



DESENVOLVIMENTO DO TRIGO SUBMETIDO A DIFERENTES FONTES NITROGENADAS NO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO NO SUL DE MINAS.

DEVELOPMENT OF WHEAT SUBJECTED TO DIFFERENT NITROGEN SOURCES IN THE DIRECT PLANTING SYSTEM IN THE SOUTH OF MINAS.

Felipe Gabriel Goulart De Oliveira¹

Cleudson Soares Ferreira²

RESUMO

O cultivo do trigo tem se expandido para o sudeste do Brasil, porém a cultura acaba sofrendo deficiência nutricional. Um dos nutrientes é o nitrogênio, que acaba sendo perdido por volatilização ou lixiviação. Assim, essa pesquisa objetivou comparar fontes de nitrogênio de liberação controlada com fontes convencionais de N no desenvolvimento e na produtividade de trigo, em sistema de cultivo de plantio direto. O experimento foi instalado no município de Campanha-MG, de maio a agosto de 2023. Os tratamentos avaliados foram duas diferentes fontes de adubação nitrogenada no cultivo de trigo e a testemunha onde não houve adubação na cultura. O delineamento utilizado foi em DBC com 3 tratamentos e 8 repetições, totalizando-se 24 parcelas. As avaliações das plantas foram realizadas aos 100 dias após a aplicação dos tratamentos, sendo avaliado a altura de planta, peso de mil grãos e a produtividade. As características avaliadas, foram submetidas à análise de variância e as médias e foram comparadas pelo teste de média Scott Knott a 5% de probabilidade por meio do software estatístico SISVAR®. Através dos resultados e devido ao alto índice pluviométrico ocorrido durante a época que a pesquisa foi realizada, foi possível observar que para a altura, peso de mil grãos e produtividade das plantas de trigo a aplicação do N independente da fonte utilizada no experimento, proporcionaram os melhores resultados para essas características, sendo que o adubo convencional se equiparou a uréia complexada.

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L.; Uréia complexada; Liberação controlada.

¹ Bacharelado em Agronomia, Centro Universitário do Sul de Minas. felipeagrocpa@gmail.com

² Doutor, Centro Universitário do Sul de Minas. cleudson.ferreira@unis.edu.br

ABSTRACT

Wheat cultivation has expanded to southeastern Brazil, but the crop ends up suffering from nutritional deficiencies. One of the nutrients is nitrogen, which ends up being lost through volatilization or leaching. Thus, this research aimed to compare controlled-release nitrogen sources with conventional N sources in the development and productivity of wheat, in a no-tillage cultivation system. The experiment was installed in the municipality of Campanha-MG in May of August 2023. The treatments evaluated were two different sources of nitrogen fertilization in wheat cultivation and the control where there was no fertilization in the crop. The design used was DBC with 3 treatments and 8 replications, totaling 24 plots. Plant evaluations were carried out 100 days after applying the treatments, evaluating plant height, weight of a thousand grains and productivity. The evaluated characteristics were subjected to analysis of variance and the means were compared using the Scott Knott mean test at 5% probability using the SISVAR® statistical software. Through the results and due to the high rainfall that occurred during the time the research was carried out, it was possible to observe that for the height, weight of a thousand grains and productivity of wheat plants, the application of N, regardless of the source used in the experiment, provided the best results for these characteristics, with conventional fertilizer being equivalent to complexed urea.

Keywords: *Triticum aestivum* L.; Complexed urea; controlled release.

1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.), é uma cultura de histórico milenar, que possui uma importância no cenário agrícola mundial e no desenvolvimento das civilizações. Ele é uma das commodities mais consumidas pela humanidade devido às suas propriedades nutricionais (Baumgratz, 2017). Seu consumo é feito de diferentes formas, tais como, bolos, biscoitos, pães, massas em geral, além de produtos não alimentícios (fármacos, cosméticos e álcool) e ainda na alimentação animal como forragem ou na composição de ração (Borém; Scheeren, 2015).

Os maiores produtores mundiais de trigo são os Estados Unidos, Comunidade Européia, Rússia e China. No Brasil essa cultura é cultivada geralmente em áreas de clima temperado, como os estados do Sul, porém ela tem-se expandido para os estados do Centro-Oeste e do Sudeste do país (Vieira, 2003).

Dentre os fatores que influenciam no desenvolvimento do trigo está a deficiência nutricional e um dos nutrientes que se destaca é o nitrogênio, pelo fato dele influenciar diretamente no crescimento e desenvolvimento das plantas (Meneghin et al., 2008) participando na constituição de substâncias determinantes da qualidade e no desenvolvimento de funções metabólicas essenciais, tais como a síntese proteica (Pöttker; Roman, 1998).

E essa deficiência se dá pelo fato de os solos brasileiros não suprirem totalmente

a demanda deste nutriente essencial, necessitando ser realizada a complementação com fertilizantes nitrogenados. Todavia, a adubação necessita de cuidados no que se refere às doses de aplicação. Baixas doses de nitrogênio podem acabar limitando a produtividade, mas doses altas desse nutriente podem levar ao acamamento, dificultar a colheita e provocar queda na produção (Teixeira et al., 2010).

De acordo com Cazeta et al. (2007) a deficiência no fornecimento deste nutriente pode comprometer os processos de crescimento e reprodução das plantas e que aplicações eficientes de nitrogênio estão profundamente relacionadas ao solo, clima e à própria planta.

Já Yano et al. (2005), relatam que o período crítico vai da emergência até a emissão da sétima folha do trigo, ou seja, é nessa época que as plantas possuem uma maior necessidade de nitrogênio para o seu desenvolvimento. Durante os estádios iniciais o nitrogênio é importante para potencializar o número máximo de espiguetas por espiga e, conseqüentemente, o número de grãos por espiga, enquanto nos estádios finais do período o nitrogênio é crítico para determinar o número de colmos por área (Bredemeier; Mundstock, 2001).

Saber sobre a dose correta e a fonte adequada de nitrogênio é essencial para que haja um incremento na produtividade e na qualidade do trigo, promovendo assim o seu máximo potencial de produtividade (Megda et al., 2009).

O objetivo deste trabalho foi comparar fontes de liberação controlada e convencionais, no desenvolvimento de trigo, em sistema de cultivo de plantio direto na região do Sul de Minas.

2 REFERENCIAL TEORICO

2.1 Importância socioeconômica do trigo no Brasil e no mundo

O trigo é um cereal originário da região dos rios Tigre e Eufrates, na Ásia (Borém; Scheeren, 2015). Ele se destaca como o segundo cereal mais produzido no mundo. Durante a safra 2020-2021 foi colhido uma área de 221,8 milhões de hectares no mundo inteiro, com uma produção de 775,8 milhões de toneladas, tendo um aumento de 1,57% comparada a safra anterior 2019-2020 (Usda, 2021), com um valor de mercado de US\$ 114 milhões (Usda, 2020). Os principais produtores são: China, União Europeia, Índia, Rússia, Estados Unidos e Canadá (Coelho, 2021).

No Brasil o trigo é cultivado durante o inverno e a primavera. O país ocupa a 15ª posição no ranking mundial, na produção de trigo (Soares, 2020). A produção brasileira

de trigo em 2020 foi de 6,2 milhões de toneladas, e estimada para a safra 2021 em 8,15 milhões de toneladas representando 30,8% a mais do que o volume colhido na safra passada (CONAB, 2021). Segundo Conab (2020) o cultivo de trigo nacional concentrasse na região Sul, responsável por 87,3% da produção nacional, sendo o Paraná o maior produtor, seguido pelo Rio Grande do Sul.

2.2 Características agronômicas da cultura do trigo (*Triticum* spp.)

O trigo (*Triticum aestivum* L.) É um cereal pertencente à família Poaceae, originado através de uma hibridação natural entre um tetraploide (*Triticum turgidum*) e uma gramínea selvagem (*Aegilops squarrosa*) (Scheeren; De Castro; Caierao, 2015).

A planta possui características morfológicas semelhantes aos demais cereais de inverno, tais como a cevada, triticale, e o centeio. Ela pode ser estruturada morfológicamente em raízes, colmo, folha e inflorescência (Borém; Scheeren, 2015).

O sistema radicular do trigo é do tipo fasciculado, formado por dois grupos de raízes: as seminais que se desenvolvem a partir do primórdio da semente e as permanentes que são originadas das gemas da coroa (Anderson; Garlinge, 2000).

A planta adulta consiste em um caule central que vai até a espiga, do qual emergem as folhas em lados opostos. É composto por segmentos repetidos chamados de fitômetros, que 15 contêm um nó e um entrenó oco. A bainha da folha tem sua origem no entrenó e envolve o caule fornecendo suporte para o broto (Austrália, 2008).

A folha é composta por bainha, lâmina, lígula e aurículas, sendo disposta as folhas alternadas, formando ângulos de 180° entre uma folha e outra, até a última que é chamada de folha bandeira. Normalmente pode ocorrer uma variação de três a oito folhas na planta, correspondendo assim ao número de nós (Borém; Scheeren, 2015).

A inflorescência é uma espiga, que é composta por duas fileiras de espiguetas dispostas alternadamente na raque central (El Trigo, 2021). A espiguetas é constituída por flores e fica presa a ráquila. Na base das espiguetas ficam as glumas que tem a função de proteger as flores da espiguetas, cada flor é formada por um lema e uma pálea, e entre estas encontram-se o gineceu e o androceu (Borém; Scheeren, 2015). O grão é a unidade de reprodução do cereal, chamado de cariopse, ele é um fruto seco, formado a partir da fecundação de apenas uma flor (Anderson; Garlinge, 2000).

Já seu ciclo de desenvolvimento pode ser dividido em três fases: a fase vegetativa, reprodutiva e enchimento de grãos. A fase vegetativa tem seu início na semeadura, com a germinação da semente e diferenciação dos primórdios foliares no embrião, até o início

da floração. A reprodutiva começa com a iniciação floral, quando ocorre a diferenciação dos primórdios de espiguetas na parte central da espiga até o aparecimento da última espiguetas na ponta da espiga. A fase de enchimento de grãos inicia com a antese, fecundação das flores e termina com a maturação fisiológica da planta (Mori et al., 2016).

2.3 Dinâmica do nitrogênio no solo e fontes do nutriente

Para Megda et al. (2009), o nitrogênio (N) é o nutriente essencial para a cultura do milho, sendo que este participa na fotossíntese, na definição de componentes e é o responsável por incrementar a produtividade e a qualidade do trigo promovendo o máximo potencial de produtividade (Campos et al., 2004).

A utilização coerente da adubação nitrogenada é essencial, não apenas para elevar a eficiência de recuperação, mas para o aumento da produtividade da cultura e suavizar o custo de produção (Fageria et al., 2007).

O nitrogênio localiza-se no solo fundamentalmente na forma orgânica (equivalente a 98%). A outra parte depara-se principalmente em formas inorgânicas, como, por exemplo, o amônio (NH_4^+) e o nitrato (NO_3^-).

As formas de N no solo que estão disponíveis para absorção das plantas são o amônio (NH_4^+), e o nitrato (NO_3^-). Com boa aeração e pH estável, o amônio se transforma em nitrato com rapidez pela nitrificação, e com isso consegue que o NO_3^- se torne a principal fonte de N-inorgânico para as plantas (Raij, 1991).

São diversas as alternativas de fonte de N a ser empregada. Dentre os fertilizantes nitrogenados mais utilizados, o que se destaca em maior quantidade no Brasil e no mundo é ureia. Ela é um fertilizante sólido que representa cerca de 60 % dos fertilizantes nitrogenados (International Plant Nutrition Institute, 2017).

A ureia [$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$], possui cerca de 45 % de N, sua alta concentrações do nutriente, proporciona economia com transporte e armazenamento, e maior rendimento na aplicação pelo menor volume aplicado (Zavaschi et al., 2014). A sua produção ocorre da reação da NH_3 com o fundamental CO_2 (síntese própria), o que agrega um custo menor à produção, e não abrange reações com ácidos, que solicitam materiais e equipamentos peculiares. Além disso a ureia é o adubo sólido com um preço de mercado adequado de N (Cantarella, 2007).

De acordo com Lara Cabezas et al. (2000), adubação de N feita com a ureia e sem ocorrências de chuvas logo após a aplicação proporciona uma incorporação do produto pelo solo essencial, sem perdas de NH_3 (amônia) para a atmosfera por volatilização.

Outra fonte de nitrogênio utilizada na agricultura brasileira é o Sulfato de Amônio, sendo o segundo mais consumido no Brasil (International Plant Nutrition Institute, 2017). Ele apresenta cerca de 21% de N e 24% de Enxofre, estabilidade química e boa granulometria. Uma desvantagem da utilização deste adubo, é que ele possui reação no solo fortemente ácida, reduzindo significativamente o pH do meio. Outra desvantagem é sua baixa concentração de nitrogênio, fazendo com que o preço do nutriente fique mais elevado (Byrnes, 2000).

2.4 Fertilizantes nitrogenados de liberação controlada

Dentre os adubos, a ureia é considerada o mais acessível economicamente, e conseqüentemente o mais empregado pelos agricultores. A diminuição da eficácia do recobrimento do N do adubo é atribuída, sobretudo, às perdas gasosas do N (volatilização e desnitrificação) (Lopes et al., 2004).

As perdas de nitrogênio por desnitrificação têm sido avaliadas na cultura do milho em menos de 10 %, porém a perda de amônia (N- NH₃) por volatilização é o tipo de perda do nutriente mais evidenciada na cultura, pelo fato da ureia não ser enterrada, ou mesmo incorporada ao solo pela chuva, ou pela irrigação, dessa forma, chega até 31 a 78 % do total de N aplicado (Cabezas et al., 1997).

De acordo com a eficiência dos nutrientes, eles podem ser classificados por seu tipo de liberação e eficiência. Podendo ser fertilizantes de liberação lenta, em semelhança a um solvente referencial, e abrangem fertilizantes recobertos, encapsulados, não solúveis na água ou que dissolvem de forma lenta na água; e os fertilizantes estabilizados, formados por aditivos para aumentar a duração no solo, assim como retardadores de nitrificação, inibidores de urease ou outros aditivos (Cantarella, 2007).

Existem dois grupos respeitáveis de fertilizantes qualificados liberadores lentos ou com controle. Os fertilizantes qualificados liberadores lentos são criados à base de condensação de ureia, e ureia formaldeído (de baixa dissolução, liberação retardada de N) e eles são diferentes dos de liberação controlada, pois seus mecanismos e princípios de ação são distintos (Naz; Sulaiman, 2016). Esses fertilizantes possuem a capacidade de retardar a disponibilidade do nutriente para as plantas, ficando em um menor tempo exposto ao ambiente, quando comparado com demais fertilizantes convencionais.

Já o grupo formado pelos fertilizantes de liberação controlada é representado por produtos em cápsulas ou revestidos (Trenkel, 1997). Estes possuem a disponibilização do nutriente conhecida, devido à espessura da camada que envolve o grânulo de ureia. Grande parte dos fertilizantes de liberação controlada disponíveis no mercado possuem

revestimento por enxofre e polímeros, e a disponibilização do nutriente para o ambiente vai depender da espessura e da qualidade do revestimento do grânulo (Trenkel, 2010). No solo, estes fertilizantes possuem a capacidade de suportar a degradação química e biológica, permitindo que o N se misture aos poucos às plantas (Hauck; Koshino, 1971). Essa classe de produtos representava cerca de 40% dos produtos de liberação lenta existentes no mercado mundial (Trenkel, 1997), mas atualmente, existe uma propensão evidente em aumentar a utilização de fertilizantes recobertos, responsáveis por 75% do mercado para esse campo de fertilizantes (Shaviv, 2005).

Segundo Cantarela e Marcelino (2008), aqueles fertilizantes não convencionais que contém aditivos (Fertilizantes estabilizados) têm melhor aproveitamento no plantio do milho, sendo os inibidores de nitrificação e os inibidores de uréase.

Já Fancelli (2010), acredita que os inibidores de nitrificação diminuem de maneira drástica a formação de NO_3^- no solo, devido à dificuldade de agir, das Nitrosomonas, oxidando o NH_4^+ a NO_2^- . Deste modo, o solo conserva o nitrogênio amoniacal por mais tempo, enfraquecendo a lixiviação de nitrato e a desnitrificação.

Não obstante, o uso potencial dos fertilizantes de liberação lenta para aumentar a eficiência de aplicação de fertilizantes nitrogenados, o uso desses produtos é limitado pelo alto custo em comparação com a dos fertilizantes tradicionais. A ureia recoberta com S, provavelmente é o produto com menor referencial de preço, como já foi dito, tem o preço de N em torno do dobro da ureia comum (Cantarella, 2007).

2.5 Dosagem e épocas de aplicação de N

Uma alternativa para o aumento da produtividade do trigo é a aplicação de nitrogênio em cobertura, pois os genótipos dessa cultura apresentam variabilidade nas respostas à aplicação do elemento, isto possibilitará o fornecimento do nitrogênio no momento de maior consumo pela planta, alterando o rendimento de grãos (Freitas et al., 1995). É fundamental que o N seja aplicado na época ideal para haver a incrementação a produtividade de grãos, pois aplicações muito precoces ou muito tardias podem ser pouco aproveitadas pelas plantas (Silva et al., 2005). Portanto, é importante conhecê-los para adotar o manejo mais adequado. Quando feita a aplicação de nitrogênio no momento adequado, isso pode acarretar o aumento da eficiência de uso do nitrogênio pelo trigo, incrementando o número de grãos por espiga e o número de espigas por área (Mahler et al., 1994).

O estágio de crescimento e desenvolvimento da planta são de extrema importância para definir a época correta de aplicação do nitrogênio (Mundstock, 1999). Ainda de

acordo com o autor, a adubação nitrogenada de forma parcelada influencia em uma maior eficiência na assimilação do nutriente pelo trigo, diminuindo assim as perdas por lixiviação em anos chuvosos e por volatilização em anos secos.

Em geral, tem-se que a principal perda de N ocorre por lixiviação, e para evitá-la é recomendado ser realizado o parcelamento do nutriente, em cobertura, após a emergência das plantas (Reichardt et al., 1982). Porém, Yamada e Abdalla (2000) relatam, que na lixiviação ocorre uma perda muito pequena de nitrogênio.

Ramos (1973), relata que o nitrogênio deve estar disponível no estágio de perfilhamento, período no qual ele é muito importante na determinação do número de perfilhos por planta, espigas por planta e de grãos por espiga de trigo.

Ros et al. (2003) ao avaliar a disponibilidade de N e produtividade de trigo submetido a diferentes métodos de adubação nitrogenada em plantio direto, verificaram que a aplicação de N total na semeadura ou em cobertura, não se diferenciaram em questão de produtividade de grãos, considerando a mesma dose. Entretanto, a antecipação da adubação nitrogenada em uma única dose pode não possibilitar uma disponibilidade adequada de N no solo, pois em anos com excesso de chuva o comportamento pode ser diferente.

Bredemier e Mundstock (2001), ao caracterizarem o período do desenvolvimento crítico para suplementação de N em cobertura em dois cultivares de trigo e os componentes de produção de grãos, evidenciaram que no tratamento em que foi aplicado o nitrogênio no início do ciclo (emissão da terceira folha) estimulou as plantas a aumentarem o número de espiguetas e conseqüentemente o número de grãos por espigas. Já o tratamento em que o nitrogênio foi aplicado mais tardiamente (emissão da sétima folha) estimulou a sobrevivência de maior número de colmos, decorrendo disto o aumento de grãos por área.

Os autores Basso e Ceretta (2000), relatam que no sistema de plantio direto, a aplicação de nitrogênio em pré-semeadura do milho pode ser uma alternativa eficiente, desde que o período de cultivo do milho não seja caracterizado pela ocorrência de chuvas intensas e frequentes. Por conseqüência, devido à incerteza na precipitação pluvial, a aplicação de nitrogênio em uma única época, na pré-semeadura ou na semeadura, pode acabar acarretando o comprometimento da produtividade devido à perda de nitrogênio por lixiviação de nitrato (Ros et al., 2003).

3 METODOLOGIA

Local experimental e implantação da cultura

O experimento foi instalado na Fazenda Horizonte, no município de Campanha-MG nas coordenadas geográficas latitude 21.77° 94' 02" S e longitude 45.36°29' 94" W com altitude de 824 metros e foi conduzido no período de maio a agosto de 2023 (Clima tempo, 2023).

Antes da instalação do experimento foram coletadas na área experimental amostras de solo nas camadas de 0-20 cm, com a finalidade de caracterizar a fertilidade do solo. Após a análise, foram revelados os valores apresentados no Tabela 1.

Tabela 1. Análise química do solo 0-20 cm, da área experimental. Campanha, MG, 2023.

pH (H ₂ O)	P (mg/dm ³)	K	Ca	Mg Al (T)			SB	V %	M.O	CTC
				(cmolc/dm ³)					(dag/kg)	(mmolc/dm ³)
5,5	184	2,9	98,1	17, 3	0,0	118	118	80,3 %	19,36	147,3

Fonte: autor.

O plantio do trigo foi realizado direto sobre a palha de milho da safra verão 22/23, sendo plantado 170 Kg/ha de sementes de trigo Aton sementeira estrela. Antes do plantio foi feita a passagem do rolo faca sobre a palhada de milho.

Os tratamentos avaliados no experimento foram duas diferentes fontes de adubação nitrogenada no cultivo de trigo e a testemunha onde não houve adubação na cultura.

Os tratamentos do experimento foram: (T1) – Testemunha - Não foi realizada adubação; (T2) – Adubação com nitrato - Dose (150g/ parcela); (T3) – Adubação com Mol Top (ureia complexada) – Dose (150 ml / parcela). A dose da ureia complexada foi referente a recomendação do fabricante, já o nitrato foi a dose usada com frequência na região.

Foi realizada apenas uma aplicação dos tratamentos, e ela ocorreu no dia 20 de maio de 2023. O nitrato foi aplicado manualmente e a uréia complexada foi aplicada através de pulverizador costal.

O delineamento experimental utilizado foi em DBC (Delineamento em blocos casualizados) com 3 (três) tratamentos e 8 (oito) repetições, totalizando-se 24 parcelas.

Cada parcela foi composta por 12 plantas e 10 m², sendo considerada a área útil as 8 plantas centrais e as duas plantas paralelas de cada extremidade foram consideradas as bordaduras. O experimento teve uma totalidade de 288 plantas.

Características avaliadas

As avaliações das características foram realizadas aos 100 dias após o a aplicação dos tratamentos foi realizada a avaliação da altura de planta (AP), sendo medida no estágio de maturação com o auxílio de uma trena, e foi definida como sendo à distância (cm) do nível do solo ao ápice das espigas, excluindo-se as aristas, peso de mil grãos (PMG) em (g) – sendo medido com o uso da balança de precisão. Já a produtividade (PD) foi obtida a partir da maturação fisiológica da cultura, através da colheita e pesagem de cada parcela separadamente.

As características avaliadas foram submetidas à análise de variância e as médias quando significativas foram comparadas pelo teste de média Scott Knott a 5% de probabilidade por meio do software estatístico SISVAR® (Ferreira, 2011).

4 RESULTADOS E ANALISES

Após a análise dos dados pela ANOVA, foi possível observar que houve significância para todas as características analisadas no experimento (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da ANOVA para altura de planta (AP), peso de mil grãos (PMG) e produtividade (PR), de trigo submetido a diferentes fontes de N na adubação nitrogenada. Campanha, MG, 2023.

FV	GL	Pr>Fc (AP)	Pr>Fc (PMG)	Pr>Fc (PR)
TRAT	2	0,0000**	0,0000*	0,0028**
REP	7	0,0314	0,8564	0,4332
Erro	14			
Total	23			
CV (%) =		3,34	2,82	10,03
Média geral:		0,78	32,54	2,98

*Significativo a 5% de probabilidade; ** Significativo a 1% de probabilidade

Em relação à altura de plantas de trigo (Tabela 3) observou-se que os tratamentos T2 e T3 foram os que proporcionaram as maiores médias para esse parâmetro avaliado, sendo que as mesma não se diferenciaram estatisticamente entre si, devido ao alto índice pluviométrico durante o inverno, porém esses tratamentos diferenciaram-se estatisticamente da testemunha em que as plantas de trigo não receberam adubação nitrogenada. A testemunha, foi o tratamento que proporcionou a menor média para a altura de plantas de trigo. Esses resultados podem ser explicados pelo fato de que o N é

um dos nutrientes mais requeridos pelas gramíneas e a sua função na planta de trigo esta ligado diretamente a fotossíntese e a formação da proteína do grão, atuando no crescimento e desenvolvimento da planta. Além disso, normalmente, o nitrogênio é um nutriente suprido em quantidade insuficiente pelo solo, em especial para gramíneas de alta produtividade, como o trigo, e em razão disso, devem ser utilizadas fontes adicionais do nutriente no solo, em preferência de liberação lenta, a fim de diminuir as perdas do nutriente por lixiviação, volatilização.

Tabela 3. Resultados médios para altura de planta (AP) em m., peso de mil grãos (PMG), produtividade (PR) em ton. de grãos trigo submetido a diferentes fontes de N na adubação. Campanha, MG, 2023.

TRATAMENTOS	AP (m)	PMG (g)	PR (Ton)
T1- Testemunha	0,72 b	30,25 b	2,70 b
T2 – Nitrato	0,81 a	33,50 a	3,22 a
T3 – Uréia Complexada	0,82 a	33,87 a	3,33 a
CV (%) =	3,34	2,82	10,02

*Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-knott a 5% de significância.

De acordo com Taiz e Zeiger (2009), o nitrogênio desempenha no milho e em outras culturas um importante papel estrutural no metabolismo vegetal, constituindo muitos componentes da célula, como aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos, coenzimas e pigmentos, além de influenciar no desenvolvimento da planta.

Segundo Jorge (1983), quando ocorre a deficiência de N na planta de trigo, esta acaba se manifestando principalmente o sintoma de redução do desenvolvimento vegetativo da planta, causando clorose nas folhas, provocando o raquitismo da planta e a redução no diâmetro do colmo.

De acordo com Nunes et al. (2011) a maior disponibilidade de N no início do cultivo do trigo ou aplicações de doses elevadas durante o cultivo fazem com que as plantas atinjam maiores alturas.

Em relação ao peso de mil grãos e a produtividade de trigo (Tabela 3), podemos observar que os tratamentos T2 e T3 onde foi realizado a adubação nitrogenada nas plantas de trigo foram os tratamentos que proporcionaram as maiores média para essas características avaliadas, sendo que esses dois tratamentos não se diferenciaram estatisticamente entre si, porem diferenciaram-se estatisticamente da testemunha, em que

as plantas de trigo não receberam adubação nitrogenada. Essa igualdade entre os tratamentos que utilizaram nitrogênio não se diferenciou pelo fato de que, durante o inverno (época do experimento) ocorreu um alto índice pluviométrico e por isso o adubo convencional se equiparou ao tratamento que se utilizou a ureia de liberação controlada. Já em relação a testemunha, foi o tratamento que proporcionou as menores médias para o peso de mil grãos e a produtividade do trigo. E esses resultados podem ser explicados pelo fato de que o nitrogênio tem estreita relação com o potencial produtivo do trigo, influenciando no enchimento de grãos e conseqüentemente no aumento da sua densidade e produtividade. Vale salientar que o nitrogênio é o nutriente extraído em maior quantidade pela planta, causando grande influência na produtividade de grãos, porém como dito anteriormente o nitrogênio acaba se perdendo com facilidade por lixiviação e volatilização.

De acordo com Godim (2006), o peso de mil grãos, é uma das variáveis que apresenta maior correlação positiva com a produtividade do trigo juntamente com o número de grãos por espiga.

De acordo com Mansour e El-Maksoud (2009) e Chaves et al. (2013), o nitrogênio, possui a capacidade de influenciar na produtividade de grãos, e essa capacidade, pode estar associada ao efeito causado na altura da planta, na altura de inserção da espiga e na massa de 1000 grãos.

Resultados diferentes foram encontrados por Frizzone et al. (1996) que constataram em um de seus experimentos, que o suprimento de nitrogênio pouco contribuiu para o aumento do peso de mil grãos de trigo.

O nitrogênio tem grande importância para a cultura do trigo devido a sua participação na constituição de substâncias determinantes da qualidade e no desenvolvimento de funções metabólicas essenciais, tais como a síntese proteica (Vieira et al. 1995), proporcionando assim, melhor desenvolvimento e produtividade do trigo.

O uso eficiente do nitrogênio, além de aumentar produtividade e a qualidade dos grãos colhidos, também reduz os custos de produção e os impactos sobre o sistema produtivo (Pires et al., 2011).

De acordo com Bredemeier e Mundstock (2001), o nitrogênio deve estar disponível para as plantas nos períodos de maior requerimento, sendo eles da emergência até a sétima folha, importantes para definição do número de perfilhos e de espiguetas por espiga, já na sétima folha é crítico a necessidade para a fixação dos perfilhos que irão sobreviver e originar espigas, outros autores citam que aplicações mais tardias como no florescimento da cultura propiciam maior peso de mil grãos (Begnini, 2018).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados obtidos, foi possível observar que para a altura, peso de mil grãos e produtividade das plantas de trigo no sistema de cultivo de plantio direto a aplicação do N independente da fonte utilizada proporcionou os melhores resultados para essas características.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, W K; GARLINGE, J R. **The Wheat book: Principles and Practice.** Department of Agriculture and Food, Western Australia, Perth. Bulletin 4443. 2000.
- AUSTRÁLIA. Australian Government. Department Of Health and Ageing Office of The Gene Technology Regulator. **The Biology of Triticum aestivum L. em Thell.** (Bread Wheat). Canberra, 2008. 49 p. Disponível em: <https://textarchive.ru/c-2606681.html>. Acesso em: 06 mar. 2023.
- BASTOS, E. A. *et al.* Doses e formas de parcelamento de nitrogênio para a produção de milho sob plantio direto. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 39, n. 02, p. 275-280, 2008.
- BAUMGRATZ, E. I.; MERA, C. M.P; FIORIN, J.E.; CASTRO, N. L. M.; CASTRO, R. Produção de trigo, decisão por análise econômico-financeira. *Revista de Política Agrícola*, v. 26, n. 3, p. 8-21, 2017.
- 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*, Viçosa, v.24, n.4, p.905-915, 2000.
- BYRNES, B. H. Liquid fertilizers and nitrogen solutions. In: INTERNATIONAL FERTILIZER DEVELOPMENT CENTER. **Fertilizer manual.** Alabama: Kluwer Academic, p. 20-44, 2000.
- BORÉM, A.; SCHEEREN., P. L. **Trigo: do plantio a colheita.** Viçosa: UFV, 2015. 260 p.
- BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Estádios fenológicos do trigo para a adubação nitrogenada em cobertura. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v.25, p.317-323, 2001.
- CABEZAS, W.A.R. L., KORNDORFER, G.H. e MOTTA, S. A. Volatilização de N-NH₃ na cultura de milho: II. avaliação de fontes sólidas e fluidas em sistema de plantio direto e convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo [online]**. 1997, v. 21, n. 3 Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-06831997000300019>>. Epub 08 Out 2014. ISSN 1806-9657. <<https://doi.org/10.1590/S0100-06831997000300019>> Acesso em 24 mar. 2023.
- CAMPOS, L. A. C.; DOTTO, S. R.; BRUNETTA, D. **Informações técnicas das comissões centro-sul brasileira de pesquisa de trigo e de triticale para a safra de 2004.** Londrina: Embrapa, p.214, 2004.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: BÜLL, L.T.; CANTARELLA, H. (Ed.) **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Potafós, p.166, 1993.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZU, V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARATTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Eds). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.375-470, 2007.

CANTARELLA, H.; MARCELINO, R. Fontes alternativas de nitrogênio para a cultura do milho. In: FANCELLI, A. L. (Org.). **Milho: Nutrição e adubação**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários 'Luíz de Queiroz' p.36-55, 2008.

CLIMA TEMPO, 2023. Dados de Campanha, Mg. Disponível em: <https://www.climatempo.com.br/previsao-do-tempo/15-dias/cidade/3631/campanha-mg> Acesso em: 09 dez. 2023.

COELHO, J. D. **Trigo: produção e mercado**. **Caderno Setorial ETENE**, Fortaleza, v. 151, p. 1-9, jan. 2021.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Série Histórica das Safras**. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras> >. Acesso em: 10 maio 2023.

FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B.; CUTRIM, V. A. Produtividade de arroz irrigado e eficiência de uso do nitrogênio influenciadas pela fertilização nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 07, p. 1029-1034, 2007.

FANCELLI, A. L. Milho. In: PROCHNOW, L.I.; CASARIN, V.; STIPP (Eds.). **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes: culturas**, INPI-Brasil, v.3., 2010. p. 43-93.

FREITAS, J. G.; CAMARGO, C. E. O.; FERREIRA FILHO, A. W. P.; CASTRO, J. L. **Eficiência e resposta de genótipos de trigo ao nitrogênio**. Revista Brasileira de Ciências do Solo, Campinas, v.19, p. 229-234, 1995.

FRIZZONE, J. A.; MELLO JÚNIOR, A. V.; FOLEGATTI, M. V.; BOTREL, T. A. Efeito de diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada sobre componentes de produtividade da cultura do trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.6, p.425-434, 1996.

HAUCK, R.D. & KOSHINO, M. Slow release and amended fertilizers. In: OLSON, R. A., ed. **Fertilizer technology and use**. 2.ed. Madilson, Soil Science Society of America, v.971. p.455-495, 1971.

LOPES, A. S. et al. **Sistema plantio direto**. Bases para o manejo da fertilidade do solo. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos, p.115, 2004.

MEGDA, M. M.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; VIEIRA, M. X. Resposta de cultivares de trigo ao nitrogênio em relação às fontes e épocas de aplicação sob plantio direto e irrigação por aspersão. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, p.1055-1060, 2009.

MAHLER, R. L. et al. Soils. Nitrogen source, timing of application, and placement: effects on winter wheat production. **Agronomy Journal**, Madison, v.86, n.3, p.637-642, 1994.

MENEGHIN, M. F. S.; RAMOS, M. L. G.; OLIVEIRA, S. A. DE; RIBEIRO JÚNIOR, W. Q.; AMABILE, R. F. Avaliação da disponibilidade de nitrogênio no solo para o trigo

em latossolo vermelho do Distrito Federal. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.32, p.1941-1948, 2008.

MORI, C.; ANTUNES, J. M.; FAÉ, G. S.; ACOSTA, A. da S. **Trigo- O produtor pergunta, a Embrapa responde:** coleção 500 perguntas e 500 respostas. Brasília: Embrapa, p.314, 2016.

MUNDSTOCK, C. M. Planejamento e manejo integrado da lavoura de trigo. Porto Alegre: Editora do Autor, 1999. 228p.

NAZ, Y. M.; SULAIMAN, S. A. Slow release coating remedy for nitrogen loss from conventional urea: a review. **Journal of Controlled Release**, Amsterdam, v.225, p.109-120, 2016.

PÖTTKER, D.; ROMAN, E. S. Efeito do nitrogênio em trigo cultivado após diferentes sucessões de culturas. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.33, p.501-507, 1998.

PIRES, J. L. F. et al. Integração de práticas de manejo no sistema de produção de trigo. In: PIRES, J.L.F; VARGAS, L.; CUNHA, G.R da. **Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável.** Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo. p.77-114, 2011.

RAMOS, M. Efeitos do nitrogênio e fósforo sobre características agronômicas da variedade de trigo IAS 54 e suas relações com a produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 8, p.213-216, 1973.

RAIJ, B. Van. Nitrogênio. In: _____. **Fertilidade do solo e adubação.** Piracicaba – SP: Ceres, 1991. c. 9, p.163-179.

REICHARDT, K.; LIBARDI, P. L.; URQUIAGA, S. C. Fate of fertilizer nitrogen in soilplant systems with emphasis on the tropics. In: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (Ed.). **Agrochemicals: fate in food and the environment.** Viena, 1982. p.277-290.

ROS, C. O. da; SALET R. L.; PORN, R. L.; MACHADO, J. N. C. Disponibilidade de nitrogênio e produtividade de milho e trigo com diferentes métodos de adubação nitrogenada no sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.5, p.799-804, 2003.

SCHEEREN, P. L.; DE CASTRO, R. L.; CAIERAO, E. **Botânica, morfologia e descrição fenotípica.** Embrapa Trigo-Capítulo em livro científico (ALICE), p. 35-55. 2015.

SHAVIV, A. Controlled release fertilizers. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON ENHANCED-EFFICIENCY FERTILIZERS, Frankfurt, 2005. Proceedings. Paris, International Fertilizer Industry Association, CD-ROM, p.13, 2005.

SILVA, P. R. F. da et al. Grain yield and kernel protein content increases of maize hybrids with late nitrogen side-dresses. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.62, n.5, p.487-492, 2005.

TAVARES JÚNIOR, J.E.; DALTO, G. **Manejo eficiente da adubação nitrogenada.** Divulgação técnica, 22, n.165, jan/fev/mar. 2004. Disponível em:

<<http://www.manah.com.br/informativos.asp?idI=10>>. Acesso em: 30 fev. 2023

TRENKEL, M.E. Improving fertilizer use efficiency. Cotrolled-release and stabilized fertilizers in agriculture. Paris, Interntional Fertilizer Industry Association, p.151, 1997.

TEIXEIRA FILHO, M. C. M. T; 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, v.45, p.797-804, 2010.

USDA. United States Department of Agriculture. **World wheat and coarse grains: supply and demand.** Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/downloads>. 2021. Acesso em: 08 mar. 2023.

VIEIRA, M. I. O Trigo. Disponível em: <http://www.ruralnews.com.br/agricultura/graos/trigo.htm>. Acesso em: 08 mar. 2023.

VIEIRA, R. D.; FORNASIERI, D.; MINOHARA, L.; BERGAMASCHI, M. C. Efeito de doses e de épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na produção e na qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Científica Revista de Agronomia**, 23:257-263, 1995.

YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. Como melhorar a eficiência da adubação nitrogenada do milho? Informações Agronômicas, Piracicaba, n.91, p.1-5, set. 2000. (Informações Agronômicas, 91).

YANO, G. T.; TAKAHASHI, H. W.; WATANABE, T. S. Avaliação de fontes de nitrogênio e épocas de aplicação em cobertura para o cultivo do trigo. Semina: Ciências Agrárias, v.26, p.141-148, 2005.