



RODRIGO MAGELA GOMES DE FARIA

**COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DE PLANTAS DE MILHO COM POTENCIAL
DE ENSILAGEM EM FUNÇÃO DE DIFERENTES FONTES NITROGENADAS E
SISTEMAS DE CULTIVO**

BAMBUÍ – MG

2019

RODRIGO MAGELA GOMES DE FARIA

**COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DE PLANTAS DE MILHO COM POTENCIAL
DE ENSILAGEM EM FUNÇÃO DE DIFERENTES FONTES NITROGENADAS E
SISTEMAS DE CULTIVO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - *Campus* Bambuí como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Prof.^a Dr. Sheila Isabel do Carmo Pinto

Coorientador: Prof.^a Dr. Vinícius Silveira Raposo

BAMBUÍ – MG

2019

F224c
2019

Faria, Rodrigo Magela Gomes de.

Composição bromatológica de plantas de milho com potencial de ensilagem em função de diferentes fontes nitrogenadas e sistemas de cultivo. / Rodrigo Magela Gomes de Faria. - Bambuí, 2019.

37 f. : il.

Orientadora: Sheila Isabel do Carmo Pinto.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Minas Gerais. Campus Bambuí.

1. Bromatologia. 2. Milho. I. Pinto, Sheila Isabel do Carmo (orientadora). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - Campus Bambuí. III. Título.

CDD: 630

RODRIGO MAGELA GOMES DE FARIA

**COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DE PLANTAS DE MILHO COM POTENCIAL
DE ENSILAGEM EM FUNÇÃO DE DIFERENTES FONTES NITROGENADAS E
SISTEMAS DE CULTIVO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - Campus Bambuí, como requisito parcial para a obtenção do grau de Agrônomo.

Aprovado em, de novembro de 2019.

Prof^a. Dra. Sheila Isabel do Carmo Pinto (Orientadora IFMG-Campus Bambuí)

Prof. Dr. Vinícius Silveira Raposo (Coorientador IFMG-Campus Bambuí)

Maísa Paula da Silva (Técnico Administrativo-IFMG-Campus Bambuí)

Prof. Dr. Renison Teles Vargas (IFMG – Campus Bambuí)

BAMBUÍ – MG

2019

Aos meus pais, José Júlio e Ivone, por todo amor, apoio e por acreditarem em meus sonhos.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por toda força e coragem por me iluminar durante minha caminhada. Aos meus pais, Ivone e José Júlio, por sempre me apoiarem e acreditarem que eu seria capaz, não medindo esforços para que meu sonho fosse realizado. Ao meu irmão, Júlio, pela amizade e à minha filha, Valentina, por quem busco dias melhores.

Aos meus orientadores por todo apoio e carinho, por todos os ensinamentos, paciência, confiança e incentivo para que tornasse possível a conclusão de mais uma etapa.

A todos os professores que me acompanharam durante a graduação, por todos os conhecimentos compartilhados, pelos conselhos e amizados. Aos técnicos administrativos, Maísa, Thiago e Ricardo, que colaboraram com as pesquisas, sem vocês este trabalho não teria se concretizado.

Aos meus amigos e irmãos de graduação agradeço por abrilhantarem minha passagem por essa Instituição.

Ao IFMG *Campus* Bambuí deixo meu sincero agradecimento por me proporcionar dias de grandes aprendizados e por todo apoio necessário.

“Tudo posso naquele que me fortalece.”

Filipenses 4:13

RESUMO

FARIA, Rodrigo Magela Gomes de. **Composição bromatológica de plantas de milho com potencial de ensilagem em função de diferentes fontes nitrogenadas e sistemas de cultivo.** Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Agronomia). Bambuí: IFMG *Campus Bambuí*, 2019. 37p.

O milho é um dos cereais de maior importância socioeconômica para o país, sendo a cultura mais utilizada para a produção de silagem pelos produtores de leite e carne. A silagem é uma forma de amenizar os custos de produção, constituindo o alimento volumoso utilizado em épocas de estacionalidade da pastagem. A produtividade e qualidade final da silagem de milho está diretamente relacionada com o estado nutricional das plantas e com o teor de nutrientes exigidos pela cultura, sendo o nitrogênio considerado o de maior importância. Nesse contexto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade bromatológica e a produtividade da silagem de milho em função de diferentes fontes nitrogenadas utilizadas na adubação de cobertura do milho safrinha cultivado sob o sistema de plantio direto e convencional. O experimento foi instalado em delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 7x2, sendo o controle e 6 fontes de nitrogênio (ureia perolada, ureia com inibidor de urease (NBPT), ureia contendo cobre e boro, ureia contendo enxofre e polímero, nitrato de amônio e sulfato de amônio) e 2 sistemas de plantio (plantio direto e plantio convencional), com 3 repetições, totalizando 42 parcelas experimentais. Todos os fertilizantes foram aplicados na dose de 150 kg ha⁻¹ de N em cobertura e o tratamento controle (sem aplicação de N em cobertura). As variáveis avaliadas foram produtividade, matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN) e hemicelulose (HEM) da silagem de milho. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias agrupadas por meio do teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. O uso de diferentes fontes nitrogenadas na adubação de cobertura do milho safrinha influenciou na qualidade da silagem quanto à FDN, à FDA e à porcentagem de hemicelulose, no entanto, não afetou a produtividade da silagem do milho.

Palavras-chave: Volumoso; bromatologia; nitrogênio.

ABSTRACT

FARIA, Rodrigo Magela Gomes de. **Bromatological composition of corn plants with soil potential due to different nitrogen sources and crop systems.** Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Agronomia). Bambuí: IFMG *Campus* Bambuí, 2019. 37p.

Corn is one of the most important socioeconomic cereals for the country, being the most used crop for silage production by milk and meat producers. Silage is a way of reducing production costs, constituting the roughage used in pasture seasonality. The yield and final quality of corn silage is directly related to the nutritional status of the plants and the nutrient content required by the crop, being the nitrogen considered the most important. In this context, the present work aimed to evaluate the bromatological quality and productivity of corn silage as a function of different nitrogen sources used in the cover fertilization of safrinha corn cultivated under no-tillage and conventional tillage. The experiment was carried out in a randomized block design in a 7x2 factorial scheme, with the control and 6 nitrogen sources (pearly urea, urease inhibitor urea (NBPT), urea containing copper and boron, urea containing sulfur and polymer, ammonium nitrate). and ammonium sulfate) and 2 tillage systems (no tillage and conventional tillage), with 3 replications, totaling 42 experimental plots. All fertilizers were applied at a rate of 150 kg ha⁻¹ of N in coverage and the control treatment (without application of N in coverage). The evaluated variables were yield, dry matter (DM), mineral matter (MM), crude protein (CP), acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF) and hemicellulose (HEM) of corn silage. Data were subjected to analysis of variance and the means grouped using the Scott-Knott test at 5% probability. The use of different nitrogen sources in the cover crop fertilization influenced the quality of silage for NDF, ADF and hemicellulose percentage, however, did not affect corn silage yield.

Key words: Bulky; bromatology; nitrogen.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	A cultura do milho	12
2.2	Importância dos fertilizantes	12
2.3	O nitrogênio na cultura do milho	13
2.4	Fertilizantes nitrogenados	14
2.5	Características agronômicas do milho para produção de silagem	15
2.6	Influência da adubação nitrogenada na composição bromatológica da silagem de milho	16
2.7	Silagem de Milho	18
3	MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1	Localização da área experimental	20
3.2	Delineamento experimental	20
3.3	Plantio e tratos culturais	21
3.4	Fertilizantes utilizados	22
3.5	Variáveis avaliadas	23
3.6	Análise estatística	23
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5	CONCLUSÃO	29
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos principais cereais cultivados no mundo, importante na alimentação humana, animal e matéria-prima para a indústria. No Brasil possui grande importância socioeconômica devido a extensa área de cultivo e o valor da produção agropecuária (BUSATO e BUSATO, 2011).

Atualmente o Brasil é o terceiro maior produtor de milho do mundo e o segundo maior exportador do cereal, apresentando consumo elevado do cereal no país, uma vez que é um dos principais produtores mundiais de proteína animal. A safra 2018/19 deverá ser uma safra recorde e deverá atingir 99.984,1 milhões de toneladas, representando um aumento de 23,9 % em relação à safra passada (CONAB, 2019).

O milho é a cultura mais utilizada para a produção de silagem pelos produtores de leite e de carne do Brasil (BERNARDES e DO RÊGO, 2014; OLIVEIRA e MILLEN, 2014). Quando bem manejada, a cultura do milho pode proporcionar elevado potencial produtivo de matéria seca por hectare com altos valores de energia devido a presença de amido (SCHWAB *et al.*, 2003).

Especificamente para a produção animal, a silagem é uma forma de amenizar os custos de produção por meio do desempenho animal. Isso ocorre pelo fato da possibilidade de reduzir a quantidade de alimento concentrado em função do fornecimento da silagem como alimento volumoso, principalmente em épocas de estacionalidade da produção de pastagem, sendo um desafio para a produção de leite e carne (NOVAES *et al.*, 2004).

Com o objetivo de aumentar a produção de milho e para obter uma boa silagem, deve-se atentar para todas as etapas que envolvem o processo de ensilagem. Um dos principais fatores desse processo é o manejo da adubação. O nitrogênio (N) exerce funções importantes no metabolismo vegetal (ROBERTO *et al.*, 2010). O N está relacionado com a produção e síntese de aminoácidos que constituem proteínas, moléculas de clorofila e fitohormônios. Seu fornecimento está diretamente ligado ao crescimento e rendimento produtivo da planta, portanto é considerado elemento essencial para a obtenção de altas produtividades (GIARETTA, 2015).

De acordo com Fancelli (2010), para aumentar a produtividade do milho é necessário considerar a adubação da cultura, pois esta pode influenciar diretamente na qualidade dos grãos como da silagem. A qualidade final da silagem de milho está diretamente relacionada com o estado nutricional das plantas e com o teor de nutrientes exigidos pela cultura, sendo o

nitrogênio considerado o de maior importância, a produção de matéria seca é totalmente dependente da fonte e da forma de fornecimento desse nutriente à planta (BASI *et al.*, 2011).

Nesse contexto objetivou-se avaliar a composição bromatológica e a produtividade das plantas de milho em função de diferentes fontes nitrogenadas utilizadas na adubação de cobertura do milho safrinha cultivado sob o sistema de plantio direto e convencional.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cultura do milho

A cultura do milho é um dos principais cereais produzidos em todo o mundo, proporcionando produtos para alimentação humana, animal e matéria prima para a indústria devido a sua produtividade e ao acúmulo de reserva nos grãos. O milho é uma gramínea anual com excelente adaptação ao clima tropical sendo altamente produtivo quando em condições favoráveis de altas temperaturas, irradiação solar e um bom suprimento hídrico (500 – 800 mm) durante o ciclo de cultivo (KUNTZ, 2005). Seu ciclo de cultivo pode variar entre 110 e 140 dias a depender do cultivar (VIEIRA JR., 1999).

No cenário mundial, o Brasil aparece como o terceiro maior produtor de milho ficando atrás dos Estados Unidos e China (USDA, 2017). Já no cenário nacional, o milho é um dos segmentos do agronegócio mais importantes. Regiões como o centro oeste, sul e sudeste são as que se destacam com relação à produção. A estimativa é de que sejam cultivados 16,67 milhões de hectares para a safra nacional de 2018/2019, sendo 80% nas regiões citadas (CONAB, 2019).

No Brasil, o milho é cultivado em duas épocas diferentes. A primeira safra realizada durante o período chuvoso, no final de agosto para a região sul e nos meses de outubro a novembro nas regiões centro oeste e sudeste. A segunda safra, denominada de safrinha, ocorre após a colheita da soja precoce, iniciando-se no final de janeiro e terminando em março. A safrinha ocorre principalmente na região centro oeste e nos estados do Paraná, São Paulo e Minas Gerais (CIVARD, 2009).

2.2 Importância dos fertilizantes

O aumento da população humana fará a demanda por alimentos crescer e segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) a população deve chegar a nove bilhões em 2050. O crescimento populacional provavelmente fará, em algum momento, que a produção agrícola não seja suficiente para alimentar a quantidade de pessoas existentes em 2050. Com o crescimento populacional e a não abertura de novas áreas de cultivo os agricultores precisam produzir maior quantidade de alimento em menor área. Dentre os principais fatores de produção, os fertilizantes são responsáveis pela resposta rápida ao aumento de produtividade, contribuindo para reduzir o desmatamento, erosão, poluição das águas e emissão dos gases de efeito estufa (CAMARGO, 2012).

Os fertilizantes são fontes de nutrientes que são essenciais ao ciclo das plantas. Na ausência de suprimento adequado desses, as plantas não são capazes de completar seu ciclo de vida. Os fertilizantes são fontes minerais de nutrientes que devem ser fornecidos por meio da adubação quando os teores não são suficientes para o crescimento e desenvolvimento das plantas (CAMARGO, 2012).

A eficiência dos fertilizantes é dependente de vários fatores como as condições climáticas, o tipo de solo, a acidez, o teor de argila, o genótipo, a cultura antecessora, a distribuição das chuvas, a dose do fertilizante e a sua interação com outros nutrientes (SIMS *et al.*, 1998).

2.3 O nitrogênio na cultura do milho

O aumento de produtividade de qualquer espécie vegetal implicará em maior demanda por nutrientes e consequente exportação na colheita da cultura. O N é o nutriente requerido em maior quantidade pela grande maioria das culturas, inclusive o milho, por ser constituinte de proteínas, clorofilas, ácidos nucléicos, coenzimas, fito-hormônios e metabólitos secundários (HAWKESFORD *et al.*, 2012).

O nitrogênio possui relação direta no crescimento e rendimento da planta, devido ao fato de estar associado ao crescimento e desenvolvimento dos drenos reprodutivos da planta, devido à participação na molécula estrutural da clorofila sendo indispensável na manutenção da atividade fotossintética (MARTIN *et al.*, 2011). Do total de N presente na folha pode-se estimar que 60% está presente no cloroplasto (BELOW, 2002).

A cultura do milho é bastante responsiva à adubação nitrogenada podendo extrair 340 kg ha⁻¹ de N e com exportação de aproximadamente 200 kg ha⁻¹ de N (CANTARELLA, 2007). Desse modo, para se obter maiores produtividades deve-se atentar para o manejo correto da adubação com o fornecimento no momento certo, pois essa pode influenciar na qualidade tanto do grão como da silagem (BASI *et al.*, 2011).

Devido ao melhoramento genético, visando elevadas produtividades desta cultura, maiores quantidades de N são requeridas pela planta. Nos Estados Unidos, a dose média de nitrogênio aplicado em 1947 era de 11 kg ha⁻¹ chegando a uma média de 176 kg ha⁻¹ em 1997, representando um aumento de 16 vezes no consumo de N por hectare (FARNHAM; BENSON; PEARCE, 2003).

Parte do cultivo de milho, no Brasil, é considerado como de subsistência sem o uso de tecnologias expressivas para elevadas produtividades. Contudo, há também grandes produtores

com alto nível tecnológico, elevando as produtividades acima da média nacional. Diante disso, as doses aplicadas de nitrogênio são muito variáveis, porém mesmo com a divergência entre os níveis tecnológicos e a capacidade de investimento, a segunda safra tende a ser tão alta como a primeira safra, desde que sejam aplicadas elevadas doses de N (CANCELLIER, 2013).

A adubação nitrogenada na cultura do milho no Brasil é praticamente feita por meio da ureia por ser a fonte nitrogenada com alta concentração, que por sua vez reduz o custo com transporte e aplicação (CANTARELLA, 2007).

2.4 Fertilizantes nitrogenados

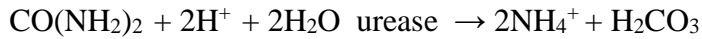
Os principais fertilizantes nitrogenados produzidos no mundo são sintetizados a partir do N_2 atmosférico e do H, que é produzido através de combustíveis fósseis, principalmente gás natural. Dentre os fertilizantes, a ureia [$(CO(NH_2)_2)$], que é produzida através da reação da amônia (NH_3) com o gás carbônico (CO_2), é o fertilizante nitrogenado mais produzido, obtendo assim um menor custo de produção (CANTARELLA, 2007).

A ureia (45 % de N) corresponde a 60% dos fertilizantes nitrogenados comercializados no Brasil (CANTARELLA, 2006). Essa preferência do produtor deve-se à elevada concentração de nitrogênio da ureia que proporciona menores custos, além de grande disponibilidade do produto. No mercado de fertilizante, além da ureia também são utilizadas outras fonte como nitrato de amônio (NH_4NO_3) – 33% de N; sulfato de amônio [$(NH_4)_2SO_4$] – 21% de N, 23% de S; MAP ($NH_4H_2PO_4$) – 11% de N, 52% de P_2O_5 ; e DAP [$(NH_4)_2HPO_4$] (CANTARELLA, 2007).

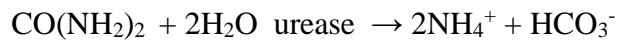
Na agricultura nacional, o consumo de fertilizantes nitrogenados segue com a ureia, que é a mais comercializada e em seguida, o nitrato de amônio e o sulfato de amônio, com consumo aproximado de 46,65%, 33,00% e 20,00%, respectivamente (MEIRA, 2006).

A ureia é a principal fonte nitrogenada mais utilizada, contudo sua desvantagem é a alta possibilidade de perdas de N por volatilização de NH_3 . As perdas podem variar de 50 a 94% quando a mesma for aplicada na superfície do solo contendo palhada (OLIVEIRA *et al.*, 1997). A sua eficiência depende de sua incorporação ao solo, contudo o custo dessa prática é alto e, muitas das vezes, não sendo adotada pelo produtor (CABEZAS *et al.*, 2008).

Quando aplicada no solo, a ureia sofre hidrólise, processo realizado por bactérias, actinomicetos e fungos que quebram a molécula, fazendo com que haja a liberação de N amoniacal. Esse processo ocorre na maioria dos solos brasileiros devido aos solos com pH inferior a 6,3 favorecer a reação constantemente (KOELLIKER; KISSEL, 1988).



Em solos com pH mais elevado ($\geq 6,3$) a reação é:



Estudos sobre a volatilização de ureia já ocorrem há tempos, tanto que Volk (1966) mostrou que a perda de nitrogênio por volatilização pode chegar a 80% dependendo das condições estabelecidas. Devido à desvantagem da ureia, alternativas têm sido estudadas de modo a minimizar as perdas por volatilização e aumentar sua eficiência, sendo adotado o tratamento dos fertilizantes com inibidores de urease por um período pré-determinado (CANTARELLA *et al.*, 2008; SCIVITTARO *et al.*, 2010; CIVARDI *et al.*, 2011). Dentre tais alternativas está o revestimento do grânulo de ureia com micronutrientes, principalmente Boro (B) e cobre (Cu), com enxofre (S) e com polímeros, que intervêm na hidrólise e/ou na solubilidade da ureia no solo (VITTI *et al.*, 2002; CANTARELLA, 2007). A utilização dessas tecnologias pode influenciar na diminuição de até 80% na volatilização e são muito utilizadas nas culturas de grãos, cana-de-açúcar e fibras (VITTI *et al.*, 2002; CANTARELLA; MARCELINO, 2007).

O NBPT é um composto que apresenta características similares a da ureia como difusividade e solubilidade, apresentando bons resultados na diminuição da volatilização de N-NH₃ (WATSON, 2000). O NBPT não é o inibidor direto da urease, para isso ocorrer ele é convertido em NBPTO (fosfato de N-n-butiltriamida). A conversão tende a ser rápida em solos bem drenados, contudo em solos inundados a conversão pode levar horas (WATSON, 2000).

Após ser aplicada no solo, a ureia está suscetível a altas perdas por volatilização de NH₃. É dessa forma que o NBPT retarda a hidrólise e conseqüentemente mantém a baixa taxa de volatilização (RAWLUK *et al.*, 2001). Ao retardar a hidrólise da molécula de ureia, o inibidor proporciona sua melhor difusão no solo, evitando assim, a alta concentração de NH₄⁺ e pH elevado próximo ao grânulo, diminuindo a volatilização de N-NH₃ (CHRISTIANSON *et al.*, 1993).

Em experimento realizado sob condições controladas de laboratório com 16 solos, Watson *et al.* (1994), foi obtida uma média de 68% de redução de volatilização. Já Cantarella *et al.* (2009), ao realizar experimento em condições de campo com a cultura do milho, concluiu-se que o inibidor pode reduzir em média 56% a volatilização de NH₃.

2.5 Características agrônômicas do milho para produção de silagem

Para a produção de silagem, a decisão sobre a escolha do material genético a ser cultivado é importante, de modo a gerar menores custos de produção do alimento e proporcionar melhor desempenho nutricional aos animais (ALLEN *et al.*, 1997). Esse fato destaca a importância do conhecimento prévio sobre as cultivares, já que há uma grande gama dessas no mercado com diferenças genotípicas e fenotípicas que podem expressar diferentes potenciais (GRALAK *et al.*, 2014).

Segundo Pereira Filho e Borghi (2016), eram mais de 400 cultivares de milho disponíveis no mercado brasileiro na safra 2016/2017. Dentre essa gama de materiais de milho, 44,13 % são indicados para a produção de silagem. Contudo, muitos híbridos não indicados para a produção de silagem vêm sendo utilizados por diversos produtores (PEREIRA FILHO e BORGHI, 2016).

Devido ao alto número de híbridos disponíveis no mercado, isso permite aos produtores escolher o material mais adequado para aquela determinada condição, considerando a influência ambiental e as práticas de manejo (ALMEIDA FILHO *et al.*, 1999).

De acordo com Nussio *et al.* (2001), um híbrido de milho adequado para a produção de silagem deve ter alta produção de grãos na forragem, pois é a parte mais digestível da planta, e que a alta produção de grãos possua correlação com a matéria seca (PAZIANI *et al.*, 2009). Para o híbrido ser considerado ideal, o mesmo também deve apresentar valores adequados de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e digestibilidade das partes fibrosas da planta inteira (OBA e ALLEN, 1999; PAZIANI *et al.*, 2009). Componentes vegetativos da planta, somados juntamente com a parte fibrosa da espiga (palha e sabugo), chega a representar 50% ou mais da forragem produzida (TOLERA e SUNDSTOL, 1999; RESTLE *et al.*, 2002).

2.6 Influência da adubação nitrogenada na composição bromatológica de plantas de milho

No processo de obtenção de silagem, a forrageira deve preencher alguns requisitos para uma boa ensilagem. Dentre eles, matéria seca entre 28 a 34% e apresentar no mínimo 10 a 15 % de carboidratos solúveis nessa (MS). O milho possui papel importante para a produção de silagem por ser a forrageira com melhor capacidade em atender tais requisitos (NUSSIO *et al.*, 2001).

O grão é um componente importante na silagem, apresentando em sua composição média, 72 % de amido, 9,5 % de proteína, 4% de óleo e 9 % de fibra insolúvel em detergente neutro, com base na matéria seca (PAES, 2006).

Segundo Vieira (2003), o amido é formado por moléculas de glicose (açúcar), sendo classificado como um carboidrato, que representa 90% dos carboidratos não fibrosos, sendo o grão de milho um alimento energético devido à grande quantidade de amido em sua composição. Um bom material para ensilagem deve ter de 40 a 50% de grãos na matéria seca da planta, quanto mais próximo de 50% for essa proporção, melhor será o processo de fermentação da silagem, assim como seu valor energético, digestibilidade e consumo animal, proporcionando melhor conversão alimentar aos animais (FANCELLI e DOURADO NETO, 2000).

Os grãos também possuem papel fundamental em proporcionar maiores teores de matéria seca (NUSSIO, 1992) como também menores porcentagens de fibras insolúveis em detergente neutro (FDN) e detergente ácido (FDA) nas silagens, fatores importantes para a melhoria da qualidade do alimento ao final do processo (MELO *et al.*, 1999).

Componentes da planta de milho como haste e folhas podem variar conforme a maturidade da planta, podendo interferir na digestibilidade da matéria seca da silagem de milho (NUSSIO *et al.*, 2001).

A produção de silagem de qualidade requer decisões durante todo o processo produtivo, sendo a qualidade final totalmente dependente de fatores como manejo e práticas adotadas antes, durante e após a ensilagem, tais como a escolha do híbrido, adubação, teor de matéria seca no momento da ensilagem, tamanho de partículas, vedação, retirada, dentre outros (ALLEN *et al.*, 2003). A utilização de novas cultivares de milho adaptadas às condições climáticas, tem favorecido altas produtividades aliadas à qualidade. Ao escolher um híbrido destinado à produção de silagem, o mesmo deve apresentar alta porcentagem de grãos e espigas na massa verde (NUSSIO, 1990) que proporciona uma silagem mais nutritiva com elevada digestibilidade e menor teor de fibra (MELO *et al.*, 1999).

O processo de ensilabilidade não tem como objetivo melhorar a qualidade da forragem, mas sim conservar ao máximo a quantidade de matéria seca e nutriente, proporcionando bons resultados quando fornecida aos animais (KUNG, 2013).

Para a obtenção de elevada produtividade e silagem de boa qualidade, a produção de grãos se faz necessária. Contudo, a produção é totalmente dependente da fotossíntese, processo de absorção de luminosidade através da área foliar, e posterior geração de energia para a mesma. Plantas bem nutridas de N conseguem melhor assimilar CO₂ e sintetizar carboidratos durante o processo fotossintético (FANCELLI e DOURADO NETO, 2000). Basi *et al.* (2011)

destaca que a qualidade final da silagem de milho é diretamente influenciada pelo estado nutricional da planta, sendo o N o nutriente requerido em maior quantidade pela cultura do milho.

De acordo com LOPES *et al.* (2010), à medida em que se aumenta as doses de nitrogênio, maior será a produção de espigas. Já Basi *et al.* (2011) ressalta que o modo de aplicação e as fontes de nitrogênio podem influenciar a produção de milho. Lourente *et al.* (2007) observou diferença no número de grãos por espiga e no teor de N foliar quando foram utilizadas diferentes fontes nitrogenadas. Sangói *et al.* (2010) obteve diferentes rendimentos em função de diferentes fontes nitrogenadas, no entanto, o maior rendimento de grãos e maior número de grãos por espigas foi obtido quando a fonte utilizada foi a ureia.

2.7 Silagem de milho

A produção de milho destinada à alimentação animal é basicamente utilizada para a produção de silagem de modo a amenizar os custos de produção e o aumento do desempenho animal. Isso ocorre devido ao fornecimento da silagem de milho como alimento volumoso ocorrer em épocas onde a produção de pastagens se torna ineficiente, proporcionando condições desfavoráveis à produção de leite ou carne (NOVAES *et al.*, 2004).

A cultura do milho possui boa adaptabilidade às condições climáticas do Brasil, sendo a cultura mais produzida para a produção de silagem em fazendas leiteiras do país (BERNARDES; RÊGO, 2014). Sua grande utilização ocorre devido à cultura apresentar condições favoráveis aos processos de ensilagem, à alta produção de matéria seca por hectare, elevado valor nutritivo e alta ensilabilidade, além do processo de colheita ser facilmente mecanizado (ALLEN; COORS; ROTH, 2003).

A planta de milho possui excelente ensilabilidade, pois suas características influenciam na qualidade da fermentação da silagem, como matéria seca ideal no momento de corte, alta concentração de carboidratos solúveis e baixo poder tamponante (BUXTON; O'KIEIY, 2003).

Outro fator importante que faz com que a silagem de milho seja amplamente utilizada é a elevada concentração de energia, na forma de amido e fibra. A alta concentração de amido é benéfica para a produção de proteína microbiana no rúmen. A presença da fibra estimula a salivação que proporciona o tamponamento do rúmen, evitando problemas de saúde aos animais (ADESOGAN, 2010).

Contudo, a qualidade da silagem é influenciada por vários fatores, como a escolha do ambiente, do híbrido, a adubação, a maturidade na colheita e o processo de ensilagem que variam entre as propriedades ano a ano (ALLEN; COORS; ROTH, 2003).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização da área experimental

O experimento foi conduzido na Fazenda Renascer, localizada no município de Medeiros-MG, pertencente ao Sr. Clementino Eustáquio da Silva. O experimento foi implantado em uma encosta de relevo suave ondulado, em solo classificado como LATOSSOLO VERMELHO distroférico, derivado de rocha calcária/ardosiana do Grupo Geológico Bambuí.

3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, em esquema fatorial 7x2, sendo o controle e seis fontes de nitrogênio utilizadas na adubação de cobertura do milho safrinha: ureia perolada, ureia com inibidor de urease (NBPT), ureia contendo cobre e boro, ureia contendo enxofre e polímero, nitrato de amônio e sulfato de amônio) e dois sistemas de plantio (plantio direto e plantio convencional), com três repetições, totalizando 42 parcelas experimentais. Cada parcela experimental foi composta por seis linhas de plantio com cinco metros de comprimento, sendo que as avaliações foram realizadas nas quatro linhas centrais, avaliando-se oito plantas de milho por parcela.

Tabela: Croqui da área experimental.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
PC SN	PD SA	PD UP	PC UN	PD UN	PC NA	PC SA	PD UC	PC UP	PD US	PD NA	PD SN	PC US	PC UC
28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15
PC UC	PD NA	PD UN	PC UN	PD UP	PD US	PC SN	PD SA	PC UP	PC SA	PD UC	PD SN	PC NA	PC US
29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
PC UN	PD US	PC US	PC NA	PD SA	PD NA	PD UP	PC UP	PD SN	PC UP	PC SN	PC SA	PD UN	PD UC

PC: plantio convencional

PD: plantio direto

SN: sem nitrogênio

NA: nitrato de amônio

SA: sulfato de amônio

UP: ureia perolada

US: ureia + S + polímero

UC: ureia + Cu + B

UN: ureia NBPT

3.3 Plantio e tratos culturais

A primeira operação realizada foi a delimitação das parcelas experimentais bem como a divisão dos blocos. A área experimental foi cultivada sob dois sistemas de plantio: convencional e plantio direto. Para a simulação do sistema convencional, a palhada da área foi retirada e o solo revolvido com o uso de uma grade aradora acoplada a um trator com profundidade aproximada de 20 cm, sendo esta operação realizada 10 dias antes da implantação da cultura. Já para as parcelas com o sistema de plantio direto não foi necessária nenhuma intervenção uma vez que a área é cultivada sob esse sistema há aproximadamente 20 anos.

O híbrido plantado na área experimental foi o LG 3055 da empresa Limagram, sendo caracterizado como de porte alto, colmo resistente, empalhamento bom, textura do grão semidura/alaranjado, com a finalidade de produção de grãos e silagem. A população de plantas utilizada foi de 55.000 plantas ha⁻¹. O espaçamento utilizado entre linhas foi de 0,75 m e 0,24 cm entre plantas.

A área experimental, no cultivo anterior, foi ocupada pela cultura da soja. Os resultados da análise de solo (Tabela 1) são referentes ao ano de 2018, antes do plantio.

Variável	unidades	Plantio convencional			Plantio direto		
		Profundidade (cm)			Profundidade (cm)		
		0-5	5-10	10-20	0-5	5-10	10-20
pH (H ₂ O)		6,2	6,1	5,7	6,9	6,1	5,7
P ⁽¹⁾	mg dm ⁻³	6,3	8,1	9,9	4,1	4,9	1,2
K ⁽¹⁾		88,0	100,0	110,0	154,0	112,0	55,0
Ca ⁽²⁾		2,72	2,96	2,46	4,68	2,91	1,38
Mg ⁽²⁾		0,77	0,80	0,67	1,53	0,76	0,28
Al	cmol _c dm ⁻³	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
H + Al ⁽³⁾		2,61	2,88	3,25	1,77	2,73	2,88
SB		3,7	4,0	3,4	6,6	4,0	1,8

T		3,7	4,0	3,7	6,6	4,0	1,8
T		6,3	6,9	6,7	8,4	6,7	4,7
V		58,8	58,3	51,2	78,9	59,2	38,5
M	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M.O.	dag kg ⁻¹	2,57	2,75	2,59	3,70	2,83	1,99
C.O. ⁽⁴⁾		1,49	1,60	1,50	2,15	1,64	1,15
P(rem)	mg L ⁻¹	13,0	12,0	11,7	10,5	8,9	5,8

Tabela 1: Resultados das análises de solo da área experimental no ano de 2018

⁽¹⁾P-K-Fe-Zn-Mn-Cu – Extrator Mehlich; ⁽²⁾Ca-Mg-Al – Extrator KCl -1 mol/L; ⁽³⁾H+Al – Extrator SMP; **SB** = Soma de Bases Trocáveis; **CTC (t)** = Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; **CTC (T)** = Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; **%V** = Índice de Saturação de Bases; **m** = Saturação de Alumínio; **M.O** = matéria orgânica (Oxidação Na₂Cr₂O₇ 4N+H₂SO₄ 10N); **P (rem)** = Fósforo Remanescente.

A área experimental, no cultivo anterior, foi ocupada pela cultura da soja variedade BMX OURO VERDE DASAFIO 8473. A implantação da soja foi realizada em 16/10/2018 e foram aplicados 19,6 kg ha⁻¹ de N e 112 kg ha⁻¹ de P₂O₅ no plantio, sendo utilizado o adubo 07-40-00. No dia 25 de fevereiro de 2019, foi realizada a semeadura do milho, aplicando-se 37,33 kg ha⁻¹ de N e 66,66 kg ha⁻¹ de P₂O₅ no plantio e utilizando o adubo 14-25-00 distribuído junto à semente. Não foi realizada adubação potássica.

A adubação nitrogenada de cobertura foi efetuada 15 dias após o plantio do milho (13 de março de 2019). Para essa adubação foi realizada a pesagem dos fertilizantes em balança de precisão, correspondendo à dose de 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio em uma única adubação.

3.4 Fertilizantes utilizados

Para a adubação de cobertura foram utilizadas seis fontes de nitrogênio (ureia perolada, ureia com inibidor de urease (NBPT), ureia contendo cobre e boro, ureia contendo enxofre e polímero, nitrato de amônio e sulfato de amônio). As garantias de nutrientes fornecidas pelo fabricante são apresentadas na tabela 2.

Tabela 2: Garantias de nutrientes dos fertilizantes nitrogenados usados na adubação de cobertura do milho

Fonte	N	S	B	Cu	Inibidor
	%				
Ureia perolada	46	-	-	-	-
Ureia + NBPT	46	-	-	-	NBPT
Ureia + Cu + B	43	-	0,3	0,3	-
Ureia + S + polímero	37	16	-	-	-
Nitrato de amônio	33	-	-	-	-
Sulfato de amônio	19	22	-	-	-

3.5 Variáveis analisadas

Para a avaliação foram consideradas as quatro linhas centrais, desprezando as linhas laterais de cada parcela. O corte foi realizado manualmente a 15 cm do solo quando as plantas apresentaram 31 % de matéria seca, verificados com o auxílio do teste em micro-ondas. Foram cortadas, com o auxílio de tesourão, oito plantas de cada parcela. Após o corte das plantas, o material foi picado em uma ensiladeira (Pinheiro PP-47) regulada para o corte com tamanho de partículas médias (3 cm) e separadas em quartis de modo a se adotar o mesmo método de amostragem para todas as parcelas. As análises bromatológicas das amostras foram realizadas no laboratório de Nutrição Animal do Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus* Bambuí, e constaram de: matéria seca (MS); proteína bruta (PB); matéria mineral (MM) conforme metodologia descrita por Campos *et al.* (2004); e análise de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e hemicelulose (HEM) conforme a metodologia descrita por Van Soest *et al.* (1991).

3.6 Análise estatística

Os dados das variáveis analisadas foram submetidos à análise de variância (teste F a 5% de probabilidade) e as médias agrupadas, utilizando o teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas pelo programa computacional “Sistema para Análise de Variância” - SISVAR (FERREIRA, 2007).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As interações entre as fontes nitrogenadas utilizadas na adubação de cobertura e o sistema de cultivo (convencional ou direto) não foram significativas para nenhuma das características avaliadas ($P>0,05$), assim como para os fatores analisados de forma independente para as variáveis matéria seca, matéria mineral, proteína bruta e produtividade ($P>0,05$) (Tabela 3). Somente houve efeito das fontes nitrogenadas utilizadas na adubação de cobertura do milho safrinha sobre a porcentagem de fibra em detergente neutro e de fibra em detergente ácido ($P<0,05$) (Tabela 3).

Tabela 3: Resumo da análise de variância para as características avaliadas em plantas de milho safrinha cultivado nos sistemas de plantio convencional e direto submetido à adubação nitrogenada de cobertura com diferentes adubos nitrogenados

FV	MS	MM	PB	FDN	FDA	HEM	PROD
SISTEMA PLANTIO	0.1200 ^{NS}	0.9288 ^{NS}	0.7031 ^{NS}	0.0897 ^{NS}	0.3184 ^{NS}	0.2886 ^{NS}	0,1321 ^{NS}
FONTE	0.3873 ^{NS}	0.5465 ^{NS}	0.2856 ^{NS}	0.0000*	0.0187*	0.0000*	0,4476 ^{NS}
SISTEMA *FONTE	0.5463 ^{NS}	0.2859 ^{NS}	0.0967 ^{NS}	0.1122 ^{NS}	0.4451 ^{NS}	0.2816 ^{NS}	0,8176 ^{NS}
CV (%)	7,12	11,07	28,92	7,45	12,66	12,33	10,50

*: significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. ^{NS}: não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. FV: fator de variação; SISTEMA PLANTIO: forma de cultivo (convencional ou plantio direto); FONTE: fonte nitrogenada; CV: coeficiente de variação; MS: matéria seca (%); MM: matéria mineral (%); PB: proteína bruta (%); FDN: fibra em detergente neutro (%); FDA: fibra em detergente ácido (%). PROD: produtividade (kg ha^{-1}).

Embora a matéria seca das plantas de milho não tenha sido influenciada pelos tratamentos, a média apresentada (30,5 %) está dentro da porcentagem apresentada por silagens de boa qualidade, uma vez que o conteúdo adequado de água da silagem deve situar-se entre 65 e 70% para garantir um armazenamento eficiente do material ensilado (Tabela 4). Segundo Nussio (2001), a silagem da planta de milho deve conter em sua composição bromatológica entre 30 a 35% de matéria seca. Segundo Fancelli *et al.* (2000), o corte efetuado com teores de matéria seca acima de 37% não é recomendado, pois as folhas encontram-se mais secas acarretando perdas durante o corte, além de dificultar a compactação e a eliminação do ar da

massa ensilada. Quando as plantas são colhidas com teores de matéria seca acima de 38% há a possibilidade de valores positivos na produção de matéria seca por hectare, porém as perdas no campo são aumentadas (perdas de folhas) e além disso, se for considerado o uso de silo trincheira, as dificuldades de compactação podem comprometer a qualidade da silagem (NUSSIO, 1990). Níveis reduzidos de MS podem apresentar elevadas quantidades de efluentes (TURCO, 2011). A produção de efluente tende a aumentar o teor de umidade que carrega em solução nutrientes de alta digestibilidade e compostos fundamentais para a fermentação (ROTZ e MUCK, 1994).

Tabela 4: Matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e hemicelulose (HEM) de plantas de milho safrinha cultivado nos sistemas de plantio convencional e direto submetido à adubação nitrogenada de cobertura com diferentes adubos nitrogenados

Tratamento	MS (%)	MM (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	HEM (%)
Ureia + S + polímero	28,91 a	3,93 a	5,10 a	55,59 b	30,59 a	25,00 b
Sem N	29,93 a	3,81 a	4,53 a	54,74 b	25,89 b	28,86 b
Ureia perolada	29,05 a	4,16 a	6,05 a	62,25 a	25,38 b	36,86 a
Nitrato de amônio	31,56 a	3,69 a	6,86 a	48,21 c	23,63 b	24,57 b
Ureia + NBPT	30,60 a	3,79 a	5,64 a	50,94 c	25,72 b	25,22 b
Ureia + Cu + B	29,99 a	3,93 a	5,14 a	51,42 c	23,86 b	27,56 b
Sulfato de amônio	30,31 a	3,72 a	5,82 a	50,61 c	24,47 b	26,14 b
Média	30,5	3,86	5,59	53,39	25,64	27,74

Médias seguidas de mesma letra para cada variável avaliada não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

A matéria mineral não foi influenciada pelos tratamentos (Tabela 4). De acordo com a empresa Agrocere, o valor médio de matéria mineral ideal na silagem de milho é de 3%, podendo haver variação de 2 a 4%. Desta forma, os valores obtidos estão dentro dos padrões esperados.

Para a variável proteína bruta, não houve diferença significativa dentre os tratamentos (Tabela 4). Conforme Keplin e Santos (1996), para se ter uma silagem de boa qualidade, os valores de PB devem estar em torno de 7,1 a 8,0%. Esses valores diferem dos encontrados por Jaremtchuk *et al.* (2005), que ao analisar os teores de PB da silagem de planta inteira obteve teores variando entre 5,8 e 6,91%.

Em relação à fibra em detergente neutro (FDN), essa variável apresentou uma variação de 14 % entre as fontes nitrogenadas utilizadas na adubação de cobertura. O uso de ureia perolada na adubação de cobertura do milho proporcionou um maior incremento dessa variável, seguida pela ureia + S + polímero e da testemunha, enquanto as fontes nitrogenadas nitrato de amônio, ureia + NBPT, ureia + Cu + B e sulfato de amônio apresentaram os mesmos valores de FDN (Tabela 4). Segundo Cruz *et al.* (1996), teores elevados de FDN podem levar à redução de consumo de MS pelo animal, resultando em um baixo desempenho e produção. Vale ressaltar que a FDN está diretamente relacionada à velocidade de passagem do alimento pelo trato digestivo, e quanto menor o nível de FDN, maior o consumo de MS. Contudo, é importante destacar que o teor de FDN está diretamente relacionado a fatores como ciclo da cultivar, temperaturas noturnas, teor de carboidratos solúveis, entre outros. Os valores de fibra em detergente neutro para a silagem de milho obtidos no presente trabalho estão próximos da amplitude de variação de 49,1 a 68,4%, citados por Lima *et al.* (1999).

Segundo Andrieu *et al.* (1993), a diferença na digestibilidade das plantas pode estar relacionada à porcentagem de grãos ou espigas em determinado estágio de crescimento da planta e também à composição morfológica, contudo essa variação na digestibilidade ocorre principalmente devido às diferenças na digestibilidade da parede celular.

O valor nutricional diferente entre as partes da planta é o que influencia diretamente na digestibilidade e no valor energético da silagem que depende da participação da espiga, das folhas e dos colmos no material a ser ensilado (Scwarz *et al.*,1996). Segundo Bal *et al.* (2000), os valores nutritivos da planta de milho destinado a silagem podem ser influenciados por vários fatores como: a quantidade de grãos, o teor de FDN da haste, a digestibilidade da FDN, teor de amido no grão, a digestibilidade do amido e os teores de óleo e proteína.

Para a variável fibra em detergente ácido (FDA), a porcentagem de variação dentre os tratamentos foi de 6,96% e somente a ureia + S + polímero diferiu das demais fontes com a maior porcentagem de FDA. A porcentagem de FDA apresentada pelas demais fontes nitrogenadas não diferiram entre si. Fancelli e Dourado Neto (2000) consideram ideais para a silagem de milho valores de FDA em torno de 30%. A FDA está relacionada com a digestibilidade da forragem, pois é ela que contém em sua composição celulose e lignina, que são as frações de fibra de menor digestibilidade, indicando, assim, a quantidade de fibra que não é digestível, além de também ser um indicador do valor energético do material, ou seja, quanto menor o valor de FDA, maior será o valor energético da forragem (CRUZ *et al.*,1996).

Quanto à hemicelulose, observou-se média de 27,74% com variação percentual de 12,29%. A fonte nitrogenada ureia perolada proporcionou uma silagem com maior porcentagem de hemicelulose quando comparada com as demais fontes (Tabela 4). Pelo fato da composição bromatológica ser resultado de uma variação relativa entre os nutrientes, para que um componente esteja mais concentrado na matéria seca, possivelmente é preciso que outro componente deva estar presente em menores proporções relativas no alimento. Esse fato pode ocorrer sobretudo nessa situação em que não foi observada diferença ($P>0,05$) na produtividade e nem nos teores de matéria seca da silagem.

Segundo Vilela *et al.* (2008), como resultado da tendência de lignificação, a maior porcentagem de hemicelulose pode estar relacionada com a menor participação de grãos no material ensilado, ou seja, pode se ter maior proporção de material fibroso (colmo e folhas) que contribui para o aumento na porcentagem dessa fração em detrimento do menor conteúdo de amido no material avaliado.

Embora tenham sido verificadas diferenças na qualidade da silagem quanto à FDN e à FDA, a produtividade não foi influenciada pelas fontes nitrogenadas utilizadas na adubação de cobertura do milho safrinha (Tabela 5).

Tabela 5: Produtividade de matéria seca (kg ha^{-1}) de plantas de milho safrinha cultivado nos sistemas de plantio convencional e direto e submetido à adubação nitrogenada de cobertura com diferentes adubos nitrogenados

Tratamento	Produtividade (MS)
Ureia + S + polímero	14694,71 a
Sem N	15453,23 a
Ureia perolada	15361,69 a
Nitrato de amônio	17614,75 a
Ureia + NBPT	17189,03 a
Ureia + Cu + B	16422,67 a
Sulfato de amônio	17154,29 a
Média	16270,14

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

A produtividade média da silagem obtida com as diferentes fontes nitrogenadas foi muito superior às obtidas em outros trabalhos científicos. Oliveira *et al.* (2003), ao analisarem a produtividade de silagem de milho em Três Pontas e Bom Despacho, obtiveram produção superior a 15 t de MS ha⁻¹. Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira *et al.* (2011), que, ao analisar a produtividade de híbridos de milho, obteve produtividade média de 14,6 t de MS ha⁻¹.

A área utilizada no presente trabalho é destinada ao cultivo do milho em uma propriedade que possui solos de fertilidade construída há mais de dez anos. Pela análise de solo pode-se verificar as boas condições químicas e biológicas do mesmo, com bom teor de matéria orgânica. Nesse contexto, acredita-se que o estoque de N no solo foi suficiente para suprir as exigências da cultura não havendo efeito das fontes nitrogenadas sobre a produtividade da silagem e proporcionando produtividade muito superior às obtidas no Brasil para silagem de milho.

Cancellier (2013) ressalta a importância de se considerar o histórico da área de cultivo no momento de definição da adubação da cultura do milho. Áreas cultivadas em sistema de plantio direto por vários anos, como a deste estudo, têm boa capacidade de suprimento e ciclagem de N em formas orgânicas e minerais, proporcionando boas produtividades mesmo sem aplicação de N, devido ao estoque do nutriente em formas orgânicas no solo.

Souza *et al.* (2017) também não encontrou diferenças para a produtividade do milho em função de diferentes fertilizantes nitrogenados e atribuiu o resultado ao fato do solo utilizado ter sido cultivado há mais de 20 anos em sistema de plantio direto, mantendo a palhada na área, realizando rotação de culturas, correção e fertilização equilibrada, conferindo ao solo uma boa fertilidade e reservas de N.

5 CONCLUSÃO

- Para as variáveis Matéria Seca (MS), Matéria Mineral (MM), Proteína Bruta (PB) e Produtividade, independente do sistema de cultivo (convencional ou direto) e as fontes de fertilizantes nitrogenadas, as mesmas proporcionou resultados semelhantes não havendo diferença na escolha de qualquer que seja.
- Para a variável Fibra em Detergente Neutro (FDN), a fonte nitrogenada ureia perolada proporcionou maior incremento nessa variável.
- Para a variável Fibra em Detergente Ácida (FDA), a fonte nitrogenada ureia + S + polímero proporcionou maior incremento nessa variável.
- Para a variável Hemicelulose (HEM), a fonte nitrogenada ureia perolada proporcionou maior incremento nessa variável.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADESOGAN, A. T. Corn silage quality in tropical climates. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DE PASTAGEM, 5., 2010, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2010. P. 311-327.
- ALLEN, M.S.; COORS, J.G.; ROTH, G.W. Corn Silage. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.) Silage science and technology. Madison: American Society of Agronomy; Crop Science Society of America; Soil Science Society of America, p.547-608, 2003.
- ALLEN, M. S.; OBA, M.; CHOI, B.R. Silage: feed costs and performance affected by type of corn hybrid. **Feedstuffs**, Minnetonka, v. 69, n. 28, p. 11-31, 1997.
- ALMEIDA FILHO, S. L.; FONSECA, D. M.; GARCIA, R. et al. Características agronômicas de cultivares de milho (*Zea mays* L.) e qualidade dos componentes da silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, p. 7-13, 1999.
- ANDRIEU, J.; DEMARQUILLY, C.; DARDENNE, P. et al. Composition and nutritive value of whole maize plants fed fresh to sheep. 1. Factors of variation. **Animal Zootech**, v.42, p.221-249, 1993.
- BAL, M.A.; SHAVER, R.D.; SHINNERS, K.J. et al. Stage of maturity, processing, and hybrid effects on ruminal in situ disappearance of whole-plant corn silage. **Animal Feed Science and Technology**, v.86, p.83-94, 2000.
- BASI, S.; NEUMANN, M.; MARAFON, F.; UENO, R. K.; SANDINI, I, E. Influência da adubação nitrogenada sobre a qualidade da silagem de milho. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava-PR, v. 4, n.3, p.219-234, set/dez. 2011.
- BELOW, F. E. **Fisiologia, nutrição e adubação nitrogenada do milho**. Piracicaba: POTAFÓS, 2002. p.7-12 (Informações Agronômicas, 99).
- BERNARDES, T. F.; RÊGO, A. C. do. Study on the practices of silage production and utilization on Brazilian dairy farms. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 97, n. 3, p. 1852-1861, 2014.
- BERTO, J. L.; MÜHLBACH, P. R. F.; SANTOS, A. C. Qualidade da silagem de milho em unidades de produção de leite no Rio Grande do Sul. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998.
- BUSATO, C.; BUSATO, C. C. M. Crescimento inicial da cultura do milho em cultivo consorciado. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 7, n. 13, p. 307- 316, 2011.
- BUXTON, D. R.; O'KIELY, P. Preharvest plant factors affecting ensiling. In: BUXTON, D. R.; MUCK, R. E.; HARRISON, J. H. (Ed.). **Silage Science and technology**. Madison: ASA; CSSA; SSSA, 2003. P. 199-250. (Series Agronomy, 42).

CAMARGO, M, S. A importância do uso de fertilizantes para o meio ambiente. **Pesquisa & Tecnologia**, São Paulo, v. 9, n. 2, jul/dez. 2012.

CAMPOS, F. P. de.; NUSSIO, C. M. B.; NUSSIO, L. G. **Métodos de análise de alimentos**. Piracicaba: FEALQ, 2004. 135 p.

CANCELLIER, E. L; **Eficiência da uréia estabilizada e de liberação controlada no milho cultivado em solo de fertilidade construída**. 2013. 54f. Dissertação - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

CANTARELLA, H. **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F. et al. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 375–470.

CANTARELLA, H.; BOLONHEZI, D.; GALLO, P. B.; MARTINS, A. L. M.; MARCELINO, R. Ammonia volatilization and yield of maize with urea treated with urease inhibitor. In: 16th **Nitrogen Workshop**, Turin (Italy), June, 28th - July, 1st . 2009. p.129-130, 2009.

CANTARELLA, H.; MARCELINO, R. **O uso de inibidor de urease para aumentar a eficiência da ureia**. INPI, Piracicaba, 2006.

CANTARELLA, H.; MARCELINO, R. O uso de inibidor de urease para aumentar a eficiência da ureia. In: **Simpósio sobre Informações Recentes para Otimização da Produção Agrícola**, 2007, Piracicaba. p. 19.

CANTARELLA, H.; TRIVELIN, P. C. O.; CONTIN, T. L. M.; DIAS, F. L. F.; ROSSETTO, R.; MARCELINO, R.; COIMBRA, R. B.; QUAGGIO, J. A. Ammonia volatilisation from urease inhibitor-treated urea applied to sugarcane trash blankets. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, n. 4, p. 397-401, jul./ago. 2008

CHRISTIANSON, C. B.; BAETHGEN, W. E.; CARMONA, G.; HOWARD, R. G. Micrositereactions of urea-nbtp fertilizer on the soil surface. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 25, p. 1107-1117, 1993.

CIVARD, E. A. **Adubação nitrogenada em cobertura do milho em neossolo quartzarênico em Jataí – Goiás**. 2009, 65f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás. Goiás, 2009.

CIVARDI, E. A.; SILVEIRA NETO, A. N.; RAGAGNIN, V. A.; GODOY, E. R.; BROD, E. Slow-release urea applied to surface and regular urea incorporated to soil on maize yield. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiás, v. 41, n. 1, p. 52-59, jan./mar. 2011.

CONAB Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de Grãos**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: setembro de 2019.

- CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos - Levantamento. **Monitoramento Agrícola**, v. 5, n. 4, p. 1-132, 2018. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?start=20>>. Acesso em: 25 ago. 2019.
- CRUZ, J. C.; MONTEIRO, J. A.; SANTANA, D. P. Recomendações técnicas para o cultivo do milho. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, Brasília, 2ª ed, p. 15-20, 1996.
- FANCELLI, A. L. Fisiologia, nutrição e adubação do milho para alto rendimento. In: **Simpósio sobre rotação soja/milho no plantio direto**. Piracicaba, SP, 2000, Cd-rom.
- FANCELLI, A.L. Boas práticas para o uso eficiente de fertilizantes na cultura do milho. **Informações Agronômicas**, v. 131, p. 1-16, 2010.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.
- FARNHAM, D. E.; BENSON, G. O.; PEARCE, R. B. Corn perspective and culture. In: WHITE, P. J.; JOHNSON, L. A. (Ed.). **Corn: Chemistry and Technology**. 2nd ed. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 2003. p. 1–30.
- FERREIRA, D. F. Sisvar Versão 5.0. Lavras: UFLA, 2007.
- GIARETTA, P. J. **Influência da adubação nitrogenada na produtividade de silagem e grãos de milho**. 2015. 49f. Trabalho de monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, 2015.
- GRALAK, E.; FARIA, M. V.; JÚNIOR, O. P.; ROSSI, E. S.; SILVA, C. A.; RIZZARDI, D. A.; MENDES, M. C.; NEUMANN, M. Capacidade combinatória de híbridos de milho para caracteres agronômicos e bromatológicos da silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 13, n. 2, p. 187-200, 2014.
- HAWKESFORD, M. et al. Functions of macronutrients. In: MARSCHNER, P. (Ed.). **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. 3rd ed. San Diego: Elsevier, 2012. p. 135–190.
- JAREMTCHUK, A. R.; JAREMTCHUK, C. C.; BAGLIOLI, B.; MEDRADO, M. T.; KOZLOWSKI, L. A.; COSTA, C.; MADEIRA, H, M, F.; Características agronômicas e bromatológicas de vinte genótipos de milho (*Zea mays* L.) para silagem na região leste paranaense. **Acta Sci. Anim. Sci**, Maringá, v. 27, n. 2, p. 181-188, abr./jun. 2005.
- KEPLIN, L. A. S.; SANTOS, I. R. **Silagem de milho**. Guaíra: Braskalb Agropecuária Brasileira, 1996. 46p.
- KOELLIKER, J.K. & KISSEL, D.E. Chemical equilibria affecting ammonia volatilization. In: BOCK, B.R. KISSEL, D.E., (ed.) Ammonia volatilization from urea fertilizers. Muscle Shoals, **Natl. Fert. Dev. Center**, 1988.p.37-52. (Bull. Y-206).
- KUNG, L. The effects of length of storage on the nutritive value and aerobic stability of silages. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND CONSERVATION, **Campinas. Proceedings...** Piracicaba: FEALQ, v.3, p.7-19, 2013.

KUNTZ, R. P. **Produtividade do milho em função do arranjo e da população de plantas no sistema de plantio direto na palha**. 2005. 115f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2005.

LARA CABEZAS, W.A.R. & SOUZA, M.A. Volatilização de amônia, lixiviação de nitrogênio e produtividade de milho em resposta à aplicação de misturas de ureia com sulfato de amônio ou com gesso agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 6, p. 2331-2342, jul. 2008. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v32n6/v32n6a12.pdf>>. Acesso em: 24 ago. 2019.

LIMA, M. L. M.; CASTRO, F. G. F.; TAMASSIA, L. F. M. Culturas não convencionais – girassol e milheto. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 7., 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1999. p.167-195.

LOPES, M. M. S.; ALVES, G. A. R.; OLIVEIRA NETO, C. F.; OLIVEIRA, N. N. S.; M, J. A. SANTOS, D. G. C.; OKUMURA, R. S.; LOBATO, A. K. S.; M., W. J.; MAIA, S. Comprimento, diâmetro e matéria seca da espiga em milho sob influência de vários níveis de nitrogênio. In: Anais do XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Goiânia. 2010a, CD-Rom.

LOURENTE, E.R.P.; ONTOCELLI, R.; SOUZA, L.C.F. de, GONÇALVES, M.C.; MARCHETTI, M.E.; RODRIGUES, E.T. Culturas antecessoras, doses e fontes de nitrogênio nos componentes de produção do milho. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 29, n. 1, p. 55-61, 2007.

MARTIN, T. N.; PAVINATO, P. S.; SILVA, M. R.; ORTIZ, S.; BERTONCELI. Fluxo de nutrientes em ecossistemas de produção de forragens conservadas. In: Anais do IV In: Anais do Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas, Maringá. 2011. p.319. p.173-219.

MEIRA, F. A.; BUZETTI, S. **Fontes e modos de aplicação do nitrogênio na cultura do milho**. 2006. 38f. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Campus de Ilha Solteira. Ilha Solteira – SP, 2006.

MELO, W. M. C.; VON PINHO, R. G.; VON PINHO, E. V. R.; CARVALHO, M. L. M.; FONSECA, A. H. Parcelamento da adubação nitrogenada sobre o desempenho de cultivares de milho para produção de silagem. **Revista Ciência e Agrotecnologia**. v.23, n.3, p.608-616, 1999.

NOVAES, L. P.; LOPES, F. C. F.; CARNEIRO, J. C. **Silagens: oportunidades e pontos críticos**. Juiz de Fora: Embrapa, 2004.

NUSSIO, L. G.; SIMAS, J. M. C.; LIMA, M. M.; Determinação do ponto de maturidade do milho para silagem. In: Luiz Gustavo Nussio; Maity Zopollato; José Carlos de Moura (Org.). **Anais do 2º Workshop sobre milho para silagem**. 1 ed. Piracicaba-SP: FEALQ, 2001, v.1, p.11-26.

NUSSIO, L. G. **Milho**. Piracicaba; ESALQ, 1990. A cultura do milho e sorgo para a produção de silagem, p. 58-86.

NUSSIO, L. G. Produção de silagem de alta qualidade. **In:** Anais da XIX Reunião Nacional de milho e sorgo, 19, Porto Alegre, 1992. p.155-175.

NUSSIO, L.G.; CAMPOS F.P.; DIAS, F.N. Importância da qualidade porção vegetativa no valor alimentício do milho. **In:** SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE SILAGENS CONSERVADAS, 1., 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM/CCA/DZO, 2001. p 127-145

NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P. de; DIAS, F.N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. **In:** Anais do Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas, Maringá. 2001. p.319.

OBA, M.; ALLEN, M.S. Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 82, n. 3, p. 589-596, 1999.

OLIVEIRA, C.A.; MILLEN, D.D. Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. **Animal Feed Science and Technology**, v. 197, p. 64-75, 2014.

OLIVEIRA, F. C. L.; JOBIM, C. C.; SILVA, M. S.; JUNIOR, M. C.; JUNIOR, V. H. B.; ROMAN, J.; Produtividade e valor nutricional da silagem de híbridos de milho em diferentes alturas de colheita. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Maringá, v. 40, n. 4, p. 720-727, mai. 2011.

OLIVEIRA, J. S.; SOBRINHO, F. S.; PEREIRA, R. C.; MIRANDA, J. M.; BANYS, V. L.; RUGGIERI, A. C.; PEREIRA, A. V.; LEDO, F. S.; BOTREL, M. A.; AUAD, M. V.; Potencial de utilização de híbridos comerciais de milho para silagem, na região sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. Juiz de Fora, v. 2, n. 1, p. 62-71, 2003.

PAES, M. C. D. **Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho**. Sete Lagoas: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2006. 6p. (Circular Técnica, 75).

PAZIANI, S. F., et al. Características agrônômicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 3, p. 411-417, 2009.

PEREIRA FILHO, I. A.; BORGHI, E. **Mercado de sementes de milho no Brasil: safra 2016/2017**. Embrapa Milho e Sorgo - Documentos (INFOTECA-E), 2016.

RAWLUK, C. D. L.; GRANT, C. A.; RACZ, G. J. Ammonia volatilization from soils fertilized with urea and varying rates of urease inhibitor NBPT. **Canadian Journal of Soil Science**, v. 81, p. 239-246, feb. 2001.

RESTLE, J.; NEUMANN, M.; BRONDANI, I. L.; PASCOAL, L. L.; SILVA, J. H. S.; PELLEGRINI, L. G.; SOUZA, A, N, M. Manipulação da altura de corte da planta de milho (*Zea mays*, L.) para ensilagem visando a produção do novilho superprecoce. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p. 1235-1244, 2002.

ROBERTO, V. M. O.; SILVA, C.; LOBATO, P. N. **Resposta da Cultura do Milho a Aplicação de Diferentes Doses de Inoculante (*Azospirillum brasilense*) Via Semente.** Xxviii Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Goiania-Go, p. 2429-2434, 2010.

ROTZ, A.; MUCK, R. E. Changes in forage quality during harvest and storage. **Forage quality, evaluation and utilisation.** ASAE, 1994.

SANGÓI, L.; PICOLI JR., G. J.; VARGAS, V. P.; ZOLDAN, S. R.; PLETSCHE, A. J.; VIEIRA, J.; CARNIEL, G.; SIEGA, E. A resposta do rendimento de grãos do milho a cobertura nitrogenada depende da fonte de N e do método de aplicação do fertilizante. **In: Anais do XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Goiânia.** 2010.

SCHWAB, E. C.; SHAVER, R. D.; LAUER, J. G.; COORS, J. G. Estimating silage energy value and milk yield to rank corn hybrids. **Journal of Animal Feed Science and Technology**, v. 109, p. 1-18, 2003.

SCHWARS, F.J.; PEX, E.J.; KIRCHGESSNER, M. Influence of different maize varieties on digestibility and energy content of maize silage by cattle and sheep. **Wirtschaftseigene - Futter**, v.42, n.2, p.161-172, 1996.

SCIVITTARO, W. B.; GONÇALVES, D. R. N.; VALE, M. L. C.; RICORDI, V.G. Nitrogen losses by ammonia volatilization and lowland rice response to NBPT urease inhibitor-treated urea. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.6, p.1283-1289, 2010.

SIMS, A. L.; SCHEPERS, J. S.; OLSON, R. A.; POWER, J. F. Irrigated corn yield and nitrogen accumulation response in a comparison of no-tillage and conventional till: tillage and surface-residues variables. **Agronomy Journal**, Madson, v. 90, n. 5, p. 630-637, 1998.

SOUZA, T. L. D.; GUELFY, D. R.; SILVA, A. L.; ANDRADE, B. A.; CHAGAS, W. F. T.; CANCELLIER, E. L. Ammonia and carbon dioxide emissions by stabilized conventional nitrogen fertilizers and controlled release in corn crop. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 41, n. 5, p. 494-510, set/out 2017.

TOLERA, A.; SUNDSTOL, F. Morphological fractions of maize stover harvested at different stage of grain maturity and nutritive value of different fractions of the stover. **Animal Feed Science and Technology**, v. 81, p. 1-16, 1999.

TURCO, Giselle Maria Seleme. **Produção e composição física da planta de milho para silagem, cultivado em dois níveis de adubação, dois espaçamentos entre linhas e duas densidades de plantio.** 2011. 65 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual do Centro-oeste, Unicentro-pr, Guarapuava, 2011.

USDA. **Grain: World Markets and Trade.** Foreign Agricultural Service. Office of Global Analysis. 2007 < Disponível em: <https://www.fas.usda.gov/commodities/corn>. > Acesso em 13 dezembro de 2017.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **J. Dairy Sci.**, v. 74, p. 3583- 3597, 1991.

VIEIRA JR., P.A. Milho (*Zea mays* L.). In: CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A. (Ed.). **Ecofisiologia de Cultivos Anuais – Trigo, Milho, Soja, Arroz e Mandioca**. São Paulo: Nobel, 1999. p.42-71.

VIEIRA, R. O que estuda a Bioquímica. In.: _____. **Fundamentos de Bioquímica**. Belém: Textos didáticos, 2003. p. 159.

VILELA, H. H.; REZENDE, A. V.; VIEIRA, P. F.; ANDRADE, G. A.; EVANGELISTA, A. R.; ALMEIDA, G. B. S.; Valor nutritivo de silagens de milho colhido em diversos estádios de maturação. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 37, n. 7, jul. 2008.

VITTI, G. C.; TAVARES, J. E.; LUZ, P. H. C.; FAVARIN, J. L.; COSTA, M. C. G. Influência da mistura de sulfato de amônio com ureia sobre a volatilização de nitrogênio amoniacal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v.26, n.3, jul-set. 2002..

VOLK, G.M. Efficiency of urea as affected by method of application, soil moisture and lime. **Agronomic Journal**, 58:249-252, 1966.

WATSON, C.J. Urease activity and inhibition –principles and practice. The International Fertilizer Society Meeting. London, **The International Fertilizer Society Proceedings**, n. 454, p. 39. nov. 2000.

WATSON, C. J.; MILLER, H.; POLAND, P.; KILPATRICK, D. J.; ALLEN, M. B. D.; GARRET, M. K.; CHRISTIANSON, C. B. Soil properties and the ability of the urease inhibitor N-(n-butyl) thiophosphorictriamide (nBTPT) to reduce ammonia volatilization from surface-applied urea. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 26, p. 1165-1171, 1994.