



INSTITUTO FEDERAL

Goiano

Campus Rio Verde

BACHAREL EM AGRONOMIA

TECNOLOGIAS E EFICIÊNCIA DE FONTES DE FERTILIZANTES NITROGENADOS EM MILHO DE SEGUNDA SAFRA

JOSÉ ANTONIO DE CARVALHO GUIMARÃES

Rio Verde, GO

2019

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE**

CURSO SUPERIOR DE AGRONOMIA

**TECNOLOGIAS E EFICIÊNCIA DE FONTES DE FERTILIZANTES
NITROGENADOS EM MILHO DE SEGUNDA SAFRA**

JOSÉ ANTONIO DE CARVALHO GUIMARÃES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto Federal Goiano - Campus Rio
Verde, como requisito parcial para a obtenção
do Grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Ribeiro Rodrigues

Rio Verde – GO

Julho, 2019

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

GJ83t Guimarães, José Antonio de Carvalho
 Tecnologias e eficiência de fontes de
 fertilizantes nitrogenados em milho de segunda safra
 / José Antonio de Carvalho Guimarães; orientador
 Carlos Ribeiro Rodrigues. -- Rio Verde, 2019.
 33 p.

 Monografia (em Engenharia Agrônômica) --
 Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2019.

 1. Zea mays. 2. Ureia de liberação lenta. 3.
 Sulfato de amônio. 4. Slow release urea. 5. Ammonium
 sulfate. I. Rodrigues, Carlos Ribeiro, orient. II.
 Título.



INSTITUTO FEDERAL
Goiano

Repositório Institucional do IF Goiano - RIIF Goiano
Sistema Integrado de Bibliotecas

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES
TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: José Antonio de Carvalho Guimarães

Matrícula: 2015102200240315

Título do Trabalho: Tecnologias e Eficiência de Fertilizantes Nitrogenados em Milho de Segunda Safra

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: ☒ Não ☐ Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 26/08/2019

O documento está sujeito a registro de patente? ☐ Sim ☒ Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? ☐ Sim ☒ Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde - GO, 23/08/2019.
Local Data


Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:


Assinatura do(a) orientador(a)

JOSÉ ANTONIO DE CARVALHO GUIMARÃES

TECNOLOGIAS E EFICIÊNCIA DE FONTES DE FERTILIZANTES
NITROGENADOS EM MILHO DE SEGUNDA SAFRA

Trabalho de Curso DEFENDIDO e APROVADO em 26 de julho de 2019, pela Banca
Examinadora constituída pelos membros:



Eng. Agr. MSc. Jair Leão da Silva Júnior

APSI Agricultura de Precisão



Eng. Agr. MSc. Bruno Neves Ribeiro

Kimberlit Agrociências



Prof. Dr. Carlos Ribeiro Rodrigues

Orientador

IF Goiano – Campus Rio Verde

Rio Verde - GO
Julho, 2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por me conceder o dom da vida, pela saúde e por sempre me iluminar, me proteger e me guiar durante as minhas caminhadas.

Aos meus avós paternos Dr. Antônio e Maria Telka, e meus pais Ricardo e Karla por sempre me fornecer apoio, amor e carinho. Por todos os exemplos, ensinamentos e correções que me fizeram amadurecer e por nunca terem medido esforços para me proporcionar educação de qualidade.

Aos meus familiares. Meus avós maternos José Antonio e Maria Helena pelos exemplos e ensinamentos compartilhados. Meus irmãos Leticia, Paulo Ricardo e Artur, que também sempre me apoiaram e estiveram ao meu lado, exemplos de companheirismo. Ao meu tio Eduardo, pelos seus ensinamentos e conselhos, exímio profissionalismo na sua área de atuação, juntamente com meu pai.

Ao meu professor orientador Dr. Carlos Ribeiro Rodrigues, pelas inúmeras horas de orientação desde o primeiro período, pela dedicação e pela compreensão, confiança e incentivo, sendo indispensável à realização deste trabalho.

Ao Laboratório de Química Agrícola do IF Goiano - Campus Rio Verde que me forneceu espaço, estrutura e equipamentos imprescindíveis para condução e avaliação do trabalho, bem como toda a equipe do mesmo pelo auxílio na execução deste.

Ao proprietário da Fazenda Monte Alegre, Silvio Goulart de Sousa, e seu filho Guilherme Furtado Goulart por fornecer a área de instalação e execução do experimento.

A empresa Kimberlit Agrociências pelo incentivo à experimentação de novas tecnologias e pelo fornecimento de materiais para a condução do experimento.

A todos os amigos construídos no decorrer destes quase cinco anos de graduação, por todas as horas de estudos compartilhados e por todos os momentos de diversão, bem como aos antigos amigos da minha cidade natal por todo companheirismo e apoio. Com certeza levarei vocês para a vida.

Ao coordenador do curso de Agronomia, professor Marconi Batista Teixeira, pela sua dedicação e apoio com todos os alunos. Ao Instituto Federal Goiano de Educação, Ciência e Tecnologia pela oportunidade de cursar um curso superior e também a todo o corpo docente e demais servidores da instituição que, de alguma forma, contribuíram ao longo do curso, para aprimorar meu conhecimento.

RESUMO

GUIMARÃES, José Antonio de Carvalho. **Tecnologias e eficiência de fontes de fertilizantes nitrogenados em milho de segunda safra**. 2019. 33p. Monografia (Curso de Bacharelado em Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, GO, 2019.

Este trabalho teve por objetivo de avaliar a eficiência de diversas fontes de fertilizantes nitrogenados em cobertura no milho safrinha. O experimento foi conduzido a campo na Fazenda Monte Alegre, no município de Rio Verde - GO, na safrinha agrícola do ano de 2018. Utilizou-se delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições, foram avaliados seis tratamentos: Controle – sem aplicação de adubação nitrogenada; Ureia granulada parafinada (45% de nitrogênio (N)); Ureia granulada parafinada (45% de N) mais Gesso (20% de Ca e 15% de S); Sulfato de Amônio farelado (21% de N), Ureia de liberação lenta granulada (43% de N) e Ureia + NBPT granulada (45% de N), com quatro blocos. Os tratamentos foram aplicados quando o milho situava em estágio fenológico V₃-V₄, utilizando a recomendação de 100 kg ha⁻¹ de N. Para avaliação coletou-se a parte aérea de dez plantas ao acaso nas quatro fileiras centrais de cada parcela, para a determinação de massa seca de palhada e de grãos (kg ha⁻¹), massa de 1000 grãos (g), número de linhas por espiga, eficiência agrônômica (%), teor de Nitrogênio na palhada e exportado (kg ha⁻¹). A utilização de ureia com o inibidor de urease, NBPT, e ureia protegida, com tecnologia de liberação lenta, obtiveram melhor eficiência em produtividade quando comparado a utilização de ureia + gesso, ureia e sulfato de amônio em cobertura no milho safrinha. E mantiveram altos teores de N na palhada que auxiliará na manutenção do nitrogênio no sistema produtivo via ciclagem de nutrientes.

Palavras-chave: *zea mays*, ureia de liberação lenta, sulfato de amônio.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização química e granulométrica da área experimental nas profundidades de 0 a 0,1; 0,1 a 0,2 e 0,2 a 0,4 m.....	17
--	----

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Dados meteorológicos do período de condução do experimento: precipitação (mm) e temperatura média (°C). (Fonte: INMET, 2019) 16
- Figura 2.** Produção de palhada (A), Número de linhas de grãos na espiga (B), massa de mil grãos (C), produtividade (D), eficiência agronômica das fontes (E), nitrogênio na palhada (F) e N exportado (G) do milho cv. P3646, cultivado na safrinha 2018, sob diferentes fertilizantes nitrogenados aplicados em cobertura no estágio fenológico V4 (quarta folha completamente expandida) 21

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1 A cultura do milho.....	12
2.2 Importância do nitrogênio	12
2.3 Adubação nitrogenada na cultura do milho.....	13
2.4 Perdas de nitrogênio no solo	14
2.5 Tecnologias e fertilizantes nitrogenados	15
3. MATERIAIS E MÉTODOS	16
3.1 Local e data	16
3.2 Delineamento Experimental	17
3.3 Implantação da Cultura	18
3.4 Avaliação e Colheita	18
3.8. Análises Estatísticas	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5 CONCLUSÕES.....	26
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
7 ANEXOS	32

1 INTRODUÇÃO

O cultivo do milho (*Zea mays*) em segunda safra no Brasil é factível economicamente, e um dos principais limitantes na produção da cultura relaciona-se com o suprimento inadequado de nutrientes (KAPPES et al., 2009; MACHADO et al., 2018).

Dentre os nutrientes requeridos pela cultura do milho, o nitrogênio (N) é o exigido em maiores quantidades, tendo papel direto na síntese de proteínas e clorofilas, sendo sua absorção mais intensa no estágio inicial das plantas de milho, momento em que a cultura se situa em estágio V₃ e V₄, e na fase de floração e formação de grãos (R₁ a R₃). (BASSO & CERETTA, 2000; TAIZ et al., 2017).

Em trabalhos de milho safra na região de Patos de Minas, MG, foi relatado acréscimo de 11,082 quilogramas (Kg) para cada Kg de N aplicado por hectare (ha) (Queiroz et al., 2011). De acordo com Máximo et al. (2019), o milho é bastante responsivo a adubação nitrogenada, sendo que em seu trabalho com dois híbridos de milho, observou que a utilização de 100% da dose recomendada de N, resultou em aumento de quase 20 % na massa verde total de plantas de milho.

O nitrogênio é um nutriente bastante dinâmico, trazendo dificuldades para sua manutenção no solo, sendo que as fontes mais utilizadas, ureia e sulfato de amônio, são sujeitas à perdas, como a volatilização da amônia e N₂, lixiviação e escoamento superficial, que variam em função do momento de aplicação, características do solo, sistema de cultivo e dos fertilizantes (KAPPES et al., 2009).

No milho, a dose da adubação nitrogenada é realizada levando em consideração a expectativa de produtividade da lavoura, sendo recomendado a dose de 30 kg de N por hectare na semeadura, e de 70 a 130 kg de N por hectare, em cobertura, visando uma produtividade média da cultura de 9 toneladas por hectare na recomendação para o cerrado brasileiro (SOUSA & LOBATO, 2004).

Dada a rápida perda de N por diversos processos, tem-se buscado diversas tecnologias que visem manter por mais tempo esse nutriente no solo, como por exemplo: o revestimento de grânulos, a utilização de adubos verdes, utilização de fertilizantes nitrogenados de liberação lenta, ureia protegida, mistura de ureia com tiofosfato de N-Butiltriamida (NBPT), visando a redução do processo de hidrólise da ureia e mistura da ureia com outras fontes de adubos nitrogenados e/ou gesso agrícola (AITA et al., 2001; LARA CABEZAS et al., 2008; MACHADO et al., 2015; CHAGAS et al., 2017).

Atualmente diversas pesquisas têm sido realizadas, visando o melhor aproveitamento

de nitrogênio através da aplicação de diversas fontes. Em Alfenas – MG, Portugal et al. (2012), trabalhando com diversas fontes de nitrogênio (ureia, sulfato de amônio e fonte de liberação lenta) no cultivo de milho em sistema de plantio direto, afirma que as fontes de nitrogênio podem apresentar desempenho semelhantes, no entanto desempenhos econômicos podem influenciar na escolha da fonte. Já Teixeira filho et al. (2012), trabalhando com a aplicação de diversas fontes de nitrogênio em trigo irrigado, observou que determinadas fontes apresentam mais influência em componentes de produção do que outras, observando que a fonte sulfonitrato de amônio com inibidor de nitrificação (Entec) e sulfato de amônio, aumenta o teor de nitrogênio foliar de plantas de milho, em relação a ureia, e que a utilização de sulfato de amônio resulta em plantas com maior teor de clorofila do que as plantas adubadas com as fontes Entec e ureia.

Também, Lara Cabezas et al. (2008), trabalhando com fontes nitrogenadas aplicadas em cobertura, contendo ureia + sulfato de amônio, ureia + gesso granular e ureia + gesso em pó, além do tratamento controle, sem adubação de N, em Votuporanga e Uberlândia, mostraram que as perdas de volatilização podem ser influenciadas pela tecnologia de aplicação e de acordo com a região, sendo que, em sua pesquisa, a utilização da ureia associada ao sulfato de amônio, resultou em menor volatilização de amônia, quando comparada a associação da ureia com o gesso, no município de Votuporanga.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a eficiência de diversas fontes de fertilizantes nitrogenados em cobertura no milho safrinha.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do milho

O milho é uma monocotiledônea, pertencente à família das Poacea, e no Brasil, o mesmo é cultivado em duas safras agrícolas, a primeira safra, semeada entre os períodos de setembro a dezembro e a segunda safra, conhecida como safrinha, semeada entre os meses de janeiro e fevereiro (ALVARENGA et al., 2011).

O milho é uma cultura de grande importância socioeconômica, o que se deve ao alto valor nutricional de seus grãos, que são utilizados na alimentação humana e na fabricação de produtos processados utilizados na alimentação de animais. Sendo assim se torna importante como geração de emprego e renda em todos os processos, desde a produção da matéria-prima até a industrialização (PORTUGAL et al. 2012).

De acordo com o último censo realizado pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2019), a estimativa de produção de milho na primeira safra e segunda safra é de aproximadamente 26 e 68 milhões de toneladas, uma redução percentual de 2 % e um incremento percentual de 26,4 %, respectivamente, em relação à safra anterior, com produtividade média aproximada em 5.365 kg ha¹, para o milho cultivado em primeira e segunda safra. Na região Centro-Oeste é esperado uma produção 2,6 e 48 milhões de toneladas, para o milho de primeira e segunda safra, respectivamente, com produtividade média aproximadamente 6.000 Kg ha⁻¹.

De acordo com Meira et al. (2009), um dos principais fatores responsável, pela variação nessa produtividade existente, é o manejo incorreto de fertilizantes, em especial o nitrogênio, por ser móvel no solo, o que dificulta o seu manejo, e por ser exigido em maiores quantidades.

2.2 Importância do nitrogênio

O nitrogênio é considerado um nutriente essencial para as plantas, sendo enquadrado dentro da classe dos macronutrientes, por, de forma geral, ser requerido em grandes quantidades, apresentando expressivo papel no crescimento e desenvolvimento vegetal, tendo papel fundamental na síntese de proteínas, clorofilas, enzimas, coenzimas, citocromos, ácidos nucleicos, aumento de área foliar e, conseqüentemente da produção de massa de matéria seca das plantas, resultando em maiores produtividades (ARAÚJO et al., 2004; NOVAIS et al., 2007; QUEIROZ et al., 2011). Amaral et al. (2016), trabalhando com o cultivo do feijoeiro, sobre palhadas e submetido a adubação nitrogenada, no município de Jaboticabal, SP,

mostraram também que a adubação nitrogenada é de suma importância para produção de grãos com maior qualidade nutricional.

Pesquisas mostram que a deficiência de nitrogênio, leva a formação de plantas mal desenvolvidas, com mortes prematuras e amarelecimento (clorose) das folhas mais velhas em forma de 'V' deitado (VEIGA, 2006). Barroso et al. (2005), trabalhando com diagnósticos de deficiências em mudas de Teca, observou que a ausência de nitrogênio na solução nutritiva, levou a formação de plantas com redução drástica do crescimento, com redução do teor de clorofila, clorose generalizada, ocasionada pela degradação das clorofilas, e morte de raízes. Excesso de nitrogênio em plantas também resulta em perdas na produção/produtividade, sendo sintomas evidenciados quando as plantas apresentam folhas de coloração verde escura e suculenta, o que os torna mais susceptíveis a patógenos (MENDES, 2007).

A maioria das culturas absorve preferencialmente o nitrogênio na forma de nitrato, NO_3^- , o qual é incorporado em compostos orgânicos, para formação de compostos, como por exemplo, a molécula de clorofila, o que é possível graças a sua configuração que permite ligações estáveis com o átomo de carbono (MENDES, 2007).

2.3 Adubação nitrogenada na cultura do milho

A adubação nitrogenada na cultura do milho é realizada no momento de semeadura da cultura, e em cobertura, quando a cultura se situa em estágio fenológico V_3 e V_4 , levando em conta a expectativa de produtividade desejada da cultura, conforme literatura específica (RIBEIRO et al., 1999; SOUSA & LOBATO, 2004). Sendo que para o Cerrado brasileiro, Sousa & Lobato (2004), recomendam em semeadura a aplicação de 20 e 30 Kg de N por hectare, para uma expectativa de rendimento médio de 6 e 10 toneladas por hectare, respectivamente, e em cobertura, os mesmos recomendam a aplicação de 40, 70, 130 e 180 Kg de N por hectare, visando à produtividade de 6, 8, 10 e 12 toneladas por hectare.

Atualmente, diversos estudos estão sendo desenvolvidos com intuito de aumentar a precisão e eficiência na dose e aplicação de nitrogênio na cultura do milho, visto que autores já apontam em suas recomendações que fatores como o teor de argila do solo, cultura antecessora, teor de matéria orgânica podem atuar aumentando, ou reduzindo a disponibilidade de N no sistema solo (SOUSA & LOBATO, 2004; SOUZA et al., 2016). Em Monte Carmelo - MG, Guimarães (2017), avaliando o desempenho do milho em função de doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura, observou resposta linear para a produtividade de grãos, sendo que cada Kg de N aplicado por hectare, proporcionou o aumento de $10,2 \text{ Kg ha}^{-1}$ no rendimento de grãos, independente da época de aplicação.

Similarmente, Souza & Soratto (2010), observaram aumento de 6,48 Kg ha⁻¹, no rendimento de grãos de milho, para cada Kg de N aplicado em cobertura, em sistema de plantio direto. No entanto, a adubação nitrogenada, não é realizada com intuito de se produzir a máxima produtividade da cultura, visto que a mesma não corresponde a máxima produtividade econômica (SILVA et al., 2005).

Silva et al., 2014, trabalhando com doses de nitrogênio e fósforo, para máxima produção econômica de milho verde, no município de Mossoró-RN, observou que doses de nitrogênio de 120 Kg de N ha⁻¹ (20 % em semeadura e 80 % em cobertura), quando combinadas com doses de 120 Kg de P₂O₅ ha⁻¹, resultam em melhor retorno econômico. Queiroz et al. 2011, avaliando resposta do milho a dose e fontes de nitrogênio, também observaram melhor retorno econômico com a dose 120 Kg de N ha⁻¹ aplicado em cobertura, independente da fonte avaliada, no entanto os mesmo autores apontam que no solo tem-se a ocorrência de diversos processos químicos, que podem resultar em ineficiência da adubação nitrogenada, além de enormes prejuízos ambientais, fenômenos esses conhecidos como perda de nitrogênio solo (SOUSA & LOBATO, 2004; CANTARELLA & MONTEZANO, 2010).

2.4 Perdas de nitrogênio no solo

O nitrogênio é o nutriente requerido pelas plantas que apresenta maior dinamicidade no solo, existindo várias rotas de perdas do mesmo, o que resulta na complexidade no manejo da adubação nitrogenada. As perdas do nitrogênio do solo são ocasionadas principalmente pelos processos de desnitrificação, volatilização e lixiviação (PORTUGAL et al., 2012).

A desnitrificação é o fenômeno que ocorre em solos alagados, mal drenados ou compactados, sendo resultado do desenvolvimento de bactérias desnitrificantes, devido à ausência de oxigênio. Estas utilizam o nitrato (NO₃⁻), presente no solo, como substrato, convertendo-o em nitrogênio atmosférico (N₂ ou N₂O) (ZOPPAS et al., 2016).

A lixiviação é resultado da alta mobilidade do nitrato no solo, ocasionada pela não retenção do nutriente no solo, devido a sua característica aniônica, que promove a descida do nutriente junto com a água no perfil do solo, sendo esse fenômeno mais evidente em áreas com alto índice pluviométrico e com solos bem drenados, como é o caso do sudoeste Goiano. A lixiviação do nitrato causa enormes prejuízos ambientais, devido a contaminação de mananciais e recursos hídricos, como já mencionado por Costa et al. (2017) e Sousa & Lobato (2000). Além disso, Bortolotto et al. (2013), enfatiza a importância do manejo correto de doses de nutrientes na fertirrigação em café, observando que uma cultura fertirrigada com 400

Kg de N por hectare, apresentou concentração de nitrato em média, a 1 metro de profundidade, de 5,42 mg L⁻¹, valor aceitável pela legislação brasileira (10 mg L⁻¹).

A volatilização é ocasionada pela aplicação de nitrogênio quando aplicado em forma de ureia em condições inadequadas, sendo resultado da perda do gás NH₃. A ureia em contato com o solo sofre ação da enzima urease, produzida por bactérias, que promove liberação de nitrogênio presente no grânulo de ureia, promovendo a liberação de amônio (NH₄⁺) e amônia (NH₃) no solo. O amônio, em solos com presença de O₂, sofrem ação das bactérias nitrificantes, que converte a molécula em nitrato (NO₃⁻), já a amônia, por ser um gás, difunde-se pelo solo, esperando que se ligue aos prótons (H⁺) presentes na solução do solo e se estabilize na forma de NH₄⁺. Entretanto em determinadas condições essa estabilização não ocorre, havendo perda de nitrogênio na forma de NH₃ de até 70 % (SOUSA & LOBATO, 2000; PEGORARO et al., 2017; SILVA et al., 2014; VIEIRA, 2017).

Devido a essas perdas já mencionadas, e a importância do nutriente para o desenvolvimento vegetal, diversos estudos apontam a necessidade da incorporação de tecnologias que visem a minimização das perdas de nitrogênio no solo (SILVA et al., 2014; SILVA et al., 2017).

2.5 Tecnologias e fertilizantes nitrogenados

Diversas empresas lançam ao mercado agropecuário tecnologias para aumentar a eficiência da aplicação de adubos nitrogenados. Dentre essas tecnologias, destaca-se: a utilização de inibidores da urease, como o tiofosfato de N-Butiltriamida (NBPT), e de nitrificação, como a dicianodiamida (DCD), além da aplicação de nitrogênio utilizando fontes de nitrogênio de liberação lenta, e menos sujeitas a perdas, como o sulfato de amônio (MACHADO et al., 2015; CHAGAS et al., 2017). Outras técnicas simples que podem ser utilizadas, são as misturas das fontes nitrogenadas, ureia e sulfato de amônio, e a aplicação conjunta de ureia e gesso agrícola (LARA CABEZAS et al., 2008).

Devido à importância de reduzir as perdas de nitrogênio no sistema solo, diversas pesquisas estão sendo desenvolvidas, para aumentar a eficiência da adubação nitrogenada. Silva et al. (2017), trabalhando com inibidores de urease e da nitrificação na cultura do abacaxi, observaram que condições climáticas indesejáveis (altas temperaturas e baixa umidade relativa), resultam em grandes perdas de volatilização de ureia, quando a mesma não é tratada com inibidor de urease.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Local e data

O experimento foi conduzido a campo na Fazenda Monte Alegre, no município de Rio Verde, GO, nas coordenadas 17°31'26'' Sul e 51°08'45'' Oeste e 861 m de altitude. O clima da região é do tipo Aw (Köppen-Geiger) – tropical, com chuvas concentradas no verão (outubro a abril) e um período seco bem definido durante a estação de inverno (maio a setembro). A temperatura média anual varia de 20°C a 35°C e as precipitações variam de 1500 a 1800 mm anuais. As condições climáticas, temperatura máxima e mínima e precipitação diária estão na Figura 1. Em anexo a imagem da área experimental.

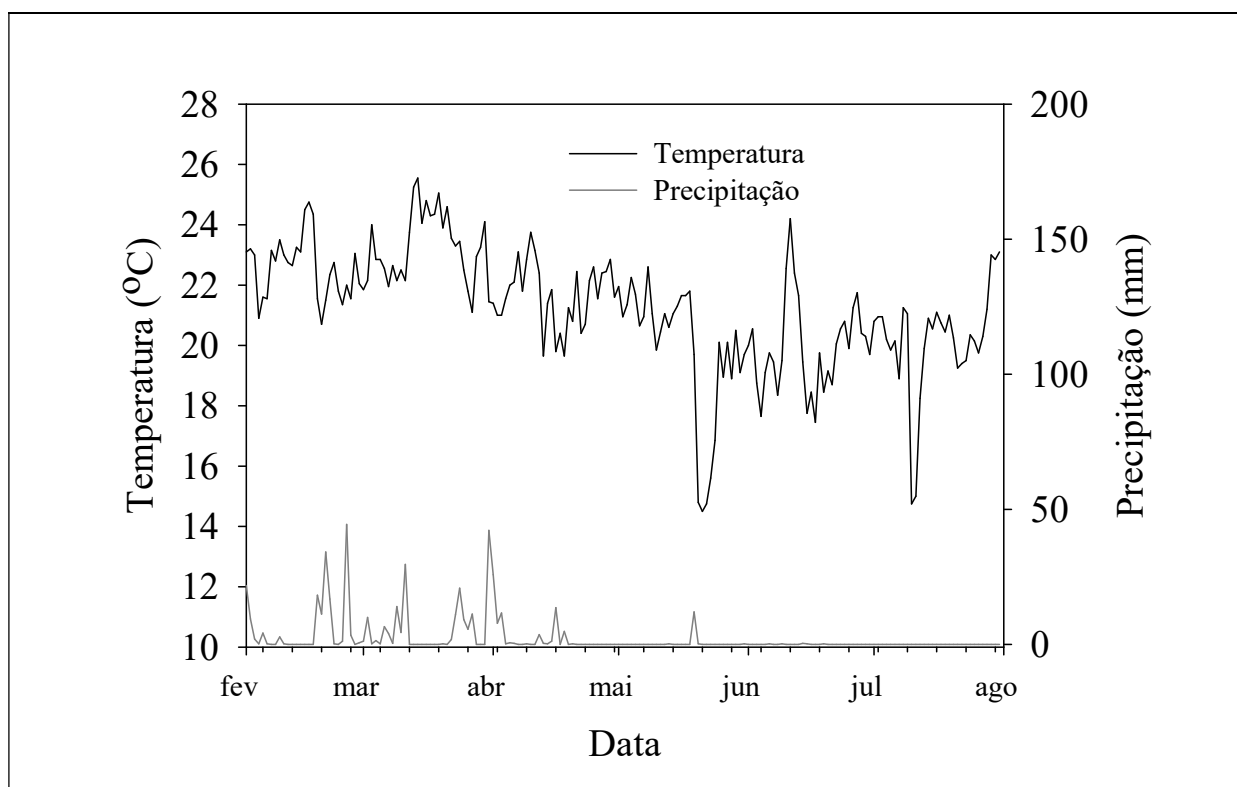


Figura 1. Dados meteorológicos do período de condução do experimento: precipitação (mm) e temperatura média (°C). (Fonte: INMET, 2019).

Para a instalação do experimento realizou-se amostragem do solo na área experimental nas profundidades de 0 a 0,1; 0,1 a 0,2 e 0,2 a 0,4 m de profundidade para a caracterização química e granulométrica (Tabela 1). Conforme resultado da análise química do solo e Ribeiro et al. (1999) não foi necessário fazer a correção do solo. Também não foi realizada a adubação fosfatada e potássica, conforme tecnologia adotada pelos produtores de milho safrinha na região centro-oeste do Brasil.

Tabela 1. Caracterização química e granulométrica da área experimental nas profundidades de 0 a 0,1; 0,1 a 0,2 e 0,2 a 0,4 m.

Fator	Profundidade (m)		
	0 - 0,1	0,1 - 0,2	0,2 - 0,4
pH (CaCl ₂)	5,80	5,00	5,20
P (mg dm ⁻³)	7,89	2,98	2,93
S-SO ₄ ⁻² (mg dm ⁻³)	2,70	6,30	4,60
K ⁺ (mg dm ⁻³)	89,00	63,00	56,00
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	2,48	1,74	2,21
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,95	0,87	1,32
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,00	0,03	0,02
H + Al (cmol _c dm ⁻³)	2,63	3,49	3,56
M.O. (g dm ⁻³)	33,9	28,00	29,30
SB (cmol _c dm ⁻³)	3,67	2,78	3,70
CTC (cmol _c dm ⁻³)	6,30	6,27	7,26
V (%)	58,30	44,30	51,00
m (%)	0,00	1,10	0,50
B (mg dm ⁻³)	0,19	0,12	0,18
Cu (mg dm ⁻³)	0,64	0,77	0,69
Fe (mg dm ⁻³)	41,44	47,71	51,44
Mn (mg dm ⁻³)	21,83	13,25	12,78
Zn (mg dm ⁻³)	0,66	1,60	1,40
Areia (%)	47,00	47,00	47,00
Silte (%)	4,00	4,00	4,00
Argila (%)	49,00	49,00	49,00

pH da solução do solo, determinado em solução de CaCl₂ 1 mol L⁻¹; MO: matéria orgânica, determinação por método colorimétrico; P e K extrator Mehlich I e determinação por colorimetria e fotometria de chama, respectivamente; Ca²⁺ e Mg²⁺: teores trocáveis de cálcio e magnésio, respectivamente, extraído com KCl 1 mol L⁻¹ e determinados em absorção atômica; S-SO₄²⁻: Enxofre na forma de sulfatos, extraído por fosfato de cálcio e determinado por turbidimetria; Al³⁺: Alumínio trocável, extraído com KCl 1 mol L⁻¹ e determinação por titulação; H+Al: acidez total do solo, determinada em solução tampão SMP a pH 7,5; SB: soma de bases (K⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺); CTC: capacidade de troca de cátions (K⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺ + H+Al); V: saturação por bases do solo (relação SB/CTC); m: saturação por alumínio [relação Al³⁺/(SB+Al³⁺)]; Cu, Fe, Mn e Zn: cobre, ferro, manganês e zinco, extrator Mehlich 1 e determinação em Absorção atômica.

3.2 Delineamento Experimental

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com seis tratamentos sendo, Controle – sem aplicação de adubação nitrogenada; Ureia granulada parafinada (45% de N); Ureia granulada parafinada (45% de N) mais Gesso (20% de Ca e 15% de S); Sulfato de Amônio farelado (21% de N), Ureia de liberação lenta granulada, Kimcoat N, (43% de N) e Ureia + NBPT granulada (45% de N), com quatro blocos. Foi realizada a adubação correspondente a 100 Kg ha⁻¹ de N com cada fonte, e no tratamento da ureia com gesso,

aplicou-se a ureia convencional e posteriormente o gesso agrícola em dose correspondente a 222 Kg ha^{-1} . Cada parcela foi constituída de seis linhas espaçadas 0,5 m entre cada por 10 m de comprimento, totalizando 30m^2 por parcela, 180 m^2 por bloco e 640m^2 para todo o experimento.

3.3 Implantação da Cultura

Utilizou-se o híbrido P3646 convencional, em semeadura direta, no dia 01 de fevereiro de 2018, em espaçamento de 0,5m entre fileiras com 3 sementes por metro, constituindo uma população de 60.000 plantas por ha, a emergência se deu aos 6 dias após a semeadura, no dia 07 de fevereiro de 2018. Para realizar a semeadura foi utilizada semeadora mecanizada. As sementes foram tratadas com os inseticidas Poncho® + Dermacor®, nas doses de 70 mL + 50 mL para 60 mil sementes. Os tratos culturais durante todo o ciclo da cultura foram feitos de acordo com as recomendações técnicas, sendo adubação somente de cobertura conforme os tratamentos, sem fertilizantes na semeadura. A adubação de cobertura com os tratamentos foi realizada a lanço em área total.

Durante toda a fase de desenvolvimento da cultura foi descrito qualquer sintoma de deficiência e, ou, toxidez.

3.4 Avaliação e Colheita

Para avaliação coletou-se a parte aérea de dez plantas ao acaso nas quatro fileiras centrais de cada parcela, quando a maioria das plantas atingiram o estágio fenológico R_6 (maturação fisiológica). Posteriormente, pesou-se as partes aéreas das plantas amostradas e destacou-se a espiga da planta, pesando novamente. As amostras foram levadas ao Laboratório de Química Agrícola do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. No laboratório realizou a secagem das amostras em estufa de circulação forçada de ar a $65\text{-}70^\circ\text{C}$ até atingir massa constante, e posteriormente realizado as pesagens e determinado a massa seca de parte aérea total, massa seca de palhada, massa seca de grãos, massa de 1000 grãos e estimada a produtividade (kg ha^{-1}) com 13% de umidade. Em seguida o material da palhada (parte aérea, palha da espiga mais sabugo) e dos grãos, foram moídos e destinados à análise química de tecidos para determinação dos teores de N (Malavolta et al., 1997). Em seguida, com base na massa seca e nos teores de N foram estimados os valores de extração total de N, N na palhada e N exportado. Com base nos dados de produção foi estimado a eficiência agrônômica (EfA) das fontes de N, conforme equação 1.

$$Efa = (Produção da Fonte Testada/Produção do Controle) \times 100 \quad \text{Equação 1}$$

3.8. Análises Estatísticas

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância e quando demonstrados significativos, foram contrastados pelo teste de média t (LSD) a 5 % de probabilidade com auxílio do programa SISVAR (FERREIRA, 2014).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a produção de palhada (Figura 2 A), a aplicação de ureia de liberação lenta obteve os maiores valores seguido dos tratamentos com ureia + NBPT, ureia + gesso, sulfato de amônio e ureia.

O índice de produtividade do milho, número de linhas na espiga, não variou entre os tratamentos, apresentando valor médio igual a 18 (Figura 2 B). Todavia, a massa de 1000 grãos variou com o maior valor obtido com a adubação utilizando ureia de liberação lenta (Figura 2 C). A maior produtividade do milho foi obtida com a aplicação da ureia + NBPT seguido do milho fertilizado com ureia de liberação lenta, ureia, ureia + gesso e sulfato de amônio (Figura 2 D). Os mesmos resultados foram obtidos para a eficiência agrônômica (Figura 2 E).

O N na palhada, que retornará na próxima safra via ciclagem de nutrientes, teve os maiores valores com a aplicação do sulfato de amônio seguido da ureia + NBPT e ureia de liberação lenta (Figura 2 F). Os maiores valores de N exportado pelos grãos de milho (Figura 2 G) foram obtidos nos tratamentos com a aplicação da ureia de liberação lenta, ureia + gesso e ureia.

A maior produção de palhada, em determinados tratamentos, evidencia o aumento da eficiência da adubação nitrogenada, através da utilização de técnicas e tecnologias (ureia de liberação lenta, ureia + gesso e ureia + NBPT), o que resulta no maior desenvolvimento vegetal, conseqüentemente tem-se a maior formação de palha pós-colheita, visto que Chagas et al. (2017), trabalhando com volatilização da amônia em pastagens, observaram que a utilização da ureia convencional, resulta em maiores perdas por volatilização de NH_3 do que a aplicação de ureia com inibidor da urease (NBPT) e do que a ureia revestida com polímero.

Não foram observados efeitos significativos para o número de linhas por espigas de plantas de milho, obtendo média geral de 18 linhas de milho por espiga. Esses resultados são semelhantes aos de Cruz et al. (2008), onde em pesquisa avaliando diferentes híbridos de milho, conjuntamente com doses de N, observaram que as características de número de fileiras de milho por espiga, é um fator que está mais relacionado com o material cultivado, híbrido, do que com a dose de adubo nitrogenado. E que também pode sofrer maior influência de condições climáticas, em relação às edáficas (GALVÃO, BORÉM; PIMENTEL, 2015).

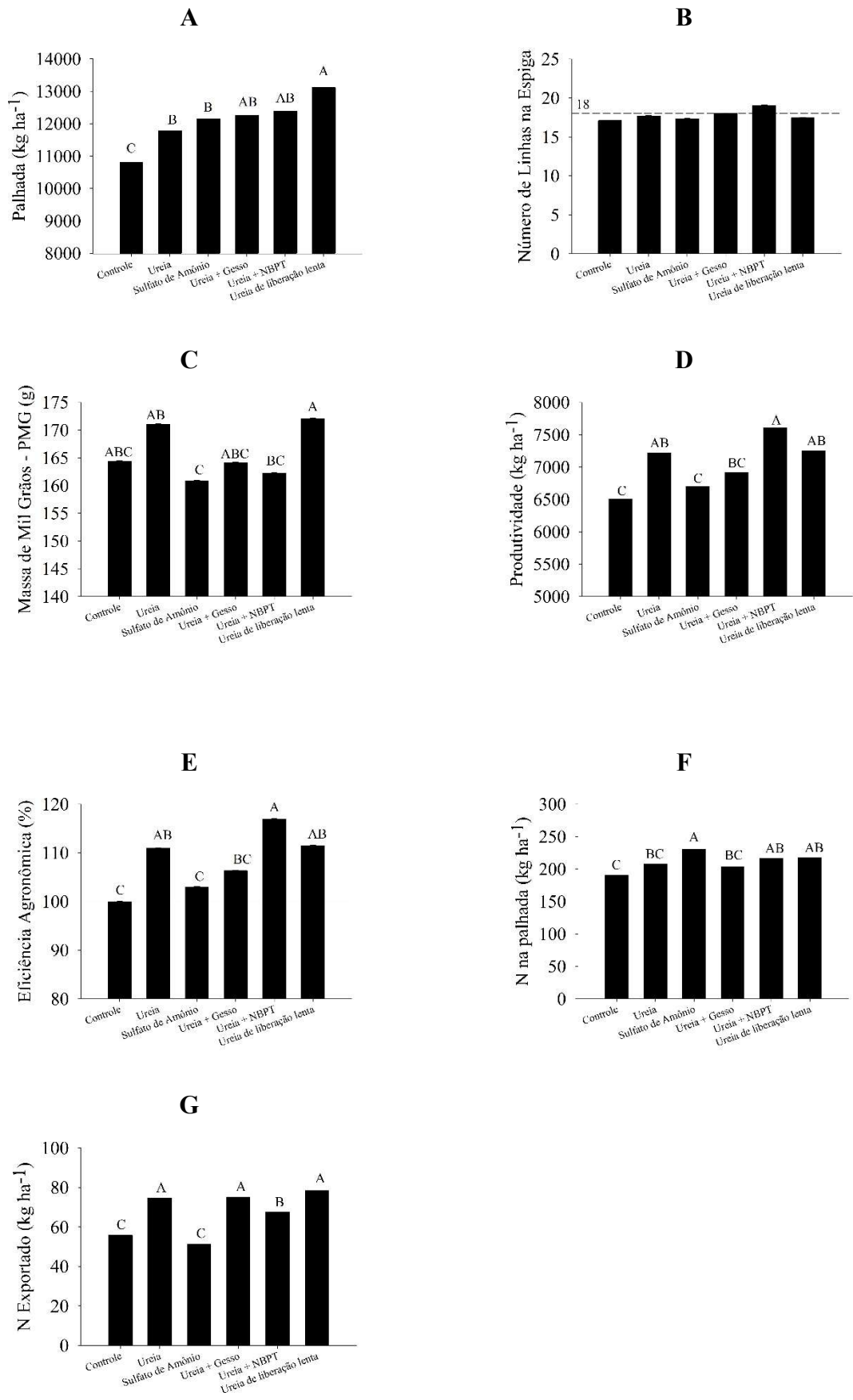


Figura 2. Produção de palhada (A), Número de linhas de grãos na espiga (B), massa de mil grãos (C), produtividade (D), eficiência agronômica das fontes (E), nitrogênio na palhada (F) e N exportado (G) do milho cv. P3646, cultivado na safrinha 2018, sob diferentes fertilizantes nitrogenados aplicados em cobertura no estágio fenológico V4 (quarta folha completamente expandida).

A maior produção de palhada, em determinados tratamentos, evidencia o aumento da eficiência da adubação nitrogenada, através da utilização de técnicas e tecnologias (ureia de liberação lenta, ureia + gesso e ureia + NBPT), o que resulta no maior desenvolvimento vegetal, conseqüentemente tem-se a maior formação de palha pós-colheita, visto que Chagas et al. (2017), trabalhando com volatilização da amônia em pastagens, observaram que a utilização da ureia convencional, resulta em maiores perdas por volatilização de NH_3 do que a aplicação de ureia com inibidor da urease (NBPT) e do que a ureia revestida com polímero.

Não foram observados efeitos significativos para o número de linhas por espigas de plantas de milho, obtendo média geral de 18 linhas de milho por espiga. Esses resultados são semelhantes aos de Cruz et al. (2008), onde em pesquisa avaliando diferentes híbridos de milho, conjuntamente com doses de N, observaram que as características de número de fileiras de milho por espiga, é um fator que está mais relacionado com o material cultivado, híbrido, do que com a dose de adubo nitrogenado. E que também pode sofrer maior influência de condições climáticas, em relação às edáficas (GALVÃO, BORÉM; PIMENTEL, 2015).

Um dos principais índices de produtividade é a massa de mil grãos, pois é uma característica que pode estar relacionada diretamente com a produtividade da cultura, e indiretamente, com a qualidade nutricional do produto. No presente trabalho, observou maior valor da MMG na adubação com a ureia de liberação lenta (172,01 g), sendo esses valores estatisticamente iguais ao do tratamento com aplicação de ureia exclusiva (171,07 g), controle (164,36 g), e a utilização de ureia + gesso (164,11 g) (Figura 2 C). Dessa forma a utilização de tecnologias pode contribuir para aumento na massa de grãos, visto a maior eficiência na aplicação, resultar em maior disponibilidade de N, no entanto em algumas situações o próprio suprimento de N pelo solo, através principalmente da mineralização da matéria orgânica, já se torna o suficiente para essa suprir a necessidade requerida, além do que a variável é influenciada por outros fatores, como genótipo, e condições climáticas no momento de enchimento de grãos (SILVA et al. 2003 CRUZ et al., 2008; QUEIROZ et al., 2011).

A utilização da fonte sulfato de amônio resulta em menor massa de mil grãos quando comparada com a utilização da ureia (Figura 2 C), e esses resultados corroboram com os encontrados por Mortate et al. (2018), onde trabalhando com adubação nitrogenada na cultura

do milho, observou que adubações nitrogenadas na dose de 300 Kg ha⁻¹, utilizando como fonte o sulfato de amônio, resulta em menor massa de grãos por espigas, do que quando se utiliza a fonte ureia, o que pode ter relação com o menor comprimento de espigas, sendo essa diferença, relacionada com a influência que cada fonte provoca nas características químicas, como por exemplo alteração no pH, o que pode resultar em diferenças nas variáveis de produção (BARBOSA FILHO et al., 2001).

A maior produtividade de grãos e eficiência agronômica foram obtidas com a aplicação da ureia + NBPT, seguida da ureia de liberação lenta e ureia, com produtividade de 7.606; 7.251 e 7.218 Kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 2 D e E). A não observação de diferença estatística na produtividade e na eficiência agronômica, entre a ureia e a tecnologia da ureia de liberação lenta, pode estar relacionado com a aplicação nitrogenada, em ambos tratamentos, ter sido realizada em condições ideais, não intensificando as perdas de N na forma de NH₃, quando a ureia é aplicada sem associação com tecnologias, no entanto observa-se que a média de produtividade da aplicação de ureia + NBPT (7.606 Kg ha⁻¹) é maior do que quando se aplica ureia (7.218 Kg ha⁻¹) (Figura 2 D).

Resultados semelhantes a esses foram encontrado por Portugal et al. (2012), onde em seu trabalho com aplicação de fontes de nitrogênio na cultura do milho não observou diferenças estatística na produção para os tratamentos ureia e N de liberação lenta.

A adubação nitrogenada é essencial, para o aumento de produtividade, e para o aumento da eficiência visto que o tratamento controle apresentou os menores valores de produtividade (6.506 Kg ha⁻¹), bem como, todos os tratamentos apresentaram eficiência superior a 100 %. Portugal (2012) observou redução de 36 % da produtividade quando não realiza adubação nitrogenada na cultura do milho.

Resultados diferentes para a aplicação da ureia associada ao gesso, foram encontrados por Lara Cabezas et al. (2008), onde trabalhando com a aplicação de ureia associada ao gesso e sulfato de amônio na cultura do milho encontrou valores de produtividades estatisticamente diferentes ao da testemunha sem aplicação de N. Segundo os autores a aplicação conjunta do gesso com a ureia visa reduzir as perdas de N por volatilização da amônia na aplicação em superfície por cobertura do milho. O amônio formado da hidrólise enzimática da ureia pela urease reagiria com o ânion sulfato do gesso, formando sulfato de amônio que lixiviaria para o solo, evitando as perdas por volatilização. Todavia, no presente trabalho a aplicação simples de ureia obteve produtividade superior a aplicação do sulfato de amônio. Esse resultado pode ser explicado pelas condições de clima do solo e atmosférica logo após a aplicação. Havia umidade no solo e houve chuva leve nos quatro dias subsequentes à adubação com 18,2; 11,2;

34,2 e 16,8 mm. Nessas condições há redução das perdas por volatilização da amônia, e, também, não há inundação temporária do solo para proporcionar a desnitrificação e perda de N₂ volatilizado. Assim, em geral, pode-se afirmar que nas condições de solo e clima, houve condição ótima para a máxima eficiência da ureia, proporcionando melhores resultados que o sulfato de amônio. Todavia, as tecnologias NBPT e ureia de liberação lenta, conseguiram proporcionar aumento da eficiência, garantindo maior produtividade final das culturas. Pode-se afirmar então, que mesmo em condições ótimas para a máxima eficiência da ureia aplicada em cobertura, o uso das tecnologias como inibidor de urease (NBPT) e liberação lenta como a ureia protegida, pode ainda aumentar a eficiência técnica da ureia.

A não diferença estatística, no fator produtividade, encontrada no experimento para as aplicações de sulfato de amônio e testemunha pode estar relacionado, também, com teor de matéria orgânica na área do experimento (Tabela 1) classificado como médio (Ribeiro et al., 1999), que não intensificaram o efeito da deficiência de N, no tratamento testemunha, como já relatado por Oliveira (2018), em seu trabalho com manejo da adubação nitrogenada no consórcio entre soja e milho.

Para a análise de Nitrogênio na palhada e exportado, a presença de poucos trabalhos na literatura analisando essa variável, dificulta a discussão. Mortade et al. (2018), retrata que a leitura com clorofilog SPAD, é uma medida indireta baseada na concentração de N no teor das folhas, onde quanto maior o seu valor, maior é o teor de Nitrogênio, visto que 50 % do teor de nitrogênio total das folhas integram os compostos como a clorofila. Valores maiores de N na palhada para sulfato de amônio, Ureia + NBPT e ureia de liberação lenta, podem relacionar com o fato do sulfato de amônio facilitar a incorporação de nitrogênio nesses pigmentos presentes nas folhas, ou com a redução das perdas quando relacionados ao nitrogênio no solo, quando comparado com outras fontes (BARBOSA FILHO et al., 2001).

Para o nitrogênio exportado, Weber e Mielniczuk (2009), mostram relação direta entre a produtividade da cultura e o teor de N exportado, resultados pouco semelhantes ao dessa pesquisa, visto que os tratamentos ureia e ureia de liberação lenta, além de valores maiores de produtividade apresentaram altos valores de N exportado, que foram estatisticamente iguais a aplicação de ureia + gesso. Embora a aplicação de ureia + gesso não tenha resultado em maior produtividade da cultura do milho, observou que melhores valores obtidos na massa de mil grãos podem ter ocasionado em maior N exportado, similarmente, menores valores na massa de mil grãos para ureia + NBPT e sulfato de amônio podem resultar em menor teor de N exportado.

A dinamicidade do nutriente nitrogênio no solo resulta em perdas de nitrogênio,

devido a isso as diversas fontes e tecnologias disponíveis apresentam diferenças nas características produtivas e na produção do milho, bem como no teor de N na palhada e exportado, onde a utilização de determinadas fontes e tecnologias nitrogenadas, podem favorecer a cultura em detrimento de outras, visto a maior disponibilidade de nitrogênio, resultado, principalmente, das menores perdas, ressaltando que esse nutriente além da influência direta também influencia nas características químicas do solo (pH, teores de Ca^{+2}), e a longo prazo nas características físicas do solo (BARBOSA FILHO et al., 2001; LANGE et al., 2006).

5 CONCLUSÕES

A utilização de ureia com o inibidor de urease, NBPT, e ureia protegida, com tecnologia de liberação lenta, obtiveram melhor eficiência em produtividade quando comparado a utilização de ureia + gesso, ureia e sulfato de amônio em cobertura no milho safrinha. E mantiveram altos teores de N na palhada que auxiliará na manutenção do nitrogênio no sistema produtivo via ciclagem de nutrientes.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AITA, C.; BASSO, C. J.; CERETTA, C. A.; GONÇALVES, C. N.; DA ROS, C. O. Plantas de cobertura de solo como fonte de nitrogênio ao milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 1, 2001.

AMARAL, C. B.; PINTO, C. C.; DE ARAÚJO FLÔRES, J.; MINGOTTE, F. L. C.; LEMOS, L. B.; FORNASIERI FILHO, D. Produtividade e qualidade do feijoeiro cultivado sobre palhadas de gramíneas e adubado com nitrogênio em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1602-1609, 2016.

ARAÚJO, L. A. N.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. Adubação nitrogenada na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, p. 771-777, 2004.

ALVARENGA, R. C.; NOVOTNY, E. H.; PEREIRAFILHO, I.; SANTANA, D. P.; PEREIRA, F. T. F.; HERNANI, L. C. **Cultivo do milho**. J. C. C. Cruz (Ed.). Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010.

BARROSO, D. G.; FIGUEIREDO, F. A. M. M. A.; PEREIRA, R. D. C.; MENDONÇA, A. V. R.; SILVA, L. D. C. Diagnóstico de deficiências de macronutrientes em mudas de teca. **Revista árvore**, v. 29, n. 5, p. 671-679, 2005.

BARBOSA FILHO, M. P.; FAGERIA, N. K.; DA SILVA, O. F. Aplicação de nitrogênio em cobertura no feijoeiro irrigado. **Embrapa Arroz e Feijão-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2001.

BASSO, C. J.; CERETTA, C. A. Manejo do nitrogênio no milho em sucessão a plantas de cobertura de solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.29, n.5, p.671-679, 2000.

BORTOLOTTI, R.P.; BRUNO, I. P.; DOURADO-NETO, D.; TIMM, L. C.; SILVA, A. N. D.; REICHARDT, K. Nitrate leaching through climatologic water balance in a fertigated coffee plantation. **Revista Ceres**, v. 60, n. 6, p. 785-792, 2013.

CANTARELLA, H.; MARCELINO, R. Fontes alternativas de nitrogênio para a cultura do milho. **Informações Agronômicas**, v. 122, p. 12-14, 2008.

CHAGAS, P. H. M.; GOUVEIA, G. C. C.; COSTA, G. G. S.; BARBOSA, W. F. S.; ALVES, A. C. Volatilização de amônia em pastagem adubada com fontes nitrogenadas. **Journal of Neotropical Agriculture**, v. 4, n. 2, p. 76-80, 2017.

CONAB, CNDA. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos**. V. 6 - Safra 2018/19 - N. 7 - Sétimo levantamento, Abril 2019, 2019. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/infoagro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>, Acesso em: 14 mai 2019.

COSTA, D. D.; KEMPKA, A. P.; SKORONSKI, E. A contaminação de mananciais de abastecimento pelo nitrato: o panorama do problema no brasil, suas consequências e as soluções potenciais. **REDE-Revista Eletrônica do PRODEMA**, v. 10, n. 2, 2017.

CRUZ, S. C. S.; PEREIRA, F. D. S.; SANTOS, J. R.; ALBUQUERQUE, A. D.; PEREIRA, R. G. Adubação nitrogenada para o milho cultivado em sistema plantio direto, no Estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 1, p. 62-68, 2008.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia (UFLA)**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). **Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa**. Disponível: <<http://www.inmet.gov.br/>>, Acesso em 22 mai 2019.

KAPPES, C.; DE CARVALHO, M. A. C.; YAMASHITA, O. M.; DA SILVA, J. A. N. Influência do nitrogênio no desempenho produtivo do milho cultivado na segunda safra em sucessão à soja. Pesquisa **Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics)**, p. 251-259, 2009.

LARA CABEZAS, W. A. R.; RODRIGUES, C. R.; MARTINS DE OLIVEIRA, S.; NASCENTES BORGES, E. Utilização de uréia em misturas com sulfato de amônio ou com gesso na cultura de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 06, p. 2343-2353, 2008.

MACHADO, V. J. **Application of fertilizers with different technologies: NH₃ volatilization**. 2015. 74 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia - MG, 2015.

MACHADO, L. K. M.; SÁ, M. E. A.; RODRIGUES, C. C.; ARAÚJO, M. D. S. Viabilidade econômica de implantação da cultura de milho safrinha na região do sudeste goiano. **Anais da Semana de Ciências Agrárias e Jornada de Pós-graduação em Produção Vegetal (ISSN 2594-9683)**, v. 15, p. 43-46, 2018.

MÁXIMO, P. J. M.; PINTO, A. A.; CAMARA, F. T.; MOTA, A. M. D.; NICOLAU, F. E. A. Adubação nitrogenada em cobertura em dois cultivares de milho no Cariri CE. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 6, n. 1, p. 23-28, 2019.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba, 1997.

MEIRA, F. A.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; SÁ, M. E.; COSTA ANDRADE, J. A. Fontes e épocas de aplicação do nitrogênio na cultura do milho irrigado. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, n. 2, 2009.

MENDES, A. M. S. Introdução à fertilidade do solo. In: **Curso de Manejo e Conservação do Solo e da Água**, UFBA, em Barreiras-BA, 64 p., 2007.

MORAIS, T. P.; BRITO, C. H.; FERREIRA, A. S.; LUZ, J. M. Q. Aspectos morfofisiológicos de plantas de milho e bioquímico do solo em resposta à adubação nitrogenada. **Ceres**, v. 62, n. 6, p. 507-509 2015.

MORTATE, R. K.; NASCIMENTO, E. F.; GONÇALVES, E. G. S.; LIMA, M. W. P. Resposta do milho (*Zea mays* L.) à adubação foliar e via solo de nitrogênio. **Journal of Neotropical Agriculture**, v. 5, n. 1, p. 1-6, 2018.

NOVAIS, R. F.; VENEGAS, V. H. A.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do Solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa-MG, 2007.

OLIVEIRA (b), F. A. **Manejo da adubação nitrogenada no consórcio entre milho e soja para produção de silagem**. Dissertação (Mestrado), Ciências Agrárias, Instituto Federal, de

Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (IF Goiano), Campus Rio Verde, Rio Verde - GO, Abril, 2018.

PORTUGAL, A. V. **Fontes de nitrogênio no cultivo de milho em sistema plantio direto: Avaliação econômica e produtividade**. 2012. 66f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção na Agropecuária) – UNIFENAS, Alfenas, 2012.

QUEIROZ, A. M.; SOUZA, C. H. E.; MACHADO, V. J.; LANA, R. M. Q.; KORNDORFER, G. H.; SILVA, A. D. A. 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

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: CFSEMG, v. 359, 1999.

SILVA, P. S. L.; OLIVEIRA, F. H. T. DE; SILVA, P. I. B. Efeitos da aplicação de doses de nitrogênio e densidades de plantio sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21 n.3, p.454-457, 2003.

SILVA, E. C. D.; BUZETTI, S.; GUIMARÃES, G. L.; LAZARINI, E.; SÁ, M. E. D. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto sobre Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, p. 353-362, 2005.

SILVA, G. F.; OLIVEIRA, F. H. T.; PEREIRA, R. G.; DIÓGENES, T. B. A.; JÚNIOR, J. N.; SOUZA FILHO, A. L. Doses de nitrogênio e de fósforo recomendadas para produção econômica de milho verde em Mossoró-RN. **Magistra**, v. 26, n. 4, p. 467-481, 2014.

SILVA, D. F. PEGORARO, R. F.; MAIA, V. M.; KONDO, M. K.; SOUZA, G.; MOTA, M. Volatilização de amônia do solo após doses de ureia com inibidores de urease e de nitrificação na cultura do abacaxi. **Ceres**, v. 64, n. 3, 2017.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E.; **Cerrado: Correção do solo e adubação**. 2 Ed. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, DF, 2004.

SOUZA, E. F. C.; SORATTO, R. P. Efeito de fontes e doses de nitrogênio em cobertura, no milho safrinha, em plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 5, n. 03, 2010.

SOUZA, J. L.; GUARÇONI, R.; GALVÃO, J. C. C.; FAVARATO, L.; BALBINO, J. D. S.; SOUZA, C. Crescimento e produtividade do milho-verde sobre diferentes coberturas de solo no sistema plantio direto orgânico. **Bragantia**, v. 75, n. 4, p. 497-506, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Artmed Editora, 2017.

TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; BENETT, C. G. S. Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em trigo irrigado em plantio direto. **Pesquisa agropecuária brasileira**, p. 797-804, 2010.

VEIGA, D. Sintomas de deficiência de alguns nutrientes na cultura do milho (Parte I). **REHAGRO - Recursos Humanos no Agronegócio**, 2006.

VIEIRA, R. F. Ciclo do nitrogênio em sistemas agrícolas. **Embrapa Meio Ambiente-Livro científico (ALICE)**, 2017.

ZOPPAS, F. M.; BERNARDES, A. M.; MENEGUZZI, Á. Parâmetros operacionais na remoção biológica de nitrogênio de águas por nitrificação e desnitrificação simultânea. **Engenharia sanitária e ambiental: órgão oficial de informação técnica da ABES**. v. 21, n. 1, p. 29-42, 2016.

GALVÃO, J. C. C.; BORÉM, A.; PIMENTEL, M. A. **Milho do plantio à colheita**. 2º Ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2017.

WEBER, M. A.; MIELNICZUK, J. Estoque e disponibilidade de nitrogênio no solo em experimento de longa duração. **Revista brasileira de ciência do solo**. v. 33, n. 2, p. 429-437, 2009.

7 ANEXOS



ANEXO A – Imagem aérea da área experimental: Fazenda Monte Alegre, Rio Verde, GO.
Proprietário – Silvio Goulart de Sousa