

ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DA CULTURA DO TRIGO

Martios Ecco¹, Danilo Lulu Bedulli², Alleson Britti Lopes², Alfredo Richart¹, Pablo Kieling²

RESUMO – A deficiência de nitrogênio (N) em determinado estágio fenológico pode comprometer as variáveis de produção das plantas, sendo de suma importância obter o conhecimento do momento ideal para o fornecimento suplementar deste nutriente a planta. Objetivando detectar a influência do N aplicado em cobertura na cultura do trigo em diferentes estádios fenológicos, foi realizado um experimento na região oeste do Paraná, com a cultivar CD150 e adubação de base de 200 kg ha⁻¹ da formulação 10-15-15 de NPK. Como fonte de nitrogênio aplicado em cobertura nos diferentes tratamentos, foi utilizado o super N. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com 5 tratamentos e 4 repetições, sendo os diferentes estádios fenológicos; testemunha, início do afilhamento, metade do afilhamento, alongamento do colmo e emborrachamento. Todos os tratamentos foram submetidos à mesma dose de N (120 kg ha⁻¹). A aplicação de N em cobertura no estágio de alongamento de colmo proporcionou maior altura e diâmetro de colmo como já era esperado, pois neste período a planta de trigo exerce rápido alongamento dos entrenós do colmo. A aplicação na metade da fase de afilhamento permitiu uma maior diferenciação de espiguetas por espiga, entretanto, esta variável não foi suficiente para influenciar positivamente a produtividade final de grãos. Já as aplicações tardias como no emborrachamento, acarretou em maior qualidade de grão como o PH, pois possivelmente propiciou em maior síntese de substâncias proteicas aumentando o peso por volume, pois o N estava prontamente disponível no início do período de enchimento do grão. Atendendo o objetivo do trabalho, não foi possível detectar o estágio mais adequado para aplicação de N em cobertura para fins de produtividade devido possivelmente a questão hídrica da região. Entretanto, aplicações tardias como no emborrachamento, pode melhorar a qualidade do grão e a remuneração do produtor rural pelo produto entregue.

Palavras chave: nitrogênio, produtividade, qualidade, *Triticum aestivum*.

NITROGEN FODDER IN COVERAGE IN DIFFERENT PHENOLOGICAL STAGES OF WHEAT CULTURE

ABSTRACT – Nitrogen deficiency (N) in a certain phenological stage can compromise the production variables of the plants, being extremely important to obtain the knowledge of the ideal moment for the supplementary supply of this nutrient to the plant. The experiment was carried out in the western region of Paraná, Brazil, with cultivar CD150 and base fertilization of 200 kg ha⁻¹ of the formulation 10-15-15 of NPK. As a source of nitrogen applied in cover in the different treatments, the super N was used. The experimental design was randomized blocks with 5 treatments and 4 replicates, being the different phenological stages; witness, beginning of the finning, half of the finning, elongation of the stem and rubber. All treatments were submitted to the same dose of N (120 kg ha⁻¹). The application of N in cover at the stalk elongation stage provided higher height and stalk diameter as expected, because during this period the wheat plant exerts rapid elongation of the stem internodes. The application in the middle of the peeling phase allowed a greater differentiation of spikelets per spike, however, this variable was not enough to positively influence the final yield of grains. On the other hand, the late applications, such as rubber, resulted in a higher quality of grain as the PH, because possibly increased protein by weight, because N was readily available at the beginning of

¹ Eng^o-Agrônomo, Professor Doutor, Ciências Agrárias, PUCPR-Toledo, E-mails; ecco.martios@pucpr.br; alfredo.richart@pucpr.br

² Estudantes de agronomia, Campus Toledo, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Toledo-PR. E-mails: danilobedulli@hotmail.com; allesonbritti@hotmail.com; pkieling@hotmail.com



the grain filling period. In view of the objective of the study, it was not possible to detect the most appropriate stage for the application of N in coverage for productivity purposes, possibly due to the water issue in the region. However, late applications such as beeing can improve the quality of the grain and the remuneration of the rural producer for the product delivered.

Keywords: nitrogen, productivity, quality, Triticum aestivum.

INTRODUÇÃO

Foram semeados no Brasil 1.917,1 hectares (ha) de trigo, com uma produção de 5.185,5 mil toneladas de grãos (CONAB, 2017), sendo a região sul do Brasil responsável por aproximadamente 90% da produção nacional. Para essa produção, vários os elementos minerais são essenciais, destacando-se o nitrogênio (N), na qual há a necessidade de aproximadamente 28 kg de N a ser absorvido para produção de uma tonelada de grãos (Wendling et al., 2007).

O N é dos elementos mais limitantes nos solos, sendo requerido em maior quantidade pela planta, entretanto, seu manejo no solo é complexo devido a vários fatores que afetam a dinâmica do nitrogênio no solo (Prando et al., 2013). Na aplicação deste elemento, parte da quantidade aplicada é perdida por lixiviação devido à alta mobilidade deste elemento no solo e, parte pode ser perdida por volatilização principalmente em solos arenosos e de baixo teor de matéria orgânica (Adam & Alvarez, 2015; Cavalcante et al., 2016).

Este nutriente é constituinte de biomoléculas como o ATP, NADH, NADPH, clorofila, inúmeras enzimas e de proteínas, está última responsável por várias características de qualidade do grão como estabilidade, força de glúten e número de queda, além do PH (peso do hectolitro) (Pietro-Souza et al., 2013; Orso et al., 2014).

Dependendo da disponibilidade de água, do tipo de material orgânico presente, da dosagem e do grau de mineralização, o N pode não estar disponível para a cultura atual, acarretando em significativas perdas de produtividade principalmente em períodos de alta absorção do elemento (Bredemeier & Munstock, 2001).

Tradicionalmente, algumas culturas anuais recebem na semeadura apenas uma fração da dose total do N de que necessitam, o restante é aplicado em cobertura, e a lanço no estágio do afilhamento no caso da cultura do trigo (Teixeira Filho et al., 2010). Yano et al. (2005), apontam que da emergência até a emissão da sétima folha este é o período crítico para cultura do trigo, ou seja, é justamente nessa época que as plantas carecem da maior demanda de nitrogênio. Para Sangoi et al. (2008), este período se dá entre o início do afilhamento e o começo

do alongamento do colmo. Portanto, a aplicação de N em cobertura, disponibilizará este elemento no momento de maior necessidade pela planta, e dependendo do estágio de aplicação, poderá alterar positivamente o rendimento de grãos comparado a uma única aplicação na semeadura.

De acordo com Bredemeier & Mundstock (2001), pode haver aumento no número de grãos por espiga e do número de espigas por área quando aplicado no início do afilhamento. Quando aplicado inicialmente após a emergência até o início da diferenciação do primórdio floral, a deficiência de N pode reduzir a formação de espiguetas por espiga, principalmente na parte inferior da espiga. Uma vez diferenciada a espiguetas terminal (período final do afilhamento e início do alongamento do colmo), não há mais possibilidade de aumento no número de espiguetas. Contrariamente a muitos relatos que o N, não estimula o afilhamento e sim permite a maior sobrevivência de afilhos, mesmos os não férteis, ou seja, que não produzirão espigas, por permite maior formação de reservas que poderão ser destinados para auxiliar os afilhos férteis na formação dos grãos das espiguetas da espiga.

Aplicações consideradas tardias podem ter ainda grande contribuição na produtividade e na qualidade do trigo. Quando o N aplicado no período de alongamento do colmo, este nutriente pode aumentar a longevidade foliar incrementando as taxas fotossintéticas da planta, permitindo um maior crescimento e desenvolvimento da espiga e permitindo maior disponibilidade de reservas para o enchimento dos grãos nas espiguetas. Aplicações ainda mais tardias próximas ao estágio de emborrachamento (bainha da folha bandeira entumescida) poderá haver incrementos dos teores de nutriente, aumentando assim a produção de aminoácido e conseqüentemente de proteínas, resultando em maior PH (Peso do hectolitro), principal variável utilizada na classificação da qualidade do trigo entregue pelo produtor rural.

A aplicação de N em cobertura, nos estados da região sul do Brasil geralmente é realizado na fase de afilhamento, que corresponde entre 30 a 45 dias após a emergência (Bredemeier & Mundstock, 2001). Esta fase se caracteriza pelo aparecimento do primeiro afilho quando a planta está emitindo a 4ª folha e se estende até

o aparecimento da 8ª a 9ª folha quando começa a haver o crescimento dos entrenós do caule e torna-se possível a visualização do 1º entrenó, fase está denominada de alongamento do colmo, na qual inicia-se a fase reprodutiva do trigo e fim do vegetativo.

Visto a importância da aplicação deste nutriente em cobertura, o trabalho objetivou definir por meio da mesma dose de nitrogênio, qual o melhor estágio fenológico a ser aplicado, avaliando diferentes variáveis de produção que compreendem a produtividade da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

A condução do trabalho se deu na área experimental no *campus* da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), no município de Toledo PR, a uma altitude média de 560 metros. De acordo com Koppen, o clima da região é do tipo Cfa, subtropical tendo chuvas bem distribuídas durante o ano e verões quentes. O experimento foi instalado em uma área de sistema de semeadura direta, onde se apresenta sucessão de culturas, com precipitações médias anuais de aproximadamente 1800 mm e temperaturas médias anuais de 19 °C (Tabela 1).

Tabela 1 - Precipitação pluviométrica e temperatura média durante todo o ciclo da cultura do trigo

Ano/mês	Precipitação (mm)	Temperatura (°C)
2015/04	166	22,1
2015/05	296	18,7
2015/06	125	18,5
2015/07	502	17,1
2015/08	71	21,8

Fonte: Estação Meteorológica PUCPR, Toledo, PR, (2016).

A área do experimento possui um solo de textura argilosa e de média a alta fertilidade, sendo classificado como Latossolo Vermelho distroférico (Embrapa, 2013), sendo, a soja, a cultura antecedente ao experimento. Foi realizado uma análise química por meio de amostragens de solo na profundidade de 0-20 cm, e a análise procedida conforme a metodologia de Raij et al. (2001) na qual apresentaram os seguintes resultados: pH (CaCl₂) 6,0; MO; 36,12 g kg⁻¹; 3,42 cmol_c dm⁻³ de H⁺ + Al³⁺; 7,44 cmol_c dm⁻³ de Ca²⁺; 3,32 cmol_c dm⁻³ de Mg²⁺; 0,58 cmol_c dm⁻³ de K⁺; 22,69 mg dm⁻³ de P (Mehlich 1); e 76,83% de saturação por bases.

Utilizou-se neste trabalho a variedade CD 150 da Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola (Coodec, 2014) que é de ciclo precoce, ideal para a região, por ser considerada uma planta medianamente baixa e de boa comercialização. Tem um ciclo médio até o espigamento pleno de 68 dias e maturação plena de 120 dias e apresenta boa resistência a algumas doenças.

Com base no teor de matéria orgânica foram submetidas à mesma dose de N na qual utilizou-se uma dose igual a 120 kg ha⁻¹ aplicadas em cobertura. A fonte de nitrogênio utilizada foi o Super N, possuindo 45% de nitrogênio. As distribuições dos cinco tratamentos com seus respectivos estádios fenológicos foram distribuídas da seguinte forma: 1 – Testemunha (sem N em cobertura); 2 – Início do afilhamento (primeiro afilho – estágio E2); 3 – Metade do afilhamento (alongamento da bainha foliar – E4); 4 – Alongamento do colmo (primeiro nó visível – E6) e 5 – Emborrachamento (bainha da folha bandeira intumescida – E10). Os estádios utilizados e designados pela letra E, segue a escala de Feekes modificado por Large (1954). Os 5 tratamentos foram repetidos 4 vezes, totalizando 20 parcelas experimentais.

A cultura do trigo foi semeada no dia 01 de abril de 2015 de forma mecanizada sob sistema semeadura direta, em área anteriormente ocupada com a cultura da soja, que foi dessecada com o uso do herbicida glyphosate (1,5 L ha⁻¹ do i.a.). Foi utilizado uma semeadora de fluxo contínuo de 17 linhas com espaçamento de 0,15 m entre linhas, com uma profundidade de 0,04 m e 400 sementes aptas m².

Foi feita a adubação total na época da semeadura, com fósforo (P) e potássio (K), e o nitrogênio (N) aplicado em parcelas, sendo uma dose na semeadura e o restante nos tratamentos em cobertura. A dose utilizada de adubação NPK na semeadura foi de 200 kg ha⁻¹ da formulação 10-15-15, suprindo assim as necessidades de nutrientes.

O controle de pragas e doenças foi realizada uma aplicação de inseticida (Benzoilureia) e (Tiametoxam) e de fungicida (Epoconazol + Piraclostrobina), no estágio de emborrachamento. As aplicações foram realizadas com um pulverizador costal elétrico (Yamaha FT-16 - 16 L), com um volume de calda de 200 L ha⁻¹.

A colheita foi realizada no dia 12 de agosto de 2015, manualmente, sendo usado um cutelo para cortar as plantas. A cultura foi amontoada para a realização da trilha em uma trilhadora estacionária motorizada.

Foi utilizada para obter a produtividade, para cada parcela, uma área útil de 4,05 m². Após a trilhagem, os



grãos foram coletados e pesados, para assim obter o teor de umidade e impureza, realizando os descontos necessários a partir dos valores obtidos, convertendo-os para kg ha⁻¹ realizando regra de três e se obtendo a produtividade por hectare.

Para a mensuração das variáveis biométricas, foram selecionadas 10 plantas aleatoriamente. Foi utilizada uma trena graduada para fazer a medição da altura das plantas, tendo como distância (cm) da área do como da planta até seu ponto mais alto. O diâmetro do colmo foi medido com um paquímetro na sua base, 5 cm acima do solo e o diâmetro de espiga foi mensurado com um paquímetro na parte mediana da espiga. Já o comprimento da espiga, fez-se a medição por meio de uma fita métrica graduada, da sua base até seu ápice. Para análise do número de espiguetas por espiga, foram utilizadas as mesmas espigas da avaliação. A contagem foi realizada a partir da quantidade de espiguetas presentes em cada espiga, manualmente, contabilizando as médias de cada parcela dentro de sua área útil.

Para massa de mil grãos realizou-se a pesagem das parcelas em balança de precisão com umidade ajustada a 13%, conforme metodologia descrita por Brasil (2009). Foi retirada amostra dos grãos colhidos de cada tratamento sendo as mesmas pesadas na cooperativa AGROPAR, para detector o peso hectolitro (PH) correspondente à massa de grãos ocupada em um volume de 100 L, determinada em balança de 0,25 L, com teor de água dos grãos corrigidos para 13% (base úmida). É importante a realização desta avaliação, pois serve como parâmetro para a comercialização de grãos, uma vez que, na prática, paga-se menos ao produtor, quando a massa hectolétrica se apresenta abaixo de 78 kg 100L⁻¹.

O índice de produtividade foi determinado pela coleta das plantas dentro da área útil, utilizando-se 13 linhas centrais e sendo descartadas 2 linhas de ambos os lados da parcela e 1,0 m das pontas. Os grãos, após serem trilhados mecanicamente, foram pesados em balança analítica e os resultados obtidos foram transformados em kg ha⁻¹.

Os resultados das variáveis de produção foram tabulados e submetidos à análise de variância em função do nível de 5% de significância pelo teste de F, e as médias, quando significativas, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o *software* SISVAR 5.4 - Sistema para análise de variância (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela análise de variância, observou-se diferenças significativas pelo teste F a 5% de probabilidade quando

avaliadas as variáveis diâmetro de colmo e altura de plantas de trigo (Tabela 2).

Tabela 2 - Comparação de médias, média geral, valores de F e coeficiente de variação (CV) para as variáveis; diâmetro de colmo, altura de plantas, e diâmetro de espiga submetido a diferentes épocas de aplicação de Nitrogênio (N), cultivada em Toledo – PR, Campo Experimental da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, safra 2015

Tratamentos	Diâmetro de colmo (mm)	Altura de plantas (cm)	Diâmetro de espiga (mm)
Testemunha	4,000 ab	79,175 bc	8,425
Início do afilhamento	3,975ab	76,800 c	8,400
Metade do afilhamento	3,975ab	78,525 bc	8,300
Alongamento	4,300 a	86,400 a	8,800
Emborrachamento	3,800 b	82,600 ab	8,450
Valor de F	3,526*	10,675*	0,838 ^{ns}
Média geral	4,010	80,700	8,4750
CV (%)	4,80	2,90	4,91

Fonte: o autor, 2017.

Nota: ^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; *: significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra não diferenciam estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A aplicação de nitrogênio tem grande influência nos rendimentos das culturas de inverno, porém, a época em que se é realizada a aplicação, determina qual componente vai se refletir o aumento da produção de grãos (Mundstock, 2005).

A aplicação na fase do emborrachamento apresentou um menor diâmetro do colmo comparado quando aplicado no estágio do alongamento, justamente pela a planta estar neste estágio realizando a alongação do pedúnculo e exposição da panícula, tendo suas reservas translocadas e utilizadas para a formação da mesma (Costa et al., 2013).

Resultado similar foi obtido para variável altura de planta, em que quando aplicado o N no estágio inicial de alongamento proporcionou em maior altura, principalmente quando comparado a aplicação no início do afilhamento.

Estes resultados para ambas variáveis já eram esperados, pois no estágio inicial de alongamento está ocorrendo o crescimento dos entrenós, portanto, o bom suprimento de N neste estágio, por resultar em maior altura e diâmetro de colmo pelo acúmulo de fotoassimilados devido possivelmente a maior formação de tecido fotossintetizante.

Para diâmetro de espigas (mm), não houve diferenças significativas entre as diferentes épocas de aplicação. A espiga começa a ser formada na fase final do afilhamento e início do alongamento, entretanto, mesmo havendo aplicação de N neste período, não houve resposta nesta variável, podendo inferir que possivelmente se trata de uma característica genética do cultivar, assim como para seu comprimento. Neste período ocorre o desenvolvimento da espiga e formação dos primórdios florais, simultaneamente com a alongação dos entrenós, assumindo um porte de planta ereto (Pires et al., 2011).

A maior parte da absorção de N ocorre pela planta de trigo entre o alongamento e o espigamento, no qual atinge o acúmulo máximo na antese. De acordo com Pires et al. (2011), a época mais apropriada para a aplicação de nitrogênio em cobertura é nos estádios que precedem o período de maior demanda, ou seja, durante o afilhamento e alongamento do colmo, sendo que nesta fase se inicia o período de maior taxa de crescimento da planta e de acúmulo de N.

Bredemeier & Mundstock (2001) afirmam que a determinação da época de aplicação quando recomendada adubação nitrogenada deve ser baseada nos estádios fenológicos do colmo principal, propiciando melhor precisão do momento de aplicação. Ainda ressaltam, que a recomendação de aplicação de N em cobertura no período de afilhamento é muito variável, dependendo de condições do ambiente, manejo e de cultivar, se tornando pouco precisa.

Para números de espiguetas, a análise de variância revelou diferenças significativas ($P < 0,05$) em função da aplicação de N em cobertura em diferentes estádios, tendo a aplicação na metade do afilhamento com maior número de espiguetas, em relação ao tratamento que não recebeu nitrogênio em cobertura (Tabela 3). Diferentemente ocorreu para comprimento de espiga, tendo não influenciado na variável os diferentes estádios de aplicação do N, sendo todos semelhantes entre si.

A demanda da planta por N nos estágios iniciais é intensificada, principalmente após a emergência da plântula até o aparecimento da sétima folha (E6) (Yano et al., 2005). Sendo também importante para complementar a formação de espiguetas e grãos por espiga (Bredemeier & Mundstock, 2001; Alves et al., 2017).

Tabela 3 - Comparação de médias, média geral, valores de F e coeficiente de variação (CV) para as variáveis; número de espiguetas e comprimento de espiga submetido a diferentes épocas de aplicação de Nitrogênio (N), cultivada em Toledo – PR, Campo Experimental da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, safra 2015

Tratamentos	Nº de Espiguetas	Comprimento de espiga (cm)
Testemunha	20,4500 b	8,1750
Início do afilhamento	21,3000 ab	8,0750
Metade do afilhamento	22,8750 a	8,7000
Alongamento	21,7750 ab	8,9250
Embarrachamento	21,000 ab	8,3250
Valor de F	2,969*	3,392 ^{ns}
Média geral	21,48	8,44
CV (%)	4,95	4,64

Fonte: o autor, 2017.

Nota: ^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; *: significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra não diferenciam estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

O potencial produtivo do trigo se dá antes do alongamento, onde se define o potencial de espiguetas por espiga. Esta variável começa a ser formada no período final do afilhamento com a formação do duplo anel (fim da fase vegetativa do trigo – iniciação floral) em que o primórdio diferencia as espiguetas da espiga até a última espiguetas terminal, caracterizando o estágio de espiguetas terminal (fase reprodutiva). Neste estágio todas as espiguetas já iniciaram seu desenvolvimento definindo assim o potencial de espiguetas por espiga e o colmo começa seu alongamento de forma visível com o primeiro nó fora da bainha foliar (Pires et al., 2011). Portanto, para esta variável é de fundamental importância que a aplicação de N seja feita antes do alongamento, mais precisamente conforme o resultado deste trabalho no estágio E4 (metade do afilhamento), permitindo assim maior número de espiguetas, taxa de fecundação, resultando, portanto, em acréscimo de número de grãos.

Benett et al. (2011), observaram resultados opostos ao avaliarem diferentes épocas de aplicação de N em cobertura não obtendo diferenças significativas para número de espiguetas por espigas. Dados obtidos por



Trindade et al. (2006), mostrou que utilização de nitrogênio na cultura do trigo incrementa a redução do abortamento de afilhos e aumenta não só o número de grãos por espiga, mas também, o número de grãos por unidade de área, aumentando consequentemente a produtividade (Martini Junior et al., 2011). Isto se dá como já dito anteriormente, pela maior disponibilidade de reservas nos afilhos não férteis, atuando como fonte aos perfilhos férteis, ou seja, que formaram espiga, espiguetas e grãos.

O fornecimento de nitrogênio às plantas de trigo é imprescindível nos períodos em que o potencial de produção de grãos está sendo estabelecida (Braz et al., 2006), pois o número de espiguetas por espiga sofre forte influência pela variação do momento em que se fornece o N, em que a deficiência deste nutriente reduz a sua formação.

Durante o afilhamento, o componente primário determinante da produção de grãos em trigo é o número de afilhos por planta, variável esta não contabilizada neste trabalho. Ao haver a perda desse potencial limita-se a capacidade de drenos e, consequentemente, há a redução de produção e grãos (Pires et al., 2011).

A aplicação de nitrogênio na fase de afilhamento se torna positiva favorecendo um maior crescimento de folhas e afilhos, levando em consideração que a taxa de emergência de folhas também é importante para a produção, dando início a afilhos, que, se formados precocemente, possuem maior chance de produzir espigas (Freitas et al., 2013).

Ao avaliar produtividade e massa de mil grãos, a análise de variância não demonstrou diferenças estatísticas ($P < 0,05$), quando a cultura do trigo cultivada sob efeito de nitrogênio em distintas fases de seu desenvolvimento, entretanto, quando avaliado o peso hectolitrico (PH), pela análise de variância pode-se inferir que houve diferenças significativas ($P < 0,05$), tendo as aplicações nas fases de alongamento e emborrachamento se destacado das demais (Tabela 4).

De acordo com Stefen et al. (2014), a massa de mil grãos e a produtividade normalmente estão associadas a uma disponibilidade maior de N durante a fase de floração e início do enchimento de grãos. Entretanto, mesmo a aplicação na metade do afilhamento ter possibilitado um maior número de espiguetas (Tabela 3), na qual poderia resultar em acréscimo de produtividade, isto não foi observado (Tabela 4). Este resultado pode ter sido influenciado pelas altas precipitações, principalmente no mês de julho em que possivelmente interferiu no enchimento das espiguetas devido à alta nebulosidade durante este mês. Ainda, mesmo que não distintas estatisticamente estas duas

variáveis, quando aplicado no alongamento, a adubação nitrogenada proporcionou maiores valores de produtividade e massa de mil grãos.

Tabela 4 - Comparação de médias, média geral, valores de F e coeficiente de variação (CV) para as variáveis; produtividade, massa de mil grãos e PH submetido a diferentes épocas de aplicação de Nitrogênio (N), cultivada em Toledo – PR, Campo Experimental da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, safra 2015.

Tratamentos	Produtividade (Kg ha ⁻¹)	Massa de mil grãos (g)	PH
Testemunha	1967,9	26,9	75,75 b
Início do afilhamento	2247,5	26,0	75,25 b
Metade do afilhamento	1895,1	25,4	75,75 b
Alongamento	2675,9	27,2	79,00 a
Emborrachamento	2208,0	25,8	79,25 a
Valor de F	2,772 ^{ns}	0,747 ^{ns}	27,727*
Média geral	2198,89	26,25	77,00
CV (%)	16,74	6,75	0,96

Fonte: o autor, 2017.

Nota: ^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; *; significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra não diferenciam estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A produtividade da cultura do trigo depende de uma boa condição hídrica do momento da formação dos órgãos reprodutivos e na floração, caso contrário, pode vir a ocorrer à redução do número de grãos por espiga e o rendimento da cultura, entretanto, quando as condições forem ideais, há a possibilidade de uma melhor eficiência da adubação pelo ajuste correto no momento da aplicação (Arenhardt, 2012).

Resultados semelhantes foram encontrados por Benett et al. (2011) onde não foram encontradas diferenças significativas para massa de mil grãos e produtividade de trigo quando aplicado nitrogênio em cobertura em diferentes épocas. Entretanto, foi constatado que houve acréscimo em ambas variáveis quando realizada a aplicação em cobertura em comparação a não realização da mesma. Entretanto, é necessário considerar a cultivar utilizada, o manejo e as condições climáticas as quais foram submetidas.

Quanto a variável peso hectolítrico (PH), a cultura do trigo apresentou uma melhor resposta as aplicações realizadas no alongamento e no emborrachamento. Segundo Mundstock (2005), o nitrogênio quando aplicado no período do emborrachamento tem pouco ou nenhum efeito sobre o rendimento, porém, pode ser benéfico para o aumento da quantidade de proteína no grão, pois o nitrogênio tem grande relação à formação de duas classes de proteínas - glutenina e gliadina que são responsáveis pela força e elasticidade da massa e, denominado força de glúten.

Um dos diversos parâmetros para qualificar o grão de trigo e a farinha que provem dele é o peso hectolitro. O peso hectolitro é uma análise física do grão, sendo a massa de 100 litros de trigo expressa em kg hl⁻¹ e pode ser influenciado por uniformidade, forma, densidade e tamanho do grão e pelo teor de matérias estranhas e quebrados presentes na amostra, servindo então como indicativo da sanidade do grão (Miranda et al., 2008).

A aplicação tardia de nitrogênio no emborrachamento pode ter favorecido a PH como reflexo da manutenção da área foliar ativa por um período mais longo, aumentando a capacidade fotossintética da planta (McMaster, 1997). E ainda, a fase de enchimento de grão é mais limitada pelo tamanho dos drenos, o possível aumento da temperatura acelera o desenvolvimento acarretando em uma redução da massa final dos grãos, mais do que o conteúdo total de proteínas, sendo que o nitrogênio é limitado principalmente pela fonte (Freitas et al., 2013).

Almeida et al. (2011) ao avaliarem o rendimento e a qualidade da cultura do trigo com aplicação de nitrogênio no florescimento, observaram aumento do rendimento da cultura e um maior peso hectolítrico quando comparado a cultura do trigo sem a aplicação de nitrogênio no florescimento, estando ele envolvido em várias sínteses na planta e o fornecimento de N no decorrer do ciclo da cultura faz com que a planta não apresente deficiência naquele determinado momento, suprimindo a necessidade da planta.

CONCLUSÕES

Um solo bem suprido nutricionalmente, e um ambiente sem deficiência hídrica durante a condução de uma lavoura trigo pode tornar não responsiva a adubação nitrogenada em cobertura nos diferentes estádios fenológicos em parâmetros de produtividade, entretanto, a alta precipitação no mês de julho pode ter contribuído para um baixo enchimento de grão e conseqüentemente no parâmetro final.

Para o aspecto de qualidade de grão (PH) a aplicação de N nos estádios fenológico denominados de

alongamento (E6) e emborrachamento (E10) obtiveram os resultados mais expressivos.

LITERATURA CITADA

ADAM, A.L.F.; ALVAREZ, J.W.R. Fertilização nitrogenada em cobertura na cultura do trigo em Nueva Toledo, Paraguai. *Revista Cultivando o Saber*, v.8, n.4, p.400-413, 2015.

ALMEIDA, D.; BREDEMEIER, C.; VARIANI, C.; ROSA, A.T.; SOUZA, C. H. L.; PERIN, J. Produtividade e qualidade de grãos de trigo em função da aplicação de nitrogênio no florescimento. *Anais... V Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale*. Dourados, MS. 2011.

ALVES, C.J.; ARF, O.; RAMOS, A.F.; GALINDO, F.S.; NOGUEIRA, L.M. et al. Irrigated wheat subjected to inoculation with *Azospirillum brasilense* and nitrogen doses as top-dressing. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.21, n.8, p.537-542, 2017.

ARENHARDT, E.G. *Inferências à época de aplicação de nitrogênio em trigo e os reflexos nos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade nos sistemas de cultivo*. Trabalho de conclusão do curso de agronomia da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande Sul – Unijuí, 2012. 52p.

BENETT, C.G.S.; BUZZETTI, S.; SILVA, K.S.; TEIXEIRA FILHO, M.C.M.; ANDREOTTI, M.; ARF, O. Aplicação foliar e em cobertura de nitrogênio na cultura do trigo no cerrado. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v.32, n.3, p.829-838, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. p.395.

BRAZ, A.J.B.P.; SILVEIRA, P.M.; KLIEMANN, H.J.; ZIMMERMANN, F.J.P. Adubação nitrogenada em cobertura na cultura do trigo em sistema de plantio direto após diferentes culturas. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.30, n.2, p.193-198, 2006.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C.M. Estádios fenológicos do trigo para a adubação nitrogenada em cobertura. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.25, p.317-323, 2001

CAVALCANTE, J.A.; RIMIERI, C.; RIBEIRO, E.T.; DELUCA, R.; SILVA, W.G. Produtividade do trigo através de diferentes formas de adubação na semeadura e em cobertura. *Revista cultivando o saber*, Edição Especial, p.1-14, 2016.



- CONAB. *Acompanhamento da safra brasileira: grãos: intenção de plantio segundo levantamento, julho 2017/* Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília: Conab, 2017. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 23 ago. 2017.
- COODETEC. *Guia de produtos 2014. Região Sul. Variedades de trigo.* Disponível em: <<http://www.coodetec.com.br/downloads/guia-de-produtos-2014-sul.pdf>>. Acesso em: 12 Ago. 2016.
- COSTA, L.; ZUCARELI, C.; RIEDE, C.R. Parcelamento da adubação nitrogenada no desempenho produtivo de genótipos de trigo. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v.44, n.2, p.215-224, 2013.
- EMBRAPA SOLOS. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SIBCS – 3º edição.* Brasília, DF: Embrapa Solos, 2013. p.176.
- FERREIRA, D.F. *Sisvar Versão 5.4.* Lavras: DEX/UFLA, 2011.
- FREITAS, E.; SOUZA, C.; SILVA, M.A. Ecofisiologia tritícola. *Revista Varia Scientia Agrárias*, v.03, n.01, p.171-187, 2013.
- LARGE, E.C. Growth stage in cereals: illustration of the Feekes scale. *Plant Pathology*, v.3, p.128-129, 1954.
- MARTINI JUNIOR, P.C.; FERREIRA, D.T.L.; MOREIRA, G.C. Características agrônômicas da cultivar de trigo CD 114 submetido à aplicação de adubação nitrogenada em cobertura. *Revista Cultivando o Saber*, Cascavel, v.4, n.3, p.158-172, 2011.
- MUNDSTOCK, C.M. *Quando aplicar o nitrogênio em trigo, cevada e aveia.* UFRGS – Departamento de Plantas de Lavoura, 2005. 8p.
- MIRANDA, M.Z.; MORI, C.; LORINI, I. *Qualidade comercial do trigo brasileiro: Safra, 2005.* Embrapa, Passo Fundo, RS, 2008. 100p.
- McMASTER, G.S. Phenology, development and growth of the wheat (*Triticum aestivum* L.) shoot apex: a review. *Advances in Agronomy*, v.59, p.63-118, 1997.
- ORSO, G.; VILLETTI, H.L.; KRENCHINSKI, F.H.; ALBRECHT, A.J.P.; ALBRECHT, L.P.; RODRIGUES, D.M.; MORAES, M.F. Comportamento da cultura do trigo sob efeito de fontes e doses de nitrogênio. *Cerrado Agrociências*, n.5, p.44-52, 2014.
- PIETRO-SOUZA, W.; BONFIM-SILVA, E.M.; SCHLICHTING, A.F.; SILVA, M.C. Desenvolvimento inicial de trigo sob doses de nitrogênio em Latossolo Vermelho de Cerrado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.17, n.6, p.575-580, 2013.
- PIRES, J.L.F.; VARGAS, L.; CUNHA, G.R. *Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável.* Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2011. 488p.
- PRANDO, A.M.; ZUCARELI, C.; FRONZA, V.; OLIVEIRA, F.Á.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. Características produtivas do trigo em função de fontes e doses de nitrogênio. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.43, n.1, p.34-41, 2013.
- RAIJ, B.V.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. *Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais.* Campinas, Instituto Agrônomo, 2001. 284p.
- SANGOI, L.; ALMEIDA, M.L.; PUCCI, A.L.R.; STRIEDER, M.; ZANIN, C.G.; SILVA, L.C.; VIEIRA, R.J. A aplicação precoce de nitrogênio em cobertura não aumenta o rendimento de grãos do trigo cultivado na presença do alumínio. *Ciência Rural*, v.38, n.4, p.912-920, 2008.
- STEFEN, D.L.V.; SOUZA, C.A.; COELHO, C.M.M.; TORMEN, M.E.; ZANESCO, P.R.; CASA, R.T.; SANGOI, L.; NUNES, F.R. Adubação nitrogenada associada ao emprego de reguladores de crescimento em trigo cv. Mirante. *Revista de Ciências Agroveterinárias*. Lages, v.13, n.1, p.30-39, 2014.
- TEIXEIRA FILHO, M.C.M.; BUZZETTI, 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*, Brasília, DF, v.45, n.8, p.797-804, 2010.
- TRINDADE, M.G.; STONE, L.F.; HEINEMANN, A.B.; CÂNOVAS, A.D.; MOREIRA, J.A.A. Nitrogênio e água como fatores de produtividade do trigo no Cerrado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.10, p.24-29, 2006.
- WENDLING, A.; ELTZ, F.L.F.; CUBILLA, M.M.; AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J.; LOVATO, T. Recomendação de adubação nitrogenada para trigo em sucessão ao milho e soja sob sistema plantio direto no Paraguai. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.31, n.5, p.985-994, 2007.
- 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.

Recebido para publicação em 16/01/2019 e aprovado em 04/02/2020.

