

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

DAIANE DE SOUZA BUENO

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E NUTRICIONAIS DO MILHO SOB
DIFERENTES MANEJOS DE NITROGÊNIO**

CHAPADÃO DO SUL – MS
2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

DAIANE DE SOUZA BUENO

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E NUTRICIONAIS DO MILHO SOB
DIFERENTES MANEJOS DE NITROGÊNIO**

Orientador: Prof. Dr. Paulo Carteri Coradi.

Co- Orientador: Prof(a). Dr(a). Matildes Blanco

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Mato
Grosso do Sul, para obtenção do
título de Mestre em Agronomia, área
de concentração: Produção Vegetal.

CHAPADÃO DO SUL – MS
2017



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Campus de Chapadão do Sul



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

DISCENTE: Daiane de Souza Bueno

ORIENTADOR (A): Prof. (a) Dr. (a) Paulo Carteri Coradi

COORIENTADOR (A): Prof. (a) Dr. (a) Matildes Blanco

CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E NUTRICIONAIS DO MILHO SOB DIFERENTES MANEJOS DE NITROGÊNIO

Prof.(a) Dr.(a) Presidente Matildes Blanco

Prof.(a) Dr.(a) Sebastião Ferreira de Lima

Prof.(a) Dr.(a) Jefferson Luis Anselmo

Chapadão do Sul, 11 de Maio de 2017.

DEDICATÓRIA

Dedico primeiramente à Deus, assim como todas as minhas conquistas e tudo
que ele já me proporcionou.

Dedico a toda minha família e amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, porque sem ele eu nada seria.

Agradeço também a toda minha família por todo o apoio dedicado a mim.

Agradeço a co-orientação neste projeto de mestrado realizada pela Professora Matildes Blanco, principalmente pela parceria e oportunidade de troca de conhecimentos.

Agradeço a aqueles que sempre estiveram ao meu lado acreditando em mim. Essas pessoas são meu namorado Marcos Robleik, minha irmã Verediane Bueno, meu cunhado Rafael Lange. Obrigada por todo apoio e incentivo para que eu continuasse em busca de crescimento pessoal e profissional.

Agradeço a UFMS, esta instituição que me recebeu e da qual tive a honra de fazer parte.

EPIGRAFE

LEMBRAR QUE ESTAREI MORTO EM BREVE É A FERRAMENTA MAIS IMPORTANTE QUE JÁ ENCONTREI PARA ME AJUDAR A TOMAR GRANDES DECISÕES. PORQUE QUASE TUDO - EXPECTATIVAS EXTERNAS, ORGULHO, MEDO DE PASSAR VERGONHA OU FALHAR - CAEM DIANTE DA MORTE, DEIXANDO APENAS O QUE É APENAS IMPORTANTE. NÃO HÁ RAZÃO PARA NÃO SEGUIR O SEU CORAÇÃO.

LEMBRAR QUE VOCÊ VAI MORRER É A MELHOR MANEIRA QUE EU CONHEÇO PARA EVITAR A ARMADILHA DE PENSAR QUE VOCÊ TEM ALGO A PERDER. VOCÊ JÁ ESTÁ NU. NÃO HÁ RAZÃO PARA NÃO SEGUIR SEU CORAÇÃO.

Steve Jobs

RESUMO

BUENO, Daiane de Souza. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.
Características agronômicas e nutricionais do milho sob diferentes manejos de nitrogênio

Professor Orientador: Dr. Paulo Carteri Coradi.

O manejo da adubação, principalmente a nitrogenada, é um dos principais fatores que afetam diretamente a produtividade dos grãos de milho. O nitrogênio é um nutriente fundamental na fase inicial da cultura, mas devido à sua complexidade dinâmica no solo em função das condições climáticas acaba sendo diretamente afetado pela matéria orgânica. A principal fonte utilizada para o fornecimento deste nutriente é a uréia, que em sua forma convencional sofre diversas perdas no solo. Objetivou-se nesse contexto avaliar as características agronômicas e nutricionais do milho sob diferentes manejos de nitrogênio. O experimento foi conduzido no ano de 2016 na Fundação Chapadão, no município de Chapadão do Sul, MS. Foram utilizadas as fontes ureia convencional, ureia revestida com polímero e N foliar, que geraram 8 tratamentos. Testemunha (sem adição de N); ureia aplicada no estádio V3 e parcelada em V3 e V6; ureia com polímero aplicada em V3 e parcelada em V3 e V6; N foliar aplicado em V6 e pré-floração; ureia em V6 e N foliar em pré-florada; e ureia com polímero em V6 com aplicação de N foliar em pré-florada. Foram avaliados o diâmetro de colmo, índice de espiga, comprimento de espiga, número de grãos por fileira, número de fileiras por espiga, altura de plantas, altura de inserção da primeira espiga, índice de clorofila foliar, índice de N foliar, valores foliares de Ca, Mg, Fe, Zn, Mn e Cu, massa de 100 grãos e produtividade de grãos. Os diferentes tratamentos apresentaram comportamento semelhante para algumas das características agronômicas avaliadas, porém houve diferença significativa para comprimento de espiga, altura de plantas, inserção da primeira espiga e para a massa de 100 grãos. Quanto às quantidades de N foliar, houve diferença quando se comparou os tratamentos com N parcelado em função da testemunha. Com relação à nutrição foliar, todos os nutrientes apresentaram diferença significativa entre os tratamentos também quando comparados à testemunha. A produtividade final foi significativamente superior nos tratamentos onde foi realizada aplicação de nitrogênio.

PALAVRAS CHAVES: adubação, fontes de N, aplicação foliar.

ABSTRACT

BUENO, Daiane de Souza. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Agronomic and nutritional characteristics of corn under different nitrogen managements

Advisor Teacher: Dr. Paulo Carteri Coradi.

The management of fertilization, mainly nitrogen, is one of the main factors that directly affect the yield of corn grains. Nitrogen is a fundamental nutrient in the initial phase of the crop, but due to its dynamic complexity in the soil due to climatic conditions, it is directly affected by organic matter. The main source used to supply this nutrient is urea, which in its conventional form undergoes various losses in the soil. The objective of this study was to evaluate the agronomic and nutritional characteristics of maize under different nitrogen managements. The experiment was conducted in the year 2016 at the Chapadão Foundation, in the municipality of Chapadão do Sul, MS. The conventional urea, polymer coated urea and leaf N sources were used, which generated 8 treatments. Witness (without addition of N); Urea applied at the V3 stage and partitioned into V3 and V6; Urea with polymer applied in V3 and parceled in V3 and V6; N foliar applied in V6 and pre-flowering; urea and N V6 leaf in pre-flowering; urea polymer and V6 foliar application C in pre-flowering. The stem diameter, spike index, ear length, number of grains per row, number of rows per spike, height of plants, height of insertion of the first spike, index of leaf chlorophyll, leaf N index, leaf values of Ca, Mg, Fe, Zn, Mn and Cu, mass of 100 grains and grain yield. The different treatments presented similar behavior for some of the agronomic characteristics evaluated, but there was a significant difference for ear length, height of plants, insertion of the first spike and for the mass of 100 grains. Regarding the amounts of N foliar was no difference when comparing treatments with N installments depending on the witness. In relation to leaf nutrition, all nutrients presented a significant difference between the treatments also when compared to the control. The final productivity was significantly higher in the treatments where nitrogen was applied.

Keywords: Fertilization, N sources, foliar application.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA		PÁGINA
1	Precipitação acumulada por mês durante a condução do experimento no período de segunda safra de 2016.....	21

LISTA DE TABELAS

TABELA		PÁGINA
1	Tratamentos utilizados na cultura do milho para a realização deste experimento e as épocas de aplicação. Fundação Chapadão – Chapadão do Sul – MS, 2016.....	24
2	Diâmetro de colmo e índice de espiga para as diferentes fontes de N aplicados no milho segunda safra. Chapadão do Sul – MS, 2016.....	27
3	Comprimento de espiga, número de grãos por fileira e número de fileiras por espiga para as diferentes fontes de N aplicados no milho segunda safra. Chapadão do Sul – MS, 2016.....	28
4	Altura de plantas e inserção da primeira espiga para as diferentes fontes de N aplicados no milho segunda safra. Chapadão do Sul – MS, 2016.....	29
5	Teores de N e índices de clorofila a, b e total (a + b) nas folhas de milho analisadas antes das aplicações de N para as diferentes fontes utilizadas no milho segunda safra. Chapadão do Sul – MS, 2016.....	30
6	Teores de N e índices de clorofila a, b e total (a + b) nas folhas de milho analisadas após as aplicações de N para as diferentes fontes utilizadas no milho segunda safra. Chapadão do Sul – MS, 2016.....	31
7	Valores médios dos teores de Ca, Mg, Fe, Zn, Cu e Mn nas folhas de milho analisadas após as aplicações de N para as	

	diferentes fontes utilizadas no milho segunda safra. Chapadão do Sul – MS, 2016.....	32
8	Resultado da análise foliar de milho cultivado em diferentes fontes e formas de aplicação de N e sua comparação com os limites estabelecidos como adequados para a cultura. Chapadão do Sul, MS, 2017.....	33
9	Valores médios da massa de 100 grãos e produtividade de grãos em função da aplicação de N para as diferentes fontes utilizadas no milho segunda safra. Chapadão do Sul – MS, 2016.....	34

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 Impactos econômicos e ambientais do milho safrinha	17
2.2 A influência do nitrogênio na cultura do milho	18
2.3 Formas de aplicação de fertilizantes nitrogenados	19
3 MATERIAL E MÉTODOS	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5 CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS.....	36

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um cereal que tem por finalidade suprir a alimentação humana, animal e a obtenção de biocombustíveis, assim, assume importante papel como matéria-prima para as indústrias de alta tecnologia (FANCELLI; DOURADO NETO, 2008). No Brasil o milho tem passado por aumento de produção indo para 58,59 milhões de toneladas, estimativas de produção para safra 2016/2017. Na região Centro-Oeste, estimativas para o estado do Mato Grosso do Sul, demonstraram incremento da área e produtividade nas últimas cinco safras. A disponibilidade de cultivares adaptadas à região juntamente com o avanço das tecnologias para a cultura principalmente para segunda safra tem contribuído no aumento da produtividade da cultura na região (CONAB, 2017).

Embora apresentando elevada produção, o milho cultivado na segunda safra apresenta produtividade inferior ao milho cultivado na primeira safra (CONAB 2017). Para que solos da região do Cerrado permitam um alto ganho produtivo ainda é necessário o aumento da eficiência na aplicação de fertilizantes (BIESDORF *et al.*, 2016) como o elemento nitrogênio (N), onde o seu aproveitamento é baixo, pois não se aproveita cerca de 50% quando aplicado na forma mineral, devido suas grandes perdas no ambiente (KARLEN; KRAMER; LOGSDON, 1998).

O N é um nutriente fundamental na fase inicial da cultura, atua no desenvolvimento vegetativo mais especificamente na divisão celular, e no processo fotossintético da planta (FARINELLI; LEMOS, 2010). As fontes de N amplamente utilizadas são a ureia e o sulfato de amônio. A ureia é constituída de alta concentração de N o que permite redução de custos no transporte e aplicação, no entanto, apresenta alta volatilização, com perdas de amônia (NH₃) (FONTOURA; BAYER, 2010).

Entre as estratégias para minimizar as perdas está o parcelamento da adubação nitrogenada ou uso de fertilizantes de liberação controlada, fornecendo nitrogênio nas fases de maior demanda da planta minimizando, assim perdas por volatilização e lixiviação (CANTARELLA; MARCELINO, 2008).

Normalmente o N via solo é complementar ao aplicado via foliar, visto que é possível disponibilizar N no início do desenvolvimento, assim como em estádios mais tardios, onde a exigência se torna maior. A via foliar é também interessante

para rápidas respostas ao mineral, e sanar deficiências nutricionais em estádios em que a aplicação via solo se torna ineficiente (GAZOLA *et al.*, 2014).

Trabalho realizado por Deuner *et al.* (2008) evidencia que a aplicação via raiz e via foliar devem ser complementares, dependendo da concentração do N contida no fertilizante foliar. Por fim, a busca de técnicas que reduzem as perdas e aumentem a eficiência da fertilização com N, bem como, a determinação da época que melhor responderá a aplicação de cada fonte nitrogenada é primordial para o desenvolvimento adequado da cultura (KAPPES *et al.*, 2009).

A avaliação de diferentes fontes e formas de aplicação de N é necessária para otimizar o custo benefício (SOUZA *et al.*, 2011). Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar fontes e épocas de aplicação de N no desenvolvimento e produtividade na cultura do milho.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Impactos econômicos e ambientais do milho segunda safra

A possibilidade de plantio na segunda safra permite ao agricultor obter um incremento na renda, possibilitando o investimento em tecnologias que podem trazer retornos financeiros (GOTT et al., 2014). O cultivo do milho safrinha tem se mostrado viável economicamente para o produtor, pois associado à rotação de cultura, proporciona o aumento da palhada quando realizado em plantio direto (SOUZA et al., 2011; YAMADA; ABDALLA, 2000). Por outro lado a permanência de resíduos favorece a estabilidade do material orgânico e ao acúmulo de carbono e N no solo (SIQUEIRA NETO et al., 2010). Todos esses fatores têm contribuído com o aumento de tecnologias para o cultivo do milho segunda safra (PEREIRA et al., 2009).

A planta de milho é responsiva ao nível de fertilidade do solo, no entanto, por ser cultivada em condições climáticas desfavoráveis, reduz o potencial produtivo. O manejo utilizado para o cultivo do milho é o Sistema de Plantio Direto (SPD), que tem se intensificado na região Centro-Oeste, onde o plantio é realizado em cima da palhada, sem que haja revolvimento do solo. Este sistema se torna uma alternativa econômica, em rotação com leguminosas e favorece a conservação do solo, reduzindo a lixiviação dos nutrientes nele contidos. Contribui no equilíbrio, manutenção e aumento da fertilidade (BERNARDI et al., 2003; SOUZA et al., 2011; YAMADA; ABDALLA, 2000) reduzindo ainda a aplicação de fertilizantes na safra posterior (GOTT et al., 2014).

O milho de segunda safra é implantado no período de janeiro a abril, em épocas de baixa disponibilidade hídrica, e muitas vezes, em sucessão a soja. A adubação realizada com fertilizantes remanescentes da cultura da soja na cultura do milho segunda safra pode comprometer a produtividade, pois fertilizantes usados na cultura da soja apresentam baixa concentração em N, não suprimindo as necessidades do milho (YAMADA; ABDALLA, 2000). Elemento dinâmico no solo, sendo o fator de maior custo no sistema de produção da cultura do milho (CATARELLA, 2007). A dose de nitrogênio a ser aplicada no milho segunda safra não tem sido bem definida, são as incertezas climáticas desta época que têm dificultado a tomada de decisão.

A adubação nitrogenada em SPD, quando realizada em longo prazo, permite o acréscimo de teores de carbono e nitrogênio. Esse fator contribui com a redução

de fertilizantes a serem aplicados na cultura do milho em rotação a leguminosas (SOUSA; LOBATO, 2004). Mesmo com a presença deste nutriente no solo, para o plantio do milho é fundamental a sua aplicação, pois é o que definirá a produtividade da cultura. Ainda segundo Albuquerque et al. (2013) o efeito da interação entre adubação verde e adubação nitrogenada mineral pode resultar em alta produtividade de grãos para a cultura do milho nas condições propiciadas pelo plantio direto.

Dada à importância da cultura do milho segunda safra em rotação com gramíneas. É evidente a necessidade de um maior uso de tecnologias que possibilitem que a cultura exponha o seu potencial produtivo, trazendo ganhos econômicos ao produtor.

2.2 A influência do nitrogênio na cultura do milho

Para atingir elevadas produtividades, a cultura do milho utiliza grandes quantidades de N para o seu desenvolvimento (SOUZA et al., 2011). A disponibilidade de N depende de fatores, tais como a quantidade de microrganismos, resíduos vegetais, manejo utilizado, solo, umidade, temperatura, e aeração (SIQUEIRA NETO et al., 2010). Este elemento pode ser absorvido pela planta na forma de ânion e/ou na forma de cátion (WARNCKE; BARBER, 1973). No solo, a quantidade de 0,5% do total de nitrogênio está ligada a compostos orgânicos, estando aproximadamente 5% na forma inorgânica como amônio (NH_4^+) e nitrato (NO_3^-) (WHIETHÖLTER, 2000).

O solo fornece-o por intermédio da matéria orgânica, no entanto, é dependente do ambiente para que o nutriente seja liberado em quantidades adequadas para as plantas. Podendo resultar em diferentes respostas do rendimento de grãos ao se aplicar fertilizantes nitrogenados (ARGENTA et al., 2002).

O N é um nutriente essencial às plantas. Foi evidenciada por Taiz e Zeiger (2009) a dependência do milho sobre fontes minerais, onde altas concentrações permitem um maior rendimento de grãos. Coelho (2008) reportou que mais de 70% de trabalhos realizados no Brasil, apresentaram maior resposta ao ser aumentado a concentração de N. Desta forma, o conhecimento da dinâmica do nitrogênio permite um suprimento de nitrogênio nas fases que a planta mais demanda.

No solo, o N encontra-se disponível em duas formas, a nítrica (NO_3^-) e a amoniacal (NH_4^+) (ARAÚJO et al., 2012), formas as quais são absorvidas pelas plantas. A planta absorve o N durante todo o ciclo vegetativo, o qual ocorre em função da quantidade de raízes e taxa de absorção (CREGAN; BERKUM, 1984). Durante o crescimento vegetativo ocorre alta taxa de redução de nitrato e formação de aminoácidos na folha. Na fase reprodutiva, diminui a redução de nitrato, devido a remobilização do N das folhas para as inflorescências, aumentando a concentração de aminoácidos no floema, reduzindo a taxa de absorção de NO_3^- pelas raízes (LARSSON; INGEMARSSON, 1989).

Nas plantas, o N estimula a divisão celular. Uma vez dentro da célula é reduzido em nitrato (NO_2^-), e logo convertido em amônio (NH_4^+). Assim, passa a formar aminoácidos e demais compostos nitrogenados (aminação) na planta (LARSSON; INGEMARSSON, 1989).

Segundo Cantarella et al. (1997) os teores de N descritos como adequados são 27,0 a 35,0 g de N kg^{-1} de matéria seca e conforme Ferreira et al., (2001), os nutrientes acumulados nas partes vegetais passam a compor o enchimento de grãos. Desta forma, a composição química presente nas folhas se acumula nos grãos de milho, havendo um acúmulo de proteínas e nutrientes.

2.3 Formas de aplicação de fertilizantes nitrogenados

Os fertilizantes nitrogenados são encontrados na forma de ureia ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$) ou sulfato de amônio ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) (CANTARELLA, 2007). A maioria das perdas ocorre por volatilização, desnitrificação e imobilização biológica (SIQUEIRA NETO et al., 2010). O avanço das tecnologias tem proporcionado um melhor aproveitamento dos fertilizantes tradicionais, com o recobrimento, o qual permite que o fertilizante seja liberado gradualmente na cultura.

O manejo de fertilizantes nitrogenados é complexo em decorrência de eficiência e custos. Possui grande índice de perdas, problemas este que pode ser contornado quando os fertilizantes são manejados corretamente, reduz o índice de perdas. As quais ocorrem em demasia por volatilização, acometendo a eficiência do fertilizante.

Neste contexto, buscam-se alternativas que contornem este problema, aumentando a eficiência da aplicação do N, e assim, estabelecendo uma maior

produtividade do milho segunda safra. De acordo com Cantarella (2007) a ureia quando aplicada na superfície do solo, pode passar por volatilização de amônia (NH_3). Já o sulfato de amônio, quando aplicado em solos com pH inferior a 7, pode apresentar perdas desprezíveis por lixiviação de N-NH_3 .

E devido a esses prejuízos, têm-se investido em tecnologias que promovam a redução de perdas nos fertilizantes nitrogenados, contudo sua vantagem não tem sido consolidada. O processo de encapsulação muitas vezes é realizado com substâncias derivadas da ureia, a qual influi na intensidade da liberação. Trabalhos realizados com milho irrigado por Valderrama et al (2011) com três doses de ureia com e sem revestimento não observaram diferença na massa de mil grãos, mostrando portanto a necessidade de mais pesquisas na avaliação de sua eficácia.

Em relação às doses de nitrogênio, Souza et al. (2011) verificaram a influência na produtividade de grãos de milho segunda safra. Alta produtividade foi estimada para a dose de 142 kg ha^{-1} de N, que considerado ao tratamento sem N, apresentou aumento de 50%. Foram constatados por estes mesmos autores que a aplicação de N em cobertura, apresentou maior teor de N foliar, se comparado com a aplicação em semeadura. O que pode ter resultado devido à aplicação ter ocorrido próximo ao florescimento, no período que ocorre a avaliação das folhas da espiga.

Com a aplicação de N de forma parcelada e em diferentes épocas Gott et al. (2014) notaram que os melhores resultados para produtividade foram em três estádios fenológicos V2, V4 e V8, em ambas as fontes estudadas (nitrato de amônio e ureia).

De maneira geral, como já comentado a grande demanda e a escassez de N no início do desenvolvimento da cultura, pode promover uma redução no rendimento da cultura. Visando-se a diminuição de desequilíbrio de nutrientes na planta torna-se importante o monitoramento do aspecto nutricional no decorrer de seu desenvolvimento, o qual pode ser alcançado por meio do diagnóstico foliar, o qual possibilita um balanço nutricional do cereal. Dessa forma a utilização de medidores portáteis permite uma avaliação *in situ* do estado do N nas plantas, tornando possível estimar quantitativamente a intensidade da cor, que é altamente correlacionada com o teor de clorofila da folha.

Os índices gerados também apresentam correlação positiva com a suficiência de N, onde 70% do N presente nas folhas estão nos cloroplastos atuando como componente do metabolismo, da síntese, e estrutura de tais pigmentos sintéticos,

conforme (MARENCO; LOPES, 2005). Desse modo observa-se que parâmetros do solo permitem prever a quantidade de nitrogênio a ser aplicado, enquanto que parâmetros de planta, à época de aplicação do nutriente (ARGENTA et al., 2002).

Por fim, o estudo de fontes nitrogenadas no sistema de cultivo safrinha é importante, uma vez que os fertilizantes apresentam comportamentos não passíveis de serem previstos, especialmente às perdas de N, é de grande valia também acompanhar os efeitos de doses e épocas e parcelamento da adubação nitrogenada de cobertura, especialmente em plantio direto.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo na unidade experimental da Fundação Chapadão, localizada no município de Chapadão do Sul - MS, que apresenta as coordenadas geográficas de latitude 18°48'459"S, longitude 52°36'003"W e aproximadamente 820 metros de altitude. O clima apresenta uma estação chuvosa no verão e de seca no inverno, temperatura média anual de 13 a 28°C e umidade relativa do ar de 64,8% na média, precipitação em torno de 1.850 mm ano.

Nos últimos 3 anos a área foi conduzida na safra 2013/2014 com plantio de soja na primeira safra; safra 2014/2015 com feijão na primeira safra seguido de milho na segunda safra; safra 2015/2016 com plantio de *Urochloa ruziziensis* e em seguida plantio de milho segunda safra, que foi a cultura utilizada para o este experimento.

Foi utilizado o híbrido P3456H com tecnologia Herculex®, que é utilizada no controle de alguns insetos lepdopteros (lagartas) que atacam a cultura do milho.

O plantio ocorreu no dia 22 de março de 2016 e a emergência no dia 27 de março de 2016. A população de plantas foi de 55.000 mil plantas por hectare, sendo 5 plantas por metro linear.

O solo da região é caracterizado como latossolo vermelho distrófico. A análise física e química foi realizada antes da implantação do experimento, apresentando solo predominantemente argiloso, com pH de 5,3 cmolc dm^{-3} , teores de cálcio 2,8 cmolc dm^{-3} , magnésio 1,1 cmolc dm^{-3} , alumínio 0,05 cmolc dm^{-3} , potássio 209,7 mg dm^{-3} , fosforo 37,4 mg dm^{-3} , enxofre 3,3 mg dm^{-3} , matéria orgânica 38,8 g dm^{-3} e com CTC de 8,2 cmolc dm^{-3} . Os teores de micronutrientes foram boro 0,14 mg dm^{-3} , cobre 1,50 mg dm^{-3} , ferro 89,00 mg dm^{-3} , manganês 21,70 mg dm^{-3} , e zinco 8,30 mg dm^{-3} . Valores para a profundidade de 0 a 0,20 metros (m).

O regime de chuva para a época de implantação e desenvolvimento da cultura na área experimental teve máxima de 313 mm no mês de fevereiro e mínima de 37 no mês de junho (Figura 1).

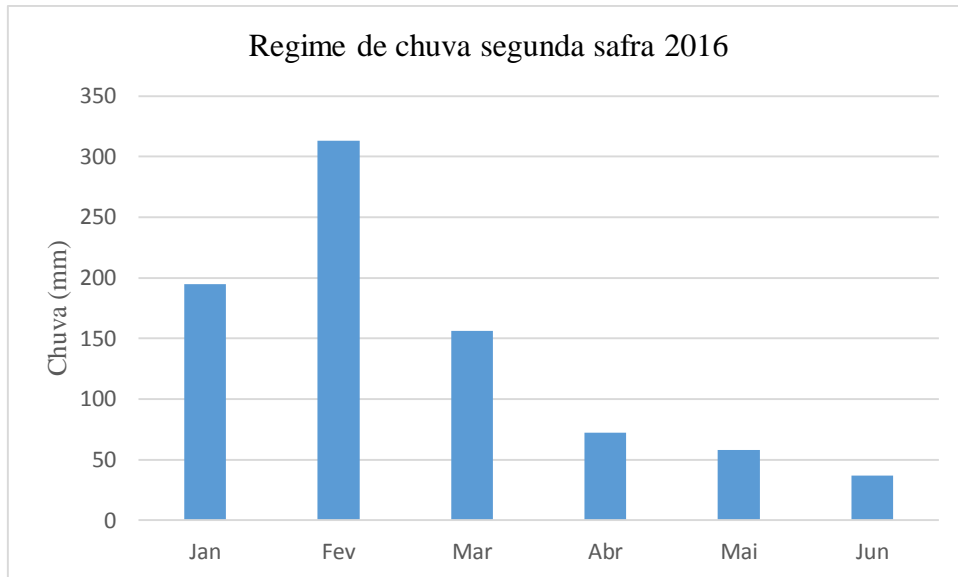


Figura 1: Precipitação acumulada por mês durante a condução do experimento no período de segunda safra de 2016.

Foram implantados 8 tratamentos e 4 repetições, utilizando uma dose única de nitrogênio (N) (totalizando 135 Kg de N). Combinando-se duas diferentes formas, sólida e líquida, e três diferentes produtos. Desta forma, as quantidades e os produtos utilizados foram: 300 Kg de uréia convencional (45-00-00), 300 kg de uréia com polímero – Kimcoat® (44-00-00) e 9 litros de NTOP® (foliar - 30% de N), os tratamentos são descritos na Tabela 1.

As quantidades utilizadas para Kimcoat® e NTOP® são as quantidades recomendadas pelas empresas fornecedoras desses produtos que são compatível para igualar a quantidade de N contida na ureia convencional, que são: 1 kg de ureia equivale a 1 kg de Kimcoat® e 1 litro de NTOP® equivale a 15 kg de N.

A parcela foi composta por 7 linhas de plantas de 5,5 metros de comprimento, espaçadas 0,90 m uma da outra, totalizando 32 parcelas.

Tabela 1. Tratamentos utilizados na cultura do milho para a realização deste experimento e as épocas de aplicação. Fundação Chapadão – Chapadão do Sul – MS, 2016.

Tratamentos	Fonte de nitrogênio	Épocas de aplicação
T1	Testemunha	-
T2	Uréia	V6
T3	Uréia	Parcelado em V3 e V6
T4	Uréia com polímero	V6
T5	Uréia com polímero	Parcelado em V3 e V6
T6	Uréia + foliar	Uréia em V6 e foliar em pré florada
T7	Uréia com polímero + foliar	Uréia com polímero em V6 e pré florada
T8	Foliar	Parcelado em V6 e pré florada

A adubação de semeadura foi feita no sulco utilizando 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 50 kg ha⁻¹ de K₂O. Os produtos utilizados foram o superfosfato simples e o cloreto de potássio.

Optou-se por não utilizar o N na semeadura de plantio para que fossem avaliadas apenas as adubações via cobertura no milho.

Avaliaram-se as seguintes características agronômicas: diâmetro do colmo, índice de espiga, comprimento de espiga, número de grãos por fileira e número de fileiras por espiga, massa de 100 grãos, altura de plantas, altura de inserção da primeira espiga e os índices relativos de clorofila a, b e total.

Para avaliar o diâmetro de colmo foram medidas 10 plantas dentro da área útil de cada parcela. Considerou-se a medida do segundo internódio que foi mensurado com a utilização de um paquímetro (ROSSETTI; CENTURION, 2013).

O índice de espiga foi avaliado através da contagem das espigas de 10 plantas da área útil de cada parcela e calculada a média.

Para o comprimento de espiga mediu-se o comprimento de 10 espigas ao acaso de cada parcela na fase final de desenvolvimento da cultura. Esta medição foi realizada com o auxílio de uma régua graduada em centímetros. Para as análises considerou-se a média de cada parcela.

Quanto ao número de grãos por fileira e o número de fileiras por espiga, coletou-se 10 espigas de forma aleatória de cada parcela. Após isso realizou-se a

contagem dos grãos de uma fileira ao acaso de cada espiga e obteve-se a média por fileira. Contou-se também o número das fileiras das 10 espigas obtendo-se assim a média por espiga.

Para variável peso de 100 grãos as espigas coletadas foram debulhadas e se realizou a contagem de 100 grãos de cada parcela para posterior pesagem, a unidade utilizada foi gramas.

A altura de planta e altura de inserção da primeira espiga foram feitas com a medição das alturas de 5 plantas de cada parcela, escolhidas de forma aleatória. Com a utilização de uma fita métrica realizou-se a medição em cm da distância do nível do solo até o ponto de inserção da última lamina foliar para altura de plantas, em centímetros (cm), do nível do solo até a inserção da primeira espiga (LUNELLI et al., 2010) para altura de inserção da primeira espiga.

Foram medidas os índices de clorofila foliar com a utilização do clorofilômetro portátil pelo método SPAD. O modelo do Clorofilômetro é o CFL 1030 Clorofilog. Para a medição foi utilizada na primeira avaliação (antes de aplicar N), a primeira folha expandida e na segunda avaliação (após aplicar N), a folha oposta a espiga. Este aparelho mede as relações de clorofila a, clorofila b e clorofila total (a + b), sendo expressas em unidades dimensionais chamadas de ICF (Índice de clorofila Foliar). Avaliou-se também algumas características nutricionais das plantas por meio da determinação dos teores de N das folhas antes e após as aplicações, bem como os teores foliares de cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn) e cobre (Cu).

Para o teor foliar de N coletou-se 5 folhas ao acaso, antes e após as aplicações. Na primeira coleta utilizou-se a primeira folha expandida, na segunda no estágio de florescimento pleno, utilizaram-se as folhas opostas e abaixo da espiga dentro da área útil de cada parcela. Em ambos os casos as folhas foram acondicionadas em sacos de papel com identificação, levadas ao laboratório onde foram submetidas à secagem em estufa de circulação forçada com temperatura média de 65° C, até atingir peso constante. Após secagem as folhas foram moídas inteiras, incluindo a nervura central, em seguida foram submetidas à digestão sulfúrica de acordo com a metodologia de Kjeldahl (BREMER, 1996).

Para as avaliações dos teores de Ca, Mg, Fe, Zn, Mn e Cu, foram utilizadas estas mesmas folhas coletadas após as aplicações de N e moídas. Para a determinação dos nutrientes o material vegetal foi submetido à digestão nítrico-

perclórica conforme descrito em Malavolta, Vitti e Oliveira (1997) e os teores foram obtidos por um espectrômetro de absorção atômica com chama (PinAAcle 900F-Perkin Elmer).

A produtividade de grãos foi obtida através da coleta das espigas das 2 linhas centrais inteiras de cada parcela. Após isso as espigas foram debulhadas e os grãos foram pesados manualmente e transformados em kg ha⁻¹.

Os resultados foram submetidos à análise de variância. As médias referentes aos tratamentos com N foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste estudo os diferentes tratamentos não proporcionaram aumento no diâmetro de colmo (Tabela 2), concordando com os resultados de Valderrama *et al.* (2014), os quais também não observaram efeito significativo quando avaliaram o diâmetro de colmo do segundo internódio comparando ureia convencional com ureias polimerizadas. Em outro trabalho, foram avaliadas as fontes de N aplicadas ao solo em comparação com aplicações foliares, e obtiveram resultado de colmos significativamente maiores nos tratamentos onde realizou aplicação via solo (DORNELES *et al.*, 2014), o que pode ter influenciado é que nos tratamentos onde se utilizou fontes via solo foi feito o parcelamento em 3 diferentes estádios da planta, que foi V4, V8 e V12 folhas, enquanto que as fontes foliares foram aplicadas em uma única vez no estádio V6, o parcelamento de N possibilita um fornecimento do nutriente por mais tempo para as plantas.

O colmo é o órgão da planta que é utilizado principalmente como armazenador de solutos, aos quais são distribuídos para os demais órgãos das plantas no decorrer do seu desenvolvimento (FANCELLI, DOURADO-NETO, 2000). Uma variação neste parâmetro pode influenciar no melhor desenvolvimento da planta, porém não é fator definitivo para aumento de produtividade final da cultura.

Quanto ao índice de espigas (Tabela 2) também não houve diferença significativa entre os tratamentos. Fancelli e Dourado Neto (2004) relataram que no estádio V4 começa a ser definido o potencial produtivo da planta de milho, e que é

nesta fase que se inicia o processo de diferenciação floral. A deficiência de N pode interferir no número de estruturas reprodutivas, afetando no número de espigas. Considerando-se que no presente trabalho, as aplicações de alguns tratamentos se iniciaram em V3, esta análise foi feita a fim de verificar esta afirmação, e como se observou não houve nenhuma influência significativa entre os tratamentos.

Soratto *et al.* (2010) obtiveram resultado semelhante ao presente trabalho, observando que as fontes de N não afetaram no índice de espigas.

Tabela 2. Diâmetro de colmo e índice de espiga para as diferentes fontes de N aplicados no milho segunda safra. Chapadão do Sul – MS, 2016.

Fonte de nitrogênio	Diâmetro de colmo (cm)	Índice de espiga
Testemunha	2.9 a	1.50 a
Ureia	3.1 a	1.49 a
Ureia parcelada	3.2 a	1.58 a
Ureia com polímero	3.3 a	1.25 a
Ureia com polímero parcelada	3.2 a	1.50 a
Ureia + foliar	3.2 a	1.74 a
Ureia com polímero + foliar	3.3 a	1.66 a
Foliar	3.3 a	1.41 a
CV(%)	5,9	5,95

Obs: Médias seguidas por letras comuns, não diferem entre si em nível de significância 5% pelo teste de Tukey.

Os resultados encontrados para comprimento de espiga, número de grãos por fileira e número de fileiras por espiga são demonstrados na Tabela 3.

Tabela 3. Comprimento de espiga, número de grãos por fileira e número de fileiras por espiga para as diferentes fontes de N aplicados no milho segunda safra. Chapadão do Sul – MS, 2016.

Fonte de nitrogênio	Comprimento de espiga (cm)	Número de grãos por fileira	Número de fileiras por espiga
Testemunha	15.85 b	40.16 b	13.87 a
Ureia	19.95 a	41.91 a	14.72 a
Ureia parcelada	19.80 a	41.92 a	15.00 a
Ureia com polímero	20.35 a	41.99 a	14.70 a
Ureia com polímero parcelada	20.10 a	41.91 a	14.87 a
Ureia + foliar	20.35 a	42.01 a	14.93 a
Ureia com polímero + foliar	19.90 a	42.08 a	15.25 a
Foliar	19.45 a	41.99 a	15.00 a
CV (%)	4,59	1,92	4,39

Obs: Médias seguidas por letras comuns, não diferem entre si em nível de significância 5% pelo teste de Tukey..

O comprimento de espiga, em todos os tratamentos distinguiu-se da testemunha, mas não diferiram entre si. Esta característica auxilia na identificação de ocorrência de condições adversas ao desenvolvimento, quando ocorre algum estresse a planta, como a falta de N, principalmente quando acontecem entre os estádios fonológicos de definição dos parâmetros produtivos no milho, que são os estádios V4, V8 e V12. De acordo com Magalhães, Durães e Paiva (1995), a deficiência de nutrientes nos estádios de definição dos parâmetros reprodutivos pode reduzir seriamente o número potencial de sementes, assim como o tamanho das espigas a serem colhidas, isso devido ao número de óvulos e o tamanho das espigas serem definidos na fase V12. O que explica a diferença significativa encontrada no presente trabalho, onde observou-se diferença dos tratamentos onde aplicou N em função do que não houve aplicação, devido ao estresse que a falta de N causa as plantas, que faz diminuir o comprimento de grãos.

O comprimento de espiga de milho é um dos caracteres que podem interferir diretamente na produtividade (Kappes et al., 2009), quanto maior for o comprimento da espiga maior será o número potencial de grãos por fileira na espiga (Goes et al.,

2012), maior também o tamanho dos grãos, incrementando na produtividade final. Como se observou no trabalho aqui apresentado.

Como se observa na avaliação do número de grãos por fileira, a testemunha apresentou valores significativamente inferiores aos tratamentos que tiveram algum tipo de adubação nitrogenada.

O número de fileiras por espiga não foi influenciado pelos tratamentos.

Tabela 4. Altura de plantas e inserção da primeira espiga para as diferentes fontes de N aplicados no milho segunda safra. Chapadão do Sul – MS, 2016.

Fonte de nitrogênio	Altura de plantas (m)	Inserção da primeira espiga (cm)
Testemunha	1.73 b	62.25 b
Ureia	1.83 ab	78.00 a
Ureia parcelada	1.90 a	73.00 ab
Ureia com polímero	1.81 ab	75.00 ab
Ureia com polímero parcelada	1.81 ab	72.75 ab
Ureia + foliar	1.82 ab	67.75 ab
Ureia com polímero + foliar	1.79 ab	68.50 ab
Foliar	1.83 ab	68.75 ab
CV(%)	2,91	6,45

Obs: Médias seguidas por letras comuns, não diferem entre si em nível de significância 5% pelo teste de Tukey.

Para a característica altura de plantas (Tabela 4) observou-se que o tratamento com aplicação de ureia parcelada em dois estádios foi o que obteve maior valor, tendo apresentado diferença significativa apenas em relação à testemunha. Para a altura de inserção da primeira espiga o tratamento com aplicação de N no estágio V6, teve maior valor diferindo da testemunha, porém não diferiu dos demais tratamentos. Goes *et al.* (2013) realizaram um trabalho com ureia convencional e observaram que proporcionou aumento na altura de plantas quando comparado com os demais tratamentos e também em relação a testemunha, como neste trabalho. Porém com relação a altura de inserção da espiga, a ureia convencional foi a que apresentou os menores valores no trabalho apresentado por eles, o que difere deste trabalho. Deuner *et al.* (2008), ao comparar adubação de N foliar com adubação via raiz, observaram que a adubação foliar proporcionou

incremento 26% superior quando analisada a altura de plantas, diferentemente deste trabalho onde não encontrou-se diferença significativa da adubação foliar para as demais fontes de N.

Na Tabela 5 observam-se os valores obtidos da avaliação dos teores de N nas folhas antes da aplicação das fontes de nitrogênio em comparação as medidas de clorofila a, b e total também foram feitas antes das aplicações.

Tabela 5. Teores de N e índices de clorofila a, b e total (a + b) nas folhas de milho analisadas antes das aplicações de N para as diferentes fontes utilizadas no milho segunda safra. Chapadão do Sul – MS, 2016.

Fonte de nitrogênio	Teor de N (%)	Clorofila a	Clorofila b	Clorofila Total
Testemunha	1,07 a	35,5 a	14.01000 a	49.56000 a
Ureia	1,04 a	36,8 a	14.95500 a	51.80500 a
Ureia	1,12 a	35,7 a	12.82500 a	49.15000 a
parcelada				
Ureia com	1,19 a	36,3 a	14.19000 a	50.44000 a
polímero				
Ureia com	1,11 a	37,4 a	14.21500 a	51.85500 a
polímero				
parcelada				
Ureia + foliar	1,19 a	37,7 a	14.85500 a	52.12000 a
Ureia com	1,14 a	37,2 a	13.93500 a	50.58500 a
polímero +				
foliar				
Foliar	1,21 a	36,4 a	14.17500 a	50.54500 a
CV(%)	20,59	4,06	11,75	5,83

Obs: Médias seguidas por letras comuns, não diferem entre si em nível de significância 5% pelo teste de Tukey.

Na Tabela 6, observam-se os resultados do teor de N e os índices de clorofila a, b e total realizadas nas folhas após as aplicações de N. A testemunha foi significativamente diferente dos demais tratamentos. Quando comparados aos teores de N considerados adequados (2,75 – 3,25 % da matéria seca) para a cultura do milho, os tratamentos estão com valores considerados acima dos padrões, exceto a testemunha.

Observou-se que não houve diferença significativa quanto ao índice de clorofilas a, b e total nas folhas (Tabela 6). Dentro dos tratamentos não foi observado que a aplicação de N influenciou para aumento dos teores de clorofila, o

que é possível observar é que em todas as avaliações a testemunha apresenta menor valor. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Valderrama *et al.* (2014), os quais em um trabalho similar estudaram diferentes fontes de ureia revestida, em comparação com ureia convencional e também não observaram diferença significativa para as plantas de milho de primeira e segunda safra quanto aos índices de clorofilas.

Portanto, considerando que houve diferença quanto ao teor de N comparando com a testemunha, e que não teve resposta significativa nos índices de clorofila, não é possível fazer uma análise da relação entre estas duas variáveis neste experimento.

Tabela 6. Teores de N e índices de clorofila a, b e total (a + b) nas folhas de milho analisadas após as aplicações de N para as diferentes fontes utilizadas no milho segunda safra. Chapadão do Sul – MS, 2016.

Fonte de nitrogênio	Teor de N (%)	Clorofila a	Clorofila b	Clorofila Total
Testemunha	1.89 b	37.98250 a	20.60250 a	58.56750 a
Ureia	4.08 a	38.20750 a	20.94750 a	59.49750 a
Ureia parcelada	3.87 a	39.14250 a	21.92500 a	61.14500 a
Ureia com polímero	3.86 a	38.63500 a	21.84500 a	60.72750 a
Ureia com polímero parcelada	4.25 a	38.39000 a	20.90750 a	59.30250 a
Ureia + foliar	4.04 a	38.53250 a	20.98750 a	59.55250 a
Ureia com polímero + foliar	4.28 a	39.22500 a	21.48250 a	59.68000 a
Foliar	4.07 a	38.31750 a	21.26750 a	59.58250 a
CV(%)	15.87	2,09	6,40	3,05

Obs: Médias seguidas por letras comuns, não diferem entre si em nível de significância 5% pelo teste de Tukey.

Na Tabela 7, apresentam-se os teores dos macronutrientes Ca e Mg, e dos micronutrientes Fe, Zn, Cu e Mn, avaliados nas folhas de milho nos diferentes tratamentos. Como se observa todos os tratamentos apresentaram diferenças significativas entre si, sendo que a testemunha apresentou em todos os nutrientes

valores significativamente menores que os demais tratamentos, evidenciando que a não adição de N por nenhuma fonte, afeta de alguma forma, os demais nutrientes que estão direta ou indiretamente ligados a ele.

Tabela 7. Valores médios dos teores de Ca, Mg, Fe, Zn, Cu e Mn nas folhas de milho analisadas após as aplicações de N para as diferentes fontes utilizadas no milho segunda safra. Chapadão do Sul – MS, 2016.

Fonte de Nitrogênio	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
Testemunha	0,22 c	0,27 c	154,58 b	30,36 c	6,65 b	32,23 c
Ureia	0,40 a	0,43 b	184,24 a	62,65 a	9,60 a	45,01 bc
Ureia parcelada	0,40 a	0,47 ab	189,77 a	59,56 a	9,40 a	51,43 b
Ureia com polímero	0,29 bc	0,48 ab	192,87 a	49,31 b	9,25 a	51,17 b
Ureia com polímero parcelada	0,28 bc	0,44 ab	194,79 a	48,95 b	9,25 a	50,32 b
Ureia + foliar	0,33 ab	0,51 ab	197,00 a	59,89 a	7,75 ab	46,42 bc
Ureia com polímero + foliar	0,30 b	0,47 ab	199,32 a	62,25 a	7,85 ab	52,67 b
Foliar	0,29 bc	0,54 a	201,46 a	52,80 b	9,90 a	70,10 a
CV(%)	11,98	10,56	5,54	7,34	11,95	13,31

Obs: Médias seguidas por letras comuns, não diferem entre si em nível de significância 5% pelo teste de Tukey.

Considerando o exposto nas tabelas anteriores, referentes aos níveis nutricionais das folhas nos diferentes tratamentos utilizados. Realizou-se um estudo em função dos níveis críticos (NC) para a cultura do milho, para este comparativo foi utilizado os valores que foram compilados de diversos autores por Bull (1993), como se observa na Tabela 8.

Tabela 8. Resultado da análise foliar de milho cultivado em diferentes fontes e formas de aplicação de N e sua comparação com os limites estabelecidos como adequados para a cultura. Chapadão do Sul, MS, 2017.

	N	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
	-----g kg ⁻¹ -----			-----mg kg ⁻¹ -----			
Faixa de referência ¹	2,75-3,25	0,23-0,40	0,15-0,40	50-250	15-50	6-20	42-150
Testemunha	1.89	0,22	0,27	154,58	30,36	6,65	32,23
Ureia	4.08	0,40	0,43	184,24	62,65	9,60	45,01
Ureia parcelada	3.87	0,40	0,47	189,77	59,56	9,40	51,43
Ureia com polímero	3.86	0,29	0,48	192,87	49,31	9,25	51,17
Ureia com polímero parcelada	4.25	0,28	0,44	194,79	48,95	9,25	50,32
Ureia + foliar	4.04	0,33	0,51	197,00	59,89	7,75	46,42
Ureia com polímero + foliar	4.28	0,30	0,47	199,32	62,25	7,85	52,67
Foliar	4.07	0,29	0,54	201,46	52,80	9,90	70,10

¹Os teores foliares de macro e micronutrientes considerados na faixa de referência, foram compilados de diversos autores por Bull (1993)

Em relação aos diferentes tipos de adubação, observou-se que apesar dos valores terem sido influenciados pela aplicação ou não de N, a maioria dos tratamentos apresentam concentrações foliares dentro dos padrões ou acima. E também, apesar de haver diferenças significativas entre os tratamentos, como observado na Tabela 7, quando considerado os níveis ideais a maior parte dos nutrientes estão de acordo com o recomendado para o desenvolvimento da cultura do milho.

Com relação aos teores foliares de N, a testemunha apresentou valores fora do NC, assim como o Mn, ou seja, houve influência significativamente superior para os tratamentos que tiveram aplicação de N, e este influenciou diretamente para os teores de Mn nas folhas.

Avaliou-se também a massa de 100 grãos (Tabela 9) que apresentou valores significativos e superiores nos tratamentos com aplicação de ureia com polímero e ureia com polímero mais N foliar e no tratamento com aplicação apenas

de N foliar, em comparação com a testemunha, não diferindo dos demais tratamentos com ureia convencional. Souza *et al.* (2011), não encontraram diferença significativa quando avaliaram diferentes fontes sólidas de N, e também as épocas de aplicação de N não diferiram entre si para tal componente de produção, nos trabalhos por eles realizados em 2007 e 2008, o que está de acordo com o trabalho aqui apresentado, pois só observou-se diferença com a testemunha, e não entre os tratamentos. Em outro trabalho similar, onde foi avaliada ureia convencional em comparação com ureia polimerizada em condições de cerrado no estado de Minas Gerais, também não houve significância com ao peso de grãos (QUEIROZ *et al.*, 2011).

A massa de 100 grãos é um parâmetro importante para o estudo de produtividade em milho, pois pode se obter a partir de um mesmo número de óvulos fecundados, uma maior produtividade apenas com o aumento das reservas acumuladas nos grãos (SILVA *et al.*, 2006).

Tabela 9. Valores médios da massa de 100 grãos e produtividade de grãos em função da aplicação de N para as diferentes fontes utilizadas no milho segunda safra. Chapadão do Sul – MS, 2016.

Fonte de nitrogênio	Peso de 100 grãos (g)	Produtividade Kg ha ⁻¹
Testemunha	29,35 b	7.241,71 b
Ureia	31,25 ab	7.894,99 a
Ureia parcelada	31,05 ab	7.901,90 a
Ureia com polímero	33,00 a	7.928,27 a
Ureia com polímero parcelada	32,93 a	7.895,25 a
Ureia + foliar	31,27 ab	7.864,45 a
Ureia com polímero + foliar	32,85 a	7.985,42 a
Foliar	33,65 a	7.898,77 a
CV(%)	4,92	4,07

Obs: Médias seguidas por letras comuns, não diferem entre si em nível de significância 5% pelo teste de Tukey.

O resultado da produtividade de grãos (Tabela 9) foi significativo entre os tratamentos comparando com a testemunha, sendo todos os tratamentos superiores. Um trabalho realizado no município de Chapadão do Sul, MS, os autores avaliaram o efeito de fontes de N (ureia e Entec 26®) e o efeito de quatro doses (0, 30, 60 e

120 kg ha⁻¹) de N em cobertura quando as plantas apresentavam quatro folhas expandidas. Eles não verificaram diferença significativa entre os fatores e concluíram que as fontes de N não diferiram entre si para a produtividade de grãos (SOUZA; SORATTO, 2006). Neste trabalho também não se observou diferença entre as fontes de N utilizadas quanto à produtividade final de grãos, porém, quando não houve aplicação de N teve-se uma perda de 668 kg ha⁻¹ a menos que à média geral dos tratamentos com N, o que equivale a 11,13 sc ha⁻¹.

5 CONCLUSÃO

Os diferentes manejos de N e as diferentes épocas de aplicação do milho segunda safra, plantado nesta época apresentaram resultados bastante similares na comparação de suas produtividades, contudo os tratamentos foram significativos em relação à testemunha, pois resultaram no acréscimo de 11 sacos de milho em relação aonde não ocorreu à aplicação de N.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, A. W.; SANTOS, J. R.; MOURA FILHO, G.; REIS, L. S. Plantas de cobertura e adubação nitrogenada na produção de milho em sistema de plantio direto. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.17, n.7, p.721–726, 2013.

ARGENTA, G. A.; SILVA, P. R. F.; MIELNICZUK, J.; BORTOLINI, C. G. Parâmetros de planta como indicadores do nível de nitrogênio na cultura do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 37, n. 4, p. 519-527, 2002.

BERNARDI, A. C. C.; MACHADO, P. L. O. A.; FREITAS, P. L.; COELHO, M. R.; LEANDRO, W. M.; OLIVEIRA JUNIOR, J. P.; OLIVEIRA, R. P.; SANTOS, H. G.; MADARI, B. E.; CARVALHO, M. C. S. Correção do solo e adubação no sistema de plantio direto nos cerrados. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 22 p. (Documentos, 46).

BIESDORF, E. M.; BIESDORF, E. M.; TEIXEIRA, M. F. F.; DIETRICH, O. H.; PIMENTEL, L. D.; ARAUJO, C. Métodos de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em solo de cerrado. *Revista de Agricultura Neotropical*, v. 3, n. 1, p. 44–50, 2016.

BOOIJ, R.; VALENZUELA, J.L. e AGUILERA, C. Determination of crop nitrogen status using non-invasive methods. In: HAVERKORT, A.J.; MACKERRON, D.K.L. (Eds.). *Management of nitrogen and water in potato production*. The Netherlands, Wageningen Pers, 2000. p.72-82.

BREMNER, J. M. Nitrogen-total. In: SPARTS, D. L. (ed.) *Methods of soil analysis*. Part 3- Chemical Methods. 1996. p.1085- 1121.

BÜLL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: BÜLL, L. T.; CANTARELA, H. (Ed.). *Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fostato, 1993. p. 63-145.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. et al. Fertilidade do Solo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, 2007, p. 375-470.

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. Van; CAMARGO, C. E. O. Cereais. In: RAIJ, B. Van, CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. Recomendações de calagem e adubação para o Estado de São Paulo. Campinas, Instituto Agrônomo de Campinas, 1997. 285 p. (Boletim técnico, 100).

CANTARELLA, H.; MARCELINO, R. Fontes alternativas de nitrogênio para a cultura do milho. International Plant Nutrition Institute, v. s/n, n. 122, p. 12-14, 2008. (Informações Agronômicas) Disponível em:
<[http://www.ipni.net/publication/iabrasil.nsf/0/0B29BFC156DC982F83257A90007D53EF/\\$FILE/Jornal-122.pdf](http://www.ipni.net/publication/iabrasil.nsf/0/0B29BFC156DC982F83257A90007D53EF/$FILE/Jornal-122.pdf)>. Acesso em: 27 fev. 2017.

CHAPMAN, S.C. e BARRETO, H.J. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. Agronomy Journal, 89:557-562, 1997.

COELHO, A. M. Nutrição e adubação do milho. In: CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHÃES, P. C. (Eds.) A cultura do milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. cap. 6, p. 131-157.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: Grãos. Conab, v. 4 Safra 2016/17, n. 5 - Quinto levantamento. p. 1-166, Fev. 2017. Disponível em:
<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_05_10_09_03_26_boletim_graos_maio_2016.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2017.

CREGAN, P. B., BERKUM, P. Genetics of nitrogen metabolism and physiological/biochemical selection for increased grain crop productivity. Theoretical and Applied Genetics, Heidelberg, v.67, p.97-111, 1984.

CRUZ, J. C. et al. Sistema de produção de milho safrinha de alta produtividade: Safras 2008 e 2009. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 2011, 10 p. (Circular técnica 160).

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

DORNELES, J. G. L.; SILVA, A. M.; SANTANA, J. S.; RUVIARO, C. Avaliação da produtividade do milho em resposta a adubação de nitrogênio em cobertura via solo e via foliar. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28, 2010, Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2010.

FANCELLI, A. L.; D. DOURADO NETO. Produção de milho. 2. ed., Guaíba: Agropecuária, 2008, 360 p.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Produção de milho. 2. ed. Guaíba: Agropecuária, 2004. 360 p.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Ecofisiologia e Fenologia. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Produção de milho. Guaíba: Agropecuária, 2000. p. 21-54.

FARINELLI, R.; LEMOS, L. B. Produtividade e eficiência agrônômica do milho em função da adubação nitrogenada e manejos do solo. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 9, n. 2, p. 135-146, 2010.

FERREIRA, A. C. B.; ARAUJO, G. A. A.; PEREIRA, P. R. G.; CARDOSO, A. A. Características agrônômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. *Scientia Agricola*, v. 58, n. 1, p. 131-138, 2001.

FONTOURA, S. M. V.; BAYER, C. Ammonia volatilization in no-till system in the south-central region of the State of Paraná, Brazil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 34, n. 5, p. 1677-1684, 2010.

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

GOES, R. J.; RODRIGUES, R. A. F.; ARF, O.; VILELA, R. G. Nitrogênio em cobertura para o milho (*Zea mays* L.) em sistema de plantio direto na safrinha. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.11, p.169-177, 2012.

GOES, R. J.; RODRIGUES, R. A. F.; TAKASU, A. T.; ARF, O. Características agronômicas e produtividade do milho sob fontes e doses de nitrogênio em cobertura no inverno. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.12, p. 250 - 259, 2013.

GOTT, R. M.; SICHOCKI, D.; AQUINO, L. A.; XAVIER, F. O.; SANTOS, L. P. D.; AQUINO, R. F. B. A. Fontes e épocas de aplicação de nitrogênio no milho safrinha. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.13, n.1, p. 24-34, 2014.

JANDREY, W. F.; ARTUZO, F. D.; CORASSA, G. M.; SILVA, V. R.; PANNON, F. Viabilidade econômica de diferentes fontes de nitrogênio aplicadas em cobertura na cultura do milho. *Enciclopédia Biosfera, Goiânia*, v. 8, n. 14, p. 947 - 956, 2012.

KAPPES, C.; CARVALHO, M. A. C. DE; YAMASHITA, O. M.; SILVA, J. A. N. da. Influência do nitrogênio no desempenho produtivo do milho cultivado na segunda safra em sucessão à soja. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.39, p.251-259, 2009.

KARLEN, D. L.; KRAMER, L. A.; LOGSDON, S. D. Field-scale nitrogen balances associated with long-term continuous corn production. *Agronomy Journal*, v. 90, n. 5, p. 644-650, 1998.

LARSSON, C.M., INGEMARSSON, B. Molecular aspects of nitrate uptake in higher plants. In: WRAY, J. L., KINGHORN, J. R. Molecular and genetics aspects of nitrate assimilation. Oxford: Oxford Science, 1989. Cap.1. p.3-14.

LUNELLI, I. E.; MORATELLI, C. A.; PRIMO, M.; OLIVEIRA, R. S.; PRIOR, M. Avaliação de componentes da planta do milho sobre diferentes épocas de aplicação de nitrogênio em sucessão a diferentes coberturas de solo. *Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias, Guarapuava*, v. 3, n. 1, p. 123-128, 2010.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; PAIVA, E. Fisiologia da planta de milho. Sete Lagoas, EMBRAPA-CNPMS, 1995. 27 p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 20).

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

MARENCO R. A.; LOPES N. F. Fisiologia Vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005, 439 p.

MINOTTI, P.L.; HALSETH, D.E.; SIECZKA, J.B. Field chlorophyll measurements to assess the nitrogen status of potato varieties. Horticultura and Science, Alexandria, v. 29, p. 1497-1500, 1994.

PEREIRA, J. L. A. R. et al. Cultivares, doses de fertilizantes e densidades de semeadura no cultivo de milho safrinha. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 33, n. 03, p. 676-683, 2009.

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

ROSSETTI, K. V.; CENTURION, J. F. Tillage systems and hydro-physical attributes of an Oxisol cultivated with maize. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental, Campina Grande, v. 17, n. 5, p. 472-479, 2013.

SILVA, A. D.; VITORINO, A. C. T.; SOUZA, L. C. F. DE; GONÇALVES, M. C.; ROSCOE, R. Culturas antecessoras e adubação nitrogenada na cultura do milho, em sistema de plantio direto. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.5, p.75-88, 2006.

SILVA, M. Fungos no Milharal (Caderno Técnico Cultivar). *Revista Cultivar*. Março de 2007. Disponível em: <[http:// www.cultivar.inf.br/revistas](http://www.cultivar.inf.br/revistas)>. Acesso em: 26 fev. 2017.

SIQUEIRA NETO, M. et al. Mineralização e desnitrificação do nitrogênio no solo sob sistema plantio direto. *Bragantia*, Campinas, v. 69, n. 4, p. 923-936, 2010.

SORATTO, R. P.; PEREIRA, M.; COSTA, T. A. M; LAMPERT, V. N. Fontes alternativas e doses de nitrogênio no milho safrinha em sucessão à soja. *Revista Ciência Agronômica*, v. 41, n. 4, p. 511 – 518, 2010.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Cerrado: correção do solo e adubação. Brasília: Embrapa. Informação Tecnológica, 2004. 416p.

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, Sete Lagoas*, v. 5, p. 395 - 405, 2006.

SOUZA, A. S.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; ANDREOTTI, M.; SÁ, M. E.; ARF, O. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha irrigado em plantio direto. *Bragantia*, Campinas, v. 70, n. 2, p. 447 – 454, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. 4. ed., 842 p., Artmed, Porto Alegre, 2009.

VALDERRAMA, M. et al. Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 41, n. 2, p. 254-263, 2011.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. World Agricultural Production. USDA, 2017.(Circular séries) Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>>. Acesso em: 24 fev. 2017.

VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BENETT, C. G. S.; ANDREOTTI, M. Adubação nitrogenada na cultura do milho com ureia revestida por diferentes fontes de polímeros. *Ciências Agrárias*, Londrina, v. 35, n. 2, p. 659 – 670, 2014.

WARNCKE, D.; BARBER, S. Ammonium and nitrate uptake by corn (*Zea mays*, L.) as influenced by nitrogen concentrations and $\text{NH}_4^+ / \text{NO}_3^-$ ratio. *Agronomy Journal*, v. 65, p. 950-954, 1973.

WHIETHÖLTER, S. Nitrogênio no solo sob plantio direto. *Revista Plantio Direto*, Passo Fundo, p. 38-42, 2000.

WOOD, C.W.; REEVES, D.W.; HIMELRICK, D.G. Relationship between chlorophyll meter readings and leaf chlorophyll concentration, N status and crop yield: a review. *Proceedings of the Agronomy Society New Zealand*, Couterbury, v. 23, p. 1 - 9, 1993.

YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. Como melhorar a eficiência da adubação nitrogenada do milho? *Informações Agronômicas*, Piracicaba: POTAFOS, n. 91, p. 1-5, 2000.(*Informações Agronômicas*).Disponívelem: <[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/5C3D0036819B5ACA83257AA300696601/\\$FILE/Page1-5-91.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/5C3D0036819B5ACA83257AA300696601/$FILE/Page1-5-91.pdf)>.

Acesso em: 01 março de 2017.