposição dos nutrientes extraídos pelas plantas, para não esgotar os nutrientes do solo (MOTTA; SERRAT, 2006). Além disso a remoção de nutrientes é muito grande já que praticamente toda a planta é removida antes que complete o seu ciclo, dessa forma não ocorre praticamente restituição nenhuma de nutrientes. Na adubação em milho para produção de silagem é importante considerar as quantidades de nutrientes extraídos pela planta, além dos resultados da análise de solo (COELHO, 2006).

É importante fornecer a planta a quantidade correta de nutrientes demandada por ela, de acordo com a produtividade esperada, pois o fornecimento inferior do nutriente em relação a demanda da planta, torna esse o elemento limitante ao desenvolvimento e a obtenção da produtividade esperada, é a chamada “lei do mínimo” (MOTTA; SERRAT, 2006).

Para uma maior eficiência na adubação do milho, o fracionamento da adubação nitrogenada durante o ciclo da cultura é importante, para evitar perdas deste nutriente e também o fornecer em épocas de maior demanda da cultura (COELHO, 2006).

O manual de calagem e adubação do Rio Grande do Sul e Santa Catarina traz as recomendações de adubação de nitrogênio, fósforo e potássio, especificamente em milho para produção de silagem, baseado nos teores de matéria orgânica, de argila e faixas de $CTC_{pH7,0}$ (CQFS-RS/SC, 2016).

2.2.2.1 Nitrogênio

O N é constituinte de diversos compostos nas plantas, como aminoácidos, ácidos nucleicos e clorofila. Por isso o N está envolvido nas reações bioquímicas de plantas e microrganismos, tornando este o nutriente absorvido em maior quantidade pelas plantas. No sistema solo-planta o N tem um ciclo muito complexo, e condições climáticas, fatores físicos, químicos e biológicos controlam o seu ciclo (CANTARELLA, 2007).

O nitrogênio presente no solo normalmente é insuficiente para a demanda das plantas, sendo necessário a suplementação deste nutriente através da adubação com fertilizantes nitrogenados (NUNES, 2016). A decisão da dose, fonte e a forma na qual o N vai ser aplicada é muito importante, já que este normalmente é o elemento mais caro no sistema (COELHO, 2006).

Para saber qual a melhor fonte, dose e forma de aplicar o fertilizante nitrogenado é importante entender a sua dinâmica no solo, que envolve diversos processos como a mineralização e imobilização do N no solo, nitrificação, desnitrificação, existem ainda as perdas de N no solo por lixiviação e volatilização principalmente (CANTARELLA, 2007).

A mineralização é o processo pelo qual o N orgânico é transformado em N mineral, tornando-se disponível para as plantas (MOTTA; SERRAT, 2006). Este

processo é realizado por microrganismos heterotróficos do solo, que utilizam os compostos orgânicos como fonte de energia (CANTARELLA, 2007).

A imobilização do N no solo acontece simultaneamente com a mineralização, porém em sentidos opostos, o N mineral é transformado em N orgânico, tornando-o indisponível para as plantas. Este processo é realizado por microrganismos que incorporam o N disponível no solo as suas células (CANTARELLA, 2007).

A relação que define a ocorrência de mineralização ou imobilização do N no solo é a relação entre carbono e nitrogênio (C/N) do material orgânico presente no solo, com relações de C/N maiores que 35/1 predomina a imobilização, relações menores que estas favorecem a mineralização (MOTTA; SERRAT, 2006).

Durante o processo de mineralização ocorre a nitrificação do N amoniacal a nitrato, primeiramente o amônio é convertido em nitrito (NO_2^-), posteriormente a nitrato (NO_3^-), a nitrificação só ocorre na presença de oxigênio, depende ainda de condições de temperatura, onde a temperatura ideal está entre 26 a 32°C, pH do solo em torno de 6,6 a 8,0 favorece a nitrificação, a nitrificação tem um papel fundamental nas perdas de N no solo, principalmente naquelas que acontecem por lixiviação (MORREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Na ausência de O_2 no solo acontece o processo de desnitrificação, nesse processo biológico os óxidos de N são os receptores finais de elétrons, os dois principais produtos dessa reação são os gases N_2O (óxido nitroso) e o N_2 (diazoto), esses gases retornam para a atmosfera. A desnitrificação consome prótons e alcaliniza o solo, mas acontece preferencialmente em solo com pH entre 6 a 8, a temperatura ótima para este processo é de 30°C, as perdas de N-fertilizante por esse processo variam de 5 a 30% do N aplicado em forma de fertilizante (CANTARELLA, 2007).

O N na forma de NO_3^- pode ser perdido no solo pelo processo de lixiviação, já que este ânion tem uma baixa interação química com os demais minerais presentes no solo, sendo que solos com predominância de cargas negativas não retém o ânion, em solos arenosos a taxa de lixiviação é maior que em solos argilosos devido ao menor tamanho dos agregados, isso acontece quando a maioria do NO_3^- está no interior dos agregados, porém o NO_3^- também pode ser rapidamente lixiviado em grandes quantidades em solo argiloso com a ocorrência de chuvas de média ou

grande intensidade (CANTARELLA, 2007). A lixiviação normalmente é maior quando a precipitação ultrapassa a taxa evaporação, favorecendo assim o movimento descendente do nitrato dissolvido no solo (MORREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Quando o fornecimento de N é maior que a necessidade das plantas, haverá maior disponibilidade de NO_3^- para o ambiente, ou seja, maiores perdas por lixiviação (CANTARELLA, 2007). Devido ao grande problema com as perdas por lixiviação do N no solo faz-se necessário o parcelamento da adubação nitrogenada em épocas de maior demanda pela cultura (CANTARELLA; DUARTE, 2014).

Ocorrem perdas de N no solo na forma de amônia por volatilização, onde o pH interfere no equilíbrio entre o íon NH_4^+ e a forma gasosa NH_3 , dessa forma em solos com pH mais ácido predomina o íon NH_4^+ , em solos com pH maior que 7 qualquer fertilizante nitrogenado com N amoniacal estaria sujeito a perdas de NH_3 por volatilização. Quando N é aplicado na forma de ureia, esta sofre hidrólise enzimática e libera N amoniacal, e esse processo consome prótons (H^+) o que provoca o aumento do pH ao redor dos grânulos de ureia, dessa forma a ureia está sujeita a perdas por volatilização do NH_3 mesmo em solos mais ácidos (CANTARELLA, 2007).

Manuais de recomendações de adubações auxiliam na tomada de decisões quanto a utilização de fertilizantes nitrogenados. No RS em SPD no cultivo do milho para produção de silagem é recomendado aplicar de 20 a 30 kg de N/ha^{-1} e de 10 a 15 kg de N/ha^{-1} na semeadura quando o cultivo é feito sobre resíduos de gramíneas e leguminosas respectivamente, mais o fracionamento de altas doses em cobertura (CQFS-RS/SC, 2016).

As recomendações de adubação nitrogenada de cobertura são baseadas nas curvas de rendimento, histórico da área e a produtividade esperada (COELHO, 2006), em função do teor de matéria orgânica presente no solo, variando de doses entre 160 a 170 kg de N/ha^{-1} para níveis de matéria orgânica inferiores a 1,6%, a doses entre 120 a 130 kg de N/ha^{-1} para níveis de matéria orgânica superiores a 4,5% (CQFS-RS/SC, 2016). Em geral, no Brasil cerca de 70 a 90% dos trabalhos realizados a campo com adubação nitrogenada no milho obtiveram respostas quanto a adubação nitrogenada (COELHO, 2006). Isso confirma ainda mais a importância desse nutriente para a cultura.

O fornecimento de N no milho em menor quantidade que a sua demanda, provoca sintomas de deficiência como diminuição no porte da planta, caules mais finos, clorose em forma de V nas folhas mais velhas, que pode acontecer nas demais folhas com o avanço na severidade da deficiência, isso tudo provoca uma redução na produtividade (VIECELLI et al., 2017).

O uso incorreto de fertilizantes nitrogenados provoca problemas ambientais, o uso desses fertilizantes deve ser bem planejado para garantir a produtividade das culturas, sem prejudicar o meio ambiente (MORREIRA; SIQUEIRA, 2006).

2.3 FONTES DE NITROGÊNIO

Na cultura do milho o N é o nutriente mais absorvido e exportado (GOTT et al., 2014), quando aplicado em condições de déficit hídrico sua absorção é altamente prejudicada (SORATTO et al., 2010), geralmente é o nutriente mais caro no sistema de cultivo do milho (BASTOS et al., 2008).

Visto a grande importância do N na cultura do milho, perdas deste nutriente no solo e para a atmosfera não são desejáveis, por isso o uso de diferentes fontes de N que minimizem ou até evitem essas perdas são recomendadas (GOTT et al., 2014). Outro ponto importante é o fracionamento da aplicação de N, principalmente quando a dose for alta (CQFS-RS/SC, 2016), para que dessa forma se obtenha a melhor relação possível entre custo e benefício com a adubação nitrogenada.

2.3.1 Ureia

Dentre as fontes de N a ureia é a mais utilizada no Brasil, ela contém de 44 a 46% de N na forma amídica (CANTARELLA, 2007), podendo ser absorvida e assimilada pelo milho nessa forma, porém a sua eficiência de utilização é menor que quando absorvido na forma de NH_4^+ e NO_3 (MARTINS, 2015). Devido ao seu teor de N ser maior se comparado a outros fertilizantes sólidos nitrogenados, o seu custo de transporte e aplicação se torna viável (CANTARELLA, 2007).

O problema com o uso da ureia são as suas perdas por volatilização, principalmente quando esta é aplicada superficialmente (PEREIRA et al., 2009). Em SPD se tem uma grande quantidade de palhada na superfície, e a enzima urease tem uma maior atividade em plantas e resíduos de vegetais do que em solo descoberto (CANTARELLA, 2007), e esta enzima é responsável pelo processo de hidrólise da

ureia que gera carbamato e amônia, sendo a NH_3 facilmente volatilizada para o ambiente.

O processo de hidrólise consome prótons H^+ , quando este processo acontece no solo, devido a tendência do equilíbrio de cargas o NH_4^+ tende a perder prótons H^+ para o solo devido ao aumento do pH ao redor do grânulo de ureia, passando pela forma de NH_3 , podendo assim ser volatilizada para o ambiente (CANTARELLA, 2007), as perdas de NH_3 por volatilização podem chegar a 54% (LARA CABEZAS et al., 2000).

A ureia ainda pode sofrer perdas por lixiviação, pois ela apresenta alta solubilidade em água, e também é fracamente adsorvida aos colóides do solo, e ainda após a ureia ter sido hidrolisada e convertida em NH_4^+ , este íon pode sofrer o processo de nitrificação, formando o NO_3^- que é facilmente lixiviado no solo, caso não seja absorvido pelo milho (CANTARELLA, 2007).

2.3.2 Nitrato de amônio

O nitrato de amônio possui de 27 a 33% de N, dependendo das marcas comerciais (VIERO, 2011), sendo que 50% na forma nítrica e mais 50% na forma amoniacal (CANTARELLA, 2007), sendo estas as duas formas absorvíveis de N pelo milho (MARTIN; CUNHA; BULCÃO, 2013).

A vantagem de utilizar o nitrato de amônio é que ele possui o N na forma de NO_3^- , que é absorvido majoritariamente em relação ao NH_4^+ pelo milho (MARTIN; CUNHA; BULCÃO, 2013), e na forma de NH_4^+ , nesta forma ele é estável no solo, fica retido nos pontos de troca da CTC das argilas e matéria orgânica, podendo ficar assim até o próximo momento que a cultura necessitar dele, desse modo ele não está sujeito a lixiviação NO_3^- , e volatilização da NH_3 (LOPES, 1998).

Um dos problemas do nitrato de amônio são as suas perdas por lixiviação de NO_3^- , este ânion tem uma baixa interação química no solo, e por ser extremamente móvel é facilmente lixiviado para camadas mais profundas do solo quando não é absorvido pelas plantas, ou pelo excesso de chuva após a sua aplicação no solo (CANTARELLA, 2007).

Em um experimento realizado por Gott et al. (2014), realizado em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, sendo uma região de clima tropical com uma

precipitação e a temperatura média anual de 1512 mm e 20,5°C respectivamente, os autores concluíram que foi maior a massa de mil grãos, e a produtividade de grãos de milho nos tratamentos com nitrato de amônio em relação aos tratamentos com aplicação de ureia, sendo que ambas as fontes de N foram aplicadas em cobertura. Segundo análises de Yamada; Abdalla (2000), quando o N é fornecido em mistura na forma de NO_3^- e NH_4^+ , a produtividade do milho pode ser aumentada.

2.3.3 Ureia com inibidor de urease NBPT

O uso de inibidores de urease tem por finalidade reduzir a taxa ou a velocidade de hidrólise da ureia (CANTARELLA, 2007), dessa forma diminuem as perdas por volatilização da NH_3 , pois retardam as reações que levariam a volatilização de NH_3 , até que a ureia seja incorporada pela chuva (OKUMURA; MARIANO, 2012).

Com a utilização do inibidor de urease se tem uma grande vantagem, pois é possível um período de tempo maior para que o fertilizante seja incorporado ao solo pela chuva, sem ocorrer perdas significativas de N (VIERO, 2011).

Dos mais diversos inibidores de urease já estudados o NBPT (fosfato de N-n-butiltriamida) vem apresentando os melhores resultados, o NBPT não é o inibidor direto da urease, este ainda precisa ser convertido em NBPTO (fosfato de N-n-butitriamida) sendo este o verdadeiro inibidor (Watson, 2000 apud CANTARELLA, 2007).

Após aplicado o NBPT juntamente com a ureia, este inibe a hidrólise da ureia por um período de 3 a 14 dias, conforme as condições de temperatura e umidade do solo (CANTARELLA, 2007). Testes que foram realizados no Brasil indicaram que na maioria das situações, a máxima eficiência do NBPT está entre 3 e 7 dias após a aplicação, após esse período o inibidor perde gradativamente a sua eficiência (Cantarella et al., 2005 apud CANTARELLA, 2007).

De acordo com o experimento realizado por Frazão et al. (2014), no município de Goiânia-GO, durante a safra de verão 2012/2013, em um Latossolo Vermelho distroférico típico, o uso do inibidor de urease NBPT na ureia, apresentou maiores produtividades de grãos de milho, com doses a partir de 65kg/ha^{-1} de N, em relação ao tratamento com ureia sem inibidor de urease.

Segundo trabalho realizado por Rinaldi (2018), o NBPT é o mais eficiente na diminuição da perda de NH_3 por volatilização, e também o que apresenta o melhor aproveitamento do N pela planta, se comparado com outros dois inibidores de urease que apresentam boro e cobre na sua composição.

2.3.4 Fertilizante nitrogenado com inibidor de nitrificação DMPP

Os inibidores de nitrificação reduzem a taxa de nitrificação, pois interferem com bactérias do grupo *Nitrossomonas*, que bloqueiam o processo de transformação do NH_4 em NO_2^- , mantendo por mais tempo o N na forma amoniacal, que está menos sujeito a perdas por lixiviação (CANTARELLA, 2007).

Existe uma grande quantidade de compostos capazes de retardar a nitrificação, mas apenas alguns tem-se mostrado eficientes realmente, entre estes está o DMPP (fosfato de 3,4-dimetilpirazole) (CANTARELLA, 2007).

De acordo com dados de pesquisa o DMPP é eficiente em inibir a nitrificação mesmo quando aplicado em doses baixas ($0,5$ a $1,5 \text{ kg/ha}^{-1}$), e apresenta uma baixa toxidez, além de ser bem tolerado pelas plantas. O DMPP diminui a transformação do NH_4^+ em NO_2^- por um período de quatro a dez semanas em clima temperado, permitindo assim a redução das perdas de N por lixiviação de NO_3^- (ZERULLA et al., 2001)

Além de inibir a oxidação do NH_4^+ a NO_2^- , o DMPP diminui a produção de NO_3^- , sujeito a desnitrificação e lixiviação, mas devido a indisponibilidade de resultados de efeitos consistentes sobre a produtividade das culturas, e o elevado custo dos inibidores de nitrificação, o seu uso é relativamente pequeno (CANTARELLA, 2007).

Um experimento realizado por Lana et al. (2008), em Uberlândia-MG, com clima tropical, precipitação e temperatura média de 1200mm e 25°C respectivamente, em um Latossolo Vermelho, o fertilizante nitrogenado com inibidor de nitrificação DMPP resultou no aumento significativo da produtividade de milho, quando este é comparado a adubação convencional com ureia.

De uma forma geral todas essas fontes de N de alguma forma reduzem as perdas de N, e aumentam a produtividade grãos em milho, comparados com a ureia, porém algumas fontes apresentam custo maior por unidade de N, dessa forma podendo inviabilizar o uso de determinado fertilizante nitrogenado.

2.4 VIABILIDADE ECONÔMICA DAS FONTES DE NITROGÊNIO

O uso de diferentes fontes de fertilizantes nitrogenados tem por finalidade aumentar a eficiência da adubação nitrogenada, porém o custo por unidade de nitrogênio é maior se comparado com o custo por unidade de nitrogênio da ureia, dessa forma é necessário a avaliação da viabilidade econômica destes fertilizantes. Além disso muitas vezes o produtor leva em consideração o custo do fertilizante na hora da escolha de qual fertilizante nitrogenado utilizar (PORTUGAL, 2012).

Quando o produtor leva em consideração o custo de algo, normalmente ele acaba optando pelos insumos de menor custo, visando maior lucratividade. Nem sempre quando se tem o menor custo, se obtém a maior rentabilidade, em certos casos se faz necessário investir um pouco mais para obter uma maior produtividade e conseqüentemente uma maior lucratividade (QUEIROZ, 2011; PORTUGAL, 2012).

Para minimizar os custos de produção, e tornar a sua lavoura lucrativa o produtor deve combinar fatores de produção (ROCHA et al., 2020). Dessa forma é importante realizar a análise da viabilidade das fontes de nitrogênio.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado a campo, em uma área agrícola comercial de um produtor rural do município de Ubiretama-RS (28° 01' 47" S e 54° 38' 47" O), 300 metros de altitude, no ano de 2019. O clima é classificado como Cfa segundo Köppen-Geiger, com clima subtropical úmido. O solo da área do experimento é classificado como Latossolo Vermelho e pertence a Unidade de Mapeamento Santo Ângelo (EMBRAPA, 2013).

Antes da implantação do experimento foi realizada a amostragem do solo nas camadas de 0-10 e 10-20 cm de profundidade, a fim de avaliar os atributos químicos do solo para posteriores cálculos de calagem e adubação, os resultados dos atributos químicos estão representados na Tabela 1.

Tabela 1: Atributos químicos das camadas 0-10 e 10-20 cm do solo da área do experimento

Propriedades Químicas	Camadas	
	0-10 cm	10-20 cm
Argila (%)	68	76
Matéria Orgânica (%)	2,6	1,7
pH em água	5,6	5,3
Al (cmol _d /dm ⁻³)	0	0,3
H + Al (cmol _d /dm ⁻³)	3,9	4,1
Saturação de Bases (%)	71,2	66,5
CTC efetiva (cmol _d /dm ⁻³)	9,5	8,4
CTC pH 7 (cmol _d /dm ⁻³)	13,4	12,2
Índice SMP	6,1	6,06
P (mg/dm ⁻³)	7,9	4,6
K (mg/dm ⁻³)	212,6	83,3
Ca (cmol _d /dm ⁻³)	6,6	5,9
Mg (cmol _d /dm ⁻³)	2,4	2
S (mg/dm ⁻³)	14,5	17,8
Cu (mg/dm ⁻³)	14,9	15,7
Zn (mg/dm ⁻³)	5,3	3,4

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Não foi necessário fazer a correção do pH do solo, assim como os níveis de fósforo e potássio que se encontravam em teores alto e muito alto respectivamente.

A área utilizada é homogênea, dessa forma foi utilizado no experimento o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com 5 tratamentos e 4 repetições, totalizando 20 unidades experimentais. Cada unidade experimental tinha um tamanho

de 8 metros de comprimento e 6 metros de largura, totalizando 48m² por unidade experimental, sendo que para coleta das amostras das plantas de milho foi considerado como área útil as 3 fileiras centrais com 4 metros de comprimento cada, descartando dois metros de cada extremidade, os tratamentos e a respectiva dose estão representados na Tabela 2.

Tabela 2: Tratamentos utilizados no experimento

Tratamentos	Dose do fertilizante comercial kg/ha ⁻¹
T1 Sem aplicação de N em cobertura	0
T2 Ureia 45% de N	111,1
T3 Nitrato de Amônio 27% de N	185,2
T4 Ureia com inibidor de urease (NBPT) 45% de N	111,1
T5 Sulfato de Amônio com inibidor de nitrificação (DMPP) 22% de N	227,3

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

As aplicações de cobertura de N foram divididas em duas aplicações, sendo a primeira aplicação com 50 kg /ha⁻¹ de nitrogênio (50% da dose) entre os estádios de desenvolvimento V3 e V4, a segunda aplicação com mais 50kg/ha⁻¹ de nitrogênio (50% da dose) entre os estádios de desenvolvimento V7 e V8. As aplicações de cobertura com as diferentes fontes de nitrogênio foram realizadas no mesmo dia em todas as unidades experimentais, posteriores a precipitações de chuva superiores a 15mm, devido ao tamanho das unidades experimentais as aplicações de nitrogênio foram realizadas manualmente.

A adubação de base foi aplicada na linha de semeadura, levando em consideração uma expectativa de rendimento de 12t/ha⁻¹ de massa seca de milho, sendo necessário utilizar 400 kg /ha⁻¹ de adubo com fórmula 10-30-20, em todas as unidades experimentais.

A cultura do milho foi cultivada em sucessão ao consórcio de aveia preta (*Avena strigosa*) e azevém (*Lolium multiflorum*), utilizadas com o propósito de pastagem de inverno para bovinos de leite. Foi feita uma aplicação com herbicida 14 dias antes da semeadura do milho, foi utilizado o Roundup WGR^R que é um herbicida seletivo condicional, de ação sistêmica, do grupo químico glicina substituída, na dosagem de 1,5 kg/ha⁻¹ do produto comercial conforme recomendado na bula do produto (AGROFIT, 2021). Porém, verificou-se algumas plantas resistentes ao herbicida,

sendo assim necessário mais uma aplicação 1 dia antes da semeadura com o herbicida Gramoxone 200^R que é um herbicida não seletivo de ação não sistêmica do grupo químico biperidílo (paraquate), a dosagem utilizada foi de 2L/ha⁻¹ do produto comercial que coincide com a dose recomendada na bula do produto (AGROLINK, 2021).

A semeadura foi realizada no dia 03 de setembro de 2019, a uma velocidade de 5km/h, com uma distribuição de 3,2 sementes por metro linear, totalizando 64000 sementes/ha⁻¹, conforme recomenda a empresa Agrocere detentora do híbrido 8690 PRO3 que foi utilizado no experimento. Este híbrido foi desenvolvido pela empresa para produção de silagem, o mesmo apresenta um ciclo precoce, excelente potencial produtivo, ótima qualidade de grãos, altura de planta entre 220-247cm e peso de mil grãos em torno de 446g.

As amostras das plantas de milho foram retiradas no dia 20 de dezembro de 2019, com o milho no ponto de colheita para silagem de planta inteira, ou seja, quando a linha de leite do grão estava entre 1/3 e 2/3, dessa forma o teor de matéria seca da planta está em torno de 30 a 35% (D'OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2014). As plantas foram retiradas das três linhas centrais, descartando dois metros nas extremidades, as plantas foram cortadas rente ao solo, e para evitar erro experimental foram coletadas 12 plantas por linha, totalizando 36 plantas por unidade experimental.

Após cortadas as plantas de milho, as mesmas foram transportadas até o barracão do proprietário da lavoura para fazer as análises, primeiramente foi feita a pesagem da massa verde de todas as unidades experimentais, pesando todas as plantas de cada amostra, esta avaliação foi feita no mesmo dia do corte das plantas, as demais avaliações foram realizadas no dia 21 de dezembro de 2019.

Para avaliar a altura da planta e de inserção da espiga, massa do colmo, folhas e espigas, número de fileiras de grãos por espiga, número de folhas verdes e secas, diâmetro do colmo e espiga e o comprimento da espiga, foram escolhidas três plantas aleatoriamente por amostra, após feitas as análises foi calculada a média dos três resultados (DEMARI,2014).

A altura média da planta foi determinada medindo as três plantas a partir do nível do solo até a parte superior do pendão e a altura de inserção da espiga foi medido a partir do nível do solo da planta até o entre nó de inserção da espiga. O diâmetro do

colmo foi medido com o auxílio de um paquímetro digital, medindo-se o diâmetro logo abaixo do entre nó de inserção da espiga e no entre nó acima da inserção da espiga.

A média da massa do colmo foi obtida a partir da pesagem das três plantas sem as folhas e a espiga. As folhas que foram retiradas foram separadas em folhas secas e folhas verdes, posteriormente as mesmas foram pesadas.

As três espigas retiradas das plantas foram utilizadas para contar o número de fileiras por espiga, o diâmetro, que foi aferido no terço médio de cada espiga com o auxílio de um paquímetro digital, foi realizado a pesagem destas espigas sem a palha para determinar a massa da espiga, com o auxílio de balança digital, foi feita a mensuração do comprimento destas espigas com auxílio de uma régua onde se mediu desde a extremidade da base até a ponta da espiga.

As médias dos resultados obtidos foram analisados e submetidos a análise de variância e ao teste de Tukey a 5% no software SISVAR.

Para avaliar a viabilidade econômica das fontes de nitrogênio foi levado em consideração a produtividade de massa verde do milho por hectare e o custo das fontes de nitrogênio por hectare. Para calcular o custo por tonelada de massa verde produzida dividiu-se o custo da fonte de nitrogênio por hectare pelo rendimento de massa verde por hectare. Os custos das fontes de nitrogênio utilizadas no experimento são referentes ao mês de outubro de 2019. Método semelhante foi utilizado por LIZOT et al. (2016).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação à altura de inserção da espiga e a massa do colmo mais o pendão não foi encontrado diferença significativa entre os tratamentos, conforme pode ser visto na Tabela 3.

Tabela 3: Altura de inserção da espiga, altura da planta e massa do colmo mais o pendão em função das fontes de nitrogênio aplicadas.

Fonte	Altura da espiga	Altura da planta	Massa do colmo + pendão
	m	m	kg
Ureia	1,24 ^{ns*}	2,28a*	0,490 ^{ns*}
Nitrato de amônio	1,11	2,21ab	0,483
Ureia+NBPT	1,19	2,26ab	0,487
SA+DMPP	1,21	2,26ab	0,530
Sem N	1,15	2,15b	0,427
CV (%)	5,22	2,58	15,45

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5%. ^{ns} Não significativo.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

DEMARI, (2014), em trabalho realizado utilizando diferentes fontes de N, obteve resultados onde também não encontrou diferença significativa para a altura de inserção da espiga em função das diferentes fontes de N utilizadas.

Neste trabalho conforme Tabela 3 em relação à altura de planta, a maior altura de planta foi encontrada no tratamento com aplicação em cobertura de ureia (2,28m), altura esta que diferiu significativamente do tratamento sem aplicação de nitrogênio em cobertura, o qual apresentou a menor altura da planta (2,15m), e para os demais tratamentos não ocorreu diferença significativa na altura da planta.

Em trabalho realizado por ZUCARELLI et al. (2014) não observaram diferença significativa na altura de planta entre as diferentes fontes de N utilizadas comparadas a testemunha.

Nas variáveis comprimento, diâmetro e massa da espiga as médias dos resultados não diferiram significativamente em função das diferentes fontes de

nitrogênio, assim como o número de folhas secas e verdes e a massa destas folhas que também não diferiram significativamente, conforme Tabela 4.

Tabela 4: Massa da espiga, comprimento da espiga e diâmetro da espiga, número de folhas verdes e secas e massa das folhas em função das fontes de nitrogênio aplicadas

Fonte	Espiga			Folhas		
	Comprimento	Diâmetro	massa	secas	verdes	massa
	cm	mm	kg	No.	No.	g
Ureia	20,17 ^{ns*}	51,96 ^{ns*}	0,377 ^{ns*}	5 ^{ns*}	9,75 ^{ns*}	0,690 ^{ns*}
Nitrato de amônio	19,84	51,25	0,375	5	9,75	0,733
Ureia+NBPT	19,92	52,01	0,387	5,25	10	0,713
SA+DMPP	20,33	51,36	0,389	4,5	10	0,720
Sem N	19,21	47,94	0,343	5,25	9,25	0,663
CV (%)	7,23	5,84	12,66	11,11	5,7	12,21

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5%. ^{ns} Não significativo.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

No trabalho realizado por DEMARI, (2014) com diferentes fontes de N, obteve resultados semelhantes, onde as diferentes fontes de N não diferenciaram significativamente entre si nas médias de massa da espiga e no comprimento da espiga, o autor ainda comenta que estas variáveis possam estar relacionadas mais as características genéticas do que as próprias condições do meio.

Fato semelhante foi observado em trabalho realizado por GUARESCHI; PERIN; GAZOLLA, (2013), onde as diferentes fontes de nitrogênio não influenciaram no comprimento e diâmetro das espigas.

O tratamento sem a aplicação de nitrogênio em cobertura apresentou a maior média de fileiras de grãos por espiga (16 fileiras), diferindo significativamente dos demais tratamentos, os demais tratamentos obtiveram a mesma média de fileiras de grãos por espiga (14 fileiras), conforme Tabela 5. Resultados semelhantes foram encontrados no trabalho de GOTT et al. (2014), onde o número de fileiras de grãos por espiga também não foi afetado pelas diferentes fontes de N.

Tabela 5: Número de fileiras de grãos, diâmetro do colmo abaixo da espiga, diâmetro do colmo acima da espiga em função das fontes de nitrogênio aplicadas.

Fonte	Número de fileiras grãos/espiga	Diâmetro do colmo abaixo da espiga	Diâmetro do colmo acima da espiga
	No.	mm	mm
Ureia	14b*	16,45 ^{ns*}	12,95 ^{ns*}
Nitrato de amônio	14b	17,57	14,35
Ureia+NBPT	14b	17,18	13,63
SA+DMPP	14b	16,60	13,47
Sem N	16a	14,00	10,74
CV (%)	4,51	18,58	22,81

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5%. ^{ns} Não significativo.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

As médias das variáveis diâmetro do colmo abaixo e acima da espiga não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, conforme Tabela 5. Em um trabalho semelhante realizado por CARMO et al., (2012) também não foi encontrado diferença significativa para o diâmetro do colmo em relação as fontes de nitrogênio aplicadas.

Neste experimento a menor média de produtividade de massa verde de milho foi encontrada no tratamento sem a aplicação de nitrogênio em cobertura, média está de 45595,83 kg/ha⁻¹, sendo que esta média diferiu significativamente do tratamento com ureia e do tratamento com nitrato de amônio, mas não diferiu significativamente dos tratamentos com ureia mais o inibidor de urease (NBPT), e do tratamento com sulfato de amônio mais o inibidor de nitrificação (DMPP).

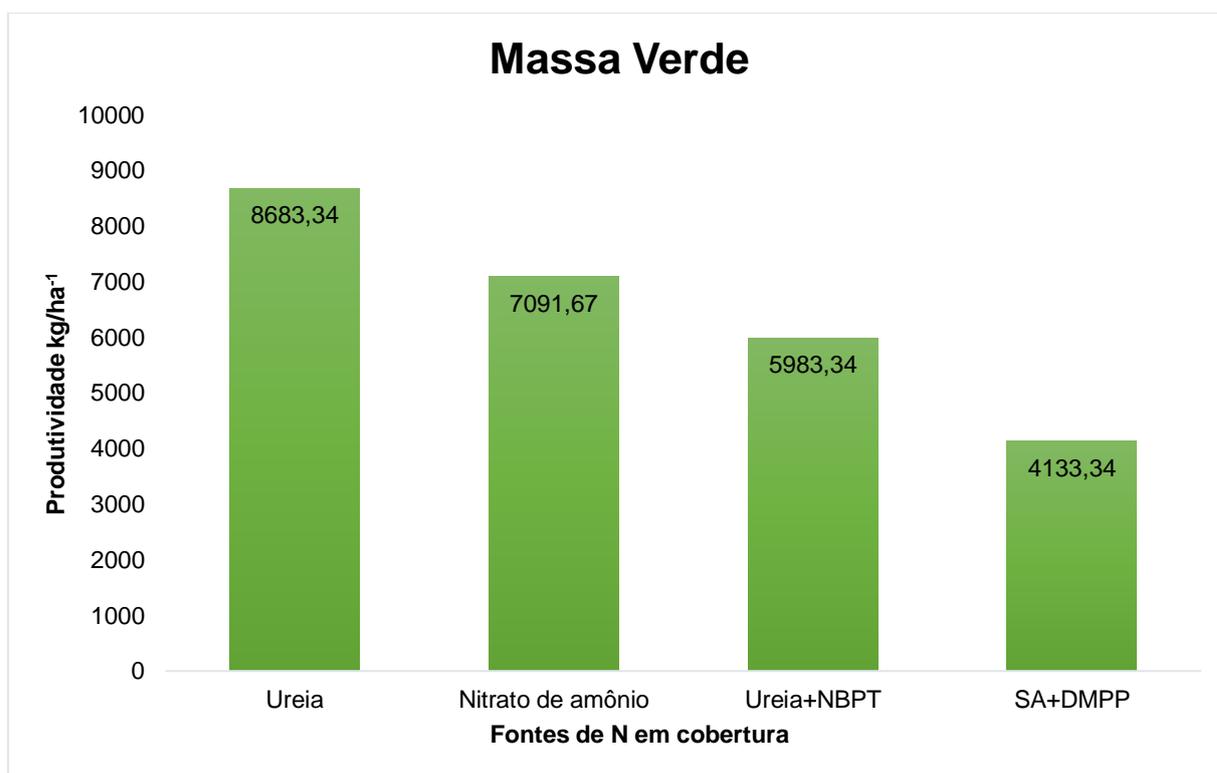
A maior média de produtividade de massa verde de milho foi de 54279,17kg/ha⁻¹, encontrada no tratamento com a aplicação de ureia em cobertura, esta média diferiu significativamente do tratamento sem a aplicação de nitrogênio em cobertura, porém não diferiu significativamente das médias dos demais tratamentos.

Os tratamentos com ureia e nitrato de amônio aumentaram a produtividade de massa verde do milho em 16% e 13% respectivamente em relação ao tratamento testemunha, onde não foi feita aplicação de nitrogênio em cobertura.

Pode-se observar uma resposta significativa à aplicação de nitrogênio em cobertura para a variável massa verde, sendo a ausência da adubação nitrogenada em cobertura prejudicial ao desenvolvimento, afetando diretamente o rendimento (GUARESCHI et al., 2013).

A Figura 1 representa a quantidade que cada tratamento com aplicação de nitrogênio em cobertura produziu a mais que o tratamento onde não ocorreu aplicação de nitrogênio em cobertura.

Figura 1: Rendimento de massa verde de milho em função das fontes de nitrogênio



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Estatisticamente os tratamentos com as diferentes fontes de nitrogênio não diferiram entre si, porém nota-se um aumento na produtividade de massa verde em todos os tratamentos com aplicação de nitrogênio em cobertura.

Resultado semelhante foi encontrado por KLEIN, (2018) em trabalho realizado analisando diferentes fontes de nitrogênio aplicadas em cobertura no milho, onde não

encontrou diferença significativa para a produtividade de massa verde entre os tratamentos.

Os tratamentos com aplicação de ureia mais o inibidor de urease NBPT e o sulfato de amônio em cobertura, não diferiram significativamente do tratamento sem a adubação nitrogenada em cobertura. Estes resultados não eram esperados, pois o uso de aditivos aos fertilizantes objetiva melhorar a eficiência destes fertilizantes e, conseqüentemente, aumentar o rendimento da cultura alvo.

4.1 VIABILIDADE ECONÔMICA

Para o cálculo da viabilidade econômica das fontes de nitrogênio, foram considerados apenas os custos destas fontes. No final se obteve o custo das fontes de nitrogênio por tonelada de massa verde produzida, no qual o melhor tratamento será onde se tem uma viabilidade econômica melhor, sendo aquele que proporcionará maior lucro ao produtor.

O tratamento com ureia apresentou o menor custo por tonelada de massa verde, sendo este o tratamento com a melhor viabilidade econômica, resultado contraditório ao esperado, pois esperava-se que alguma das outras fontes apresentasse a melhor viabilidade econômica, ou seja que apresentasse o menor custo por tonelada de massa verde produzida, os custos de cada fonte estão representados na Tabela 6.

Tabela 6: Custo da fonte de N e o custo da fonte de nitrogênio por tonelada de massa verde.

Fonte	Custo da Fonte de N	Custo da Fonte de N	Custo da fonte de N
	R\$/50kg	R\$/ha	R\$/ton.
Ureia	72,00	319,80	5,89
Nitrato de amônio	72,00	533,40	10,12
Ureia+NBPT	82,00	364,21	7,06
SA+DMPP	115,00	1045,58	21,03

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Os valores das fontes de nitrogênio são referentes ao mês de outubro de 2019.

Apesar dos resultados de produtividade de massa verde não apresentarem diferença significativa entre as fontes, os custos entre as fontes apresentam grandes diferenças, dentre as demais fontes neste experimento a segunda fonte mais viável seria a ureia com o inibidor de urease.

5 CONCLUSÕES

Os tratamentos que receberam aplicação de N em cobertura resultaram em maior produtividade de massa verde.

Para as variáveis analisadas as fontes de N não interferiram significativamente nas médias obtidas, apenas nas variáveis altura de planta número de fileiras de grãos por espiga.

O tratamento com ureia apresentou a maior produtividade de massa verde diferindo significativamente do tratamento sem a aplicação de nitrogênio em cobertura.

Dessa forma pode se concluir que é necessária a aplicação de N em cobertura para atingir maiores produtividades de massa verde do milho, só a aplicação na semeadura não é suficiente para atingir altas produtividades de massa verde.

Neste experimento a fonte mais viável economicamente foi a ureia, que apresentou o menor custo por tonelada de massa verde produzida.

Vale ressaltar que os resultados obtidos são válidos para o híbrido de milho utilizado no experimento e também para as condições que o experimento foi conduzido.

REFERÊNCIAS

- AGROFIT. **Produtos formulados**. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em 29 mar. 2021.
- AGROLINK. **Bula gramoxone 200**. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/produto/gramoxone-200_242.html. Acesso em 29 mar. 2021.
- ANDRADE, Camilo de Lelis Teixeira de et al. Viabilidade e Manejo da Irrigação da Cultura do Milho. EMBRAPA, Sete Lagoas-MG, circular técnica 85, 2006. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/490417/1/Circ85.pdf>. Acesso em 20 jun. 2020.
- ARÊDES, Agda et al. Análise De Custos Na Pecuária Leiteira: Um Estudo De Caso Das Propriedades Assistidas Pelo Programa De Desenvolvimento Da Pecuária Leiteira Da Região De Viçosa- **Custos e @gronegocioonline** - v. 2, n. 1, 2006. Disponível em: <http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numero1v2/Analise%20de%20custos.pdf>. Acesso em 16 jun. 2020.
- BASTOS, Edson Alves et al. Doses e formas de parcelamento de nitrogênio para a produção de milho sob plantio direto. **Revista Ciência Agronômica**. Fortaleza-CE, v.39, n.02, p.275-280, 2008. Disponível em: <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/60/56>. Acesso em 20 maio 2020.
- CAMPOS, Kilmer Coelho; PIACENTI, Carlos Alberto. Agronegócio Do Leite: Cenário Atual E Perspectivas. **XLV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**. 22 a 25 de julho de 2007, Universidade Estadual de Londrina – UEL – Londrina – PR,2007. Disponível em: http://www.sma.org.br/uploads/articles_files/6da37dd3139aa4d9aa55b8d237ec5d4a.pdf. Acesso em 25 maio 2020.
- CANTARELLA, Heitor et al. Volatilização de amônia da ureia tratada com inibidor de urease aplicada a mantas de lixo de cana-de-açúcar. **A ciência do agricultor**. Piracicaba, v.65, n.4, 2008. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-90162008000400011&script=sci_arttext. Acesso em 16 jun. 2020.
- CANTARELLA, Heitor. Nitrogênio. In: NOVAIS, Roberto Ferreira et al. **Fertilidade do solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa – MG, 2007, capítulo 7, p. 376-449.
- CANTARELLA, Heitor; DUARTE, Aildson Pereira. Oferta harmônica. **Revista Cultivar**, ano xv, n.177, p.6-8, fevereiro 2014. Disponível em: <https://www.grupocultivar.com.br/artigos/oferta-harmonica>. Acesso em 05 maio 2020.
- CANTARELLA, Heitor; MARCELINO, Rafael. Fontes alternativas de nitrogênio para cultura do milho. **Informações agronômicas**. n.122, p.12-14, 2008. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-66902010000400002&script=sci_arttext. Acesso em 16 jun. 2020.

- CARVALHO, Glauco Rodrigues; ROCHA, Denis Teixeira da. Desafios para a competitividade internacional. **Agroanalysis**, 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/186790/1/Cnpgl-2018-Agroanalysis-Glauco-Desafios.pdf>. Acesso em 22 maio 2020.
- CHAVES, Rodrigo Görden. Silagem de milho, fases do processo fermentativo. **Folha Agrícola**. Fevereiro de 2017. Disponível em: <http://folhaagricola.com.br/artigo/silagem-de-milho-fases-d>. Acesso em 06 jun. 2020.
- COELHO, Antônio Marcos. Nutrição e adubação do milho. **Embrapa milho e sorgo. Circular técnica 78**. Sete Lagoas-MG, v.1, n.74, 2006. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/490410/1/Circ78.pdf>. Acesso em 07 jun. 2020.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFS-RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina/Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul**, 376 p. 2016.
- COSTA, Mônica Sarolli Silva de Mendonça et al. Atributos físicos do solo e produtividade do milho sob sistemas de manejo e adubações. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.15, n.8, 2011. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662011000800007. Acesso em 20 jun. 2020.
- CRUZ, José Carlos et al. Cultivo do Milho. **Embrapa Milho e Sorgo**. Sete Lagoas – MG, edição 6, 2010. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27037/1/Plantio.pdf>. Acesso em 15 maio 2020.
- D’Oliveira, Pésio Sandir; Oliveira, Jackson Silva. Produção de Silagem de Milho para Suplementação do Rebanho Leiteiro. **Embrapa Gado de Leite – Comunicado Técnico 74**. Juiz de Fora-MG, v.1, n.74, 2014. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/105773/1/COT-74-Persio-Producao-de-Silagem-de-Milho-para-Suplementacao-do-Rebanho-Leiteiro.pdf>. Acesso em 06 jun. 2020.
- DEMARI, Gustavo Henrique. Fontes e parcelamento do nitrogênio na cultura do milho. **Universidade Federal de Santa Maria**. Frederico Westphalen, 2014. Disponível em: http://coral.ufsm.br/ppgaaa/images/Gustavo_Henrique_Demari.pdf. Acesso em 27 abr. 2021.
- DUARTE, Neimar de Freitas; SILVA, João Baptista da; SOUZA, Itamar Ferreira de. competição de plantas daninhas com a cultura do milho no município de Ijaci, MG. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v.26, n.5, 2002. Disponível em: [http://www.lpv.esalq.usp.br/sites/default/files/6%20-%20Semana%204%20-%20competicao%20de%20plantas%20daninhas%20com%20a%20cultura%20de%](http://www.lpv.esalq.usp.br/sites/default/files/6%20-%20Semana%204%20-%20competicao%20de%20plantas%20daninhas%20com%20a%20cultura%20de%20). Acesso em 20 jun. 2020.
- FACTORI, Marco Aurélio. et al. Silagem de planta inteira de milho: pontos importantes a serem considerados. **PUBVET**, Londrina, v. 6, n. 17, Ed. 204, Art. 1368, 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/313088558_Silagem_de_planta_inteira_de_milho_pontos_importantes_a_serem_considerados. Acesso em 20 jun. 2020.

FRAZÃO, Joaquim José. Fertilizantes nitrogenados de eficiência aumentada e ureia na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.18, n.12, 2014. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662014001200009. Acesso em 17 jun. 2020.

GOTT, Roney Mendes et al. Fontes e épocas de aplicação de nitrogênio no milho safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.13, n.1, p. 24-34, 2014. Disponível em: http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/445/pdf_79. Acesso em 03 maio 2020.

GUARESCHI, Roni Fernandes; PERIN, Adriano; GAZOLLA, Paulo Roberto. Produtividade de milho submetido à aplicação de ureia revestida por polímeros. **Global Science and Technology**. Rio Verde-GO, 2013. Disponível em: <http://www.bibliotekevirtual.org/index.php/2013-02-07-03-02-35/2013-02-07-03-03-11/209-gst/v06n02/1087-v06n02a04.html>. Acesso em 27 abr. 2021.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Censo agropecuário 2017, resultados definitivos**. Disponível em: https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/index.html. Acesso em 12 maio 2020.

JOSAHKIAN, Luiz. Um breve história da produção leiteira no Brasil. **Revista Globo Rural**, n.396, 2018. Disponível em: <https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Criacao/Leite/noticia/2018/10/leite-sem-politica.html>. Acesso em 22 maio 2020.

JUNG, Carlos Fernando; MATTE JÚNIOR, Alexandre Aloys. Produção leiteira no Brasil e características da bovinocultura leiteira no Rio Grande do Sul. **Revista do departamento de história e geografia da Universidade de Santa Cruz do Sul**, v.19, n.1, 2017. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/agora/article/view/8446/6126>. Acesso em 22 maio 2020.

KLEIN, Claudia et al. Avaliar a eficiência de diferentes fontes de N mineral no cultivo do milho. In: XII Reunião Sul Brasileira de ciência do solo, Xanxerê 2018. **Anais...** Disponível em: <https://maissoja.com.br/eficiencia-agronomica-do-milho-sob-diferentes-fontes-de-nitrogenio-em-cobertura/>. Acesso em 13 abr. 2021.

LANES, Eder Cristian Malta de et al. Silagem De Milho Como Alimento Para O Período Da Estiagem: Como Produzir E Garantir Boa Qualidade. **CES Revista** – p. 97-111. - Juiz de Fora – MG, 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/270592225_Silagem_de_Milho_Como_Alimento_Para_o_Periodo_da_Estiagem_como_produzir_e_garantir_qualidade. Acesso em 17 jun. 2020.

LARA CABEZAS, Waldo Alejandro Ruben 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**. Viçosa v.24, n.2, 2000. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-0683200000200014&script=sci_arttext. Acesso em 16 jun. 2020.

LIZOT, Mauro et al. Análise da viabilidade econômica da produção de silagem de aveia preta pelo método de duplo propósito. **Revista Espacios**, V. 38, n. 13, p.25,

2016. Disponível em:

<https://www.revistaespacios.com/a17v38n13/a17v38n13p25.pdf>. Acesso em 13 abr. 2021.

LOPES, Alfredo Scheid. Manual Internacional de Fertilidade do Solo. Tradução e adaptação de Alfredo Scheid Lopes. 2. ed. rev. e amp. Piracicaba: **POTAFÓS**, 1998. 177p. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/22669077/manual-internacional-de-fertilidade-do-solo-pdf>. Acesso em 17 jun. 2020.

MACHADO, Marco Aurélio de Mello; FAVARETTO Nerilde. Atributos Físicos Do Solo Relacionados Ao Manejo E Conservação Dos Solos. In: LIMA, Marcelo Ricardo et al. Diagnóstico e recomendações de manejo do solo: aspectos teóricos e metodológicos. **UFPR/Setor de Ciências Agrárias**, Curitiba, capítulo 10, pg. 233-254, 2006. Disponível em: <http://www.soloplan.agrarias.ufpr.br/livrosoloplanta.pdf>. Acesso em 20 jun. 2020.

MANTELLI, Jussara. O setor agrário da região noroeste do Rio Grande do Sul. **Geosul**, v.21. n.41. p.87-105, 2006. Disponível em: <http://repositorio.furg.br/handle/1/1094>. Acesso em 13 maio 2020.

MARTIN, Thomas Newton; CUNHA, Vinícius dos Santos; BULCÃO, Fabricio Picada. Manejo da adubação nitrogenada no milho. **Revista Cultivar**. Outubro 2013. Disponível em: <https://www.grupocultivar.com.br/artigos/manejo-da-adubacao-nitrogenada-no-milho>. Acesso em 30 abr. 2021.

MARTINS, Lucíola Ellen Calió. Absorção e assimilação da ureia por plantas de metabolismo fotossintético C3 e C4. **Universidade Federal de Viçosa**. Viçosa-MG. 2015. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/10361/1/texto%20completo.pdf>. Acesso em 30 abr. 2021.

MOTTA, Antônio Carlos Vargas; SERRAT, Beatriz Monte. Princípios de adubação. In: LIMA, Marcelo Ricardo et al. Diagnóstico e recomendações de manejo do solo: aspectos teóricos e metodológicos. **UFPR/Setor de Ciências Agrárias**. Curitiba, capítulo 8, pg. 143 – 190, 2006. Disponível em: <http://www.soloplan.agrarias.ufpr.br/livrosoloplanta.pdf>. Acesso em 21 jun. 2020.

NEGRÃO, Fagton de Mattos; DANTAS, Carlos Clayton Oliveira. Produção de silagem de milho e capim-elefante. **PUBVET**, Londrina, v. 4, n. 27, Ed. 132, Art. 893, 2010. Disponível em: <http://www.pubvet.com.br/uploads/e30b48e9830f638bc500e41ef328fae4.pdf>. Acesso em 16 jun. 2020.

NEUMANN, Mikael et al. Avaliação econômica da terminação em confinamento de novilhos jovens e super jovens de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, 2006. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982006000100039&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em 25 maio 2020.

NUNES, José Luis da Silva. Características do Milho (*Zea mays*). **Agrolink**. 2016. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/culturas/milho/informacoes/caracteristicas_361401.html. Acesso em 21 jun. 2020.

OKUMURA, Ricardo Shigueru; MARIANO, Daiane de Cinque. Aspectos agronômicos da ureia tratada com inibidor de urease. **Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**. Guarapuava-PR, v.8, n.2, p. 403 – 414, 2012.

PASA, Camila; PASA, Maria Corette. Zea mays L. e a produção de massa seca. **Biodiversidade**, v.14, n.3, p.35, 2015. Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:r8RWTXVQqdsJ:www.periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/biodiversidade/article/download/3187/2244+&cd=3&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em 17 maio 2020.

PAZIANI, Solidete de Fátima et al. Características agronômicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.3, 2009. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982009000300002&script=sci_arttext&tIng=pt. Acesso em 20 jun. 2020.

PIONEER SEMENTES. Silagem: o ponto ideal de corte do milho. **Agrolink**, 2010. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/culturas/milho/artigo/silagem--o-ponto-ideal-de-corte-do-milho_109756.html. Acesso em 20 jun. 2020.

PORTUGAL, André Vilela. Fontes de nitrogênio no cultivo de milho em sistema plantio direto: avaliação econômica e produtividade. 2012, f.66, Dissertação (Mestre em Sistemas de Produção Agropecuária) – **Universidade José do Rosário Vellano UNIFENAS**, Mestrado em Sistemas de Produção Agropecuária, 2012. Disponível em: <http://tede2.unifenas.br:8080/jspui/bitstream/jspui/61/1/AndreVilelaPortugal-dissertacao.pdf>. Acesso em 12 abr. 2021.

QUEIROZ, André Martins de et al. Avaliação de diferentes fontes e doses de nitrogênio na adubação da cultura do milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, V.10, n.3, p.257-266, 2011. Disponível em: <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/355/795#>. Acesso em 12 abr. 2021.

RIES, Jaime Eduardo. Relatório socioeconômico da cadeia do leite no Rio Grande do Sul 2019. **EMATER/RS**. Disponível em: http://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/teses/RELATORIO%20LEITE%202019_2.pdf. Acesso em 13 maio 2020.

RINALDI, Luís Felipe. Eficiência de uso de N-ureia tratada com inibidor de urease em associação com substâncias húmicas pela cultura do milho. **Universidade de São Paulo-USP**. Piracicaba-SP, 147p. 2018. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11140/tde-28062018-155919/publico/Luis_Felipe_Rinaldi_versao_revisada.pdf. Acesso em 18 jun. 2020.

ROCHA, Leilane Gomes da et al. Estudo econômico da produção de milho de silagem no Sudeste de Goiás. **Cadernos de ciência e tecnologia**. Brasília, v.38, n.1. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct>. Acesso em 12 de mai. 2021.

SORATTO, Rogério Peres et al. Fontes alternativas e doses de nitrogênio no milho safrinha em sucessão à soja. **Revista Ciência Agronômica**. Fortaleza-CE, v.41, n.4, p.511-518, 2010. Disponível em: <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/845/474>. Acesso em 20 maio 2020.

TOMIC, Thierry Ribeiro et al. Características Químicas para Avaliação do Processo Fermentativo de Silagens: uma Proposta para Qualificação da Fermentação. **Embrapa Pantanal**. Corumbá – MS, documentos 57, 2003. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/811112/1/DOC57.pdf>. Acesso em 20 jun. 2020.

VELHO, João Pedro et al. Alterações bromatológicas nas silagens de milho submetidas a crescentes tempos de exposição ao ar após “desensilagem”. **Ciência Rural**. Santa Maria – RS, v.36, n.3, 2006. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782006000300029&lng=pt&tlng=pt. Acesso em 21 jun. 2020.

VIECELLI, Clair Aparecida et al. Guia de deficiências nutricionais em plantas. **PUCPR Câmpus Toledo / Grupo Marista**, Toledo-PR, 1^o edição, 2017. Disponível em: <https://www.briolimp.com/def.pdf>. Acesso em 05 maio 2020.

VIERO, Fernando. **Volatilização de amônia de fertilizantes nitrogenadas aplicados nas culturas do trigo e do milho em sistema de plantio direto no sul do Brasil**. 2011, f.61, Dissertação (Mestre em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa Pós-Graduação em Ciência do Solo, 2011.

YAMADA, Tsuioshi; ABDALLA, Silvia Regina Stipp. Como melhorar a eficiência da adubação nitrogenada do milho? **Revista Informações Agronômicas**. Piracicaba-SP, n. 91, 2000. Disponível em: <http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/5C3D0036819B5ACA83257AA300696601/%24FILE/Page1-5-91.pdf>. Acesso em 22 maio 2020.

ZERULLA, Wolfram et al. 3,4-Dimethylpyrazole phosphate (DMPP) – a new nitrification inhibitor for agriculture and horticulture. **Biology and Fertility of Soils**, v.34, n.2, p.79-84, 2001. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/226774412>. Acesso em 16 jun. 2020.

ZUCARELI, Claudemir et al. Acúmulo de Graus dias, Ciclo e Produtividade de Cultivares de Milho de Segunda Safra para a Região de Londrina-PR. In: XXVIII CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2010, Goiânia. **Anais...** Disponível em: http://www.abms.org.br/eventos_antiores/cnms2010/trabalhos/0007.pdf. Acesso em 07 jun. 2020.

ZUCARELLI, Claudemir et al. Desempenho agronômico do milho safrinha em resposta às épocas de aplicações e fontes de nitrogênio. **Revista de Ciências Agrárias Científica**. Jaboticabal, v.42, n.1, p.60–67, 2014. Disponível em: <http://cientifica.org.br/index.php/cientifica/article/view/1984-5529.2014v42n1p060-067/283>. Acesso em 27 abr. 2021.