

## Doses de Nitrogênio em cobertura na produtividade e qualidade fisiológica de sementes de trigo

<sup>1</sup> André Prechlak Barbosa, <sup>2</sup> André Felipe Moreira Silva, <sup>3</sup> Leandro Paiola Albrecht, <sup>4</sup> Alfredo Junior Paiola Albrecht, <sup>5</sup> Marizangela Rizzatti Ávila

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Londrina, Rodovia Celso Garcia Cid, PR 445 km 380, CEP 86.057-970, Londrina, PR, Brasil. E-mail: andreprechlak@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade de São Paulo, Avenida Pádua Dias, 11, CEP 13.418-900, Piracicaba, SP, Brasil. E-mail: afmoreirasilva@usp.br

<sup>3</sup> Universidade Federal do Paraná, Rua Pioneiro, 2153, Jardim Dallas, CEP 85.950-000, Palotina, PR, Brasil. E-mail: lpalbrecht@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Universidade Federal do Paraná, Rua Pioneiro, 2153, Jardim Dallas, CEP 85.950-000, Palotina, PR, Brasil. E-mail: ajpalbrecht@yahoo.com.br

<sup>5</sup> Instituto Agronômico do Paraná, Rodovia Celso Garcia Cid, PR 445 km 375, CEP 86.001-970, Londrina, PR, Brasil. E-mail: marizangela\_rizzatti@hotmail.com

**Resumo:** O nitrogênio (N) é um dos nutrientes absorvidos em maior quantidade pela cultura do trigo, sendo um fator limitante da produção tritícola. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a influência de doses de nitrogênio (N) aplicadas em cobertura e em dois estádios fenológicos nas características agrônômicas e de qualidade de sementes da cultura do trigo. O experimento foi conduzido em Umuarama – PR, de maio a setembro de 2009, o delineamento experimental foi de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram na aplicação de quatro doses de nitrogênio na forma de ureia (0, 45, 90 e 135 kg ha<sup>-1</sup>), parceladas em duas aplicações em cobertura, no início do perfilhamento e no início do alongamento. As variáveis analisadas foram: altura de plantas (cm), acamamento (nota), número de espigas por m<sup>2</sup>, produtividade (kg ha<sup>-1</sup>), germinação (%), vigor (%), emergência em areia (%) e massa seca de plântulas (g). As características agrônômicas do trigo são afetadas pelas doses de nitrogênio em cobertura. O incremento na adubação nitrogenada ocasiona crescimento excessivo e acamamento das plantas de trigo. A dose de 90 kg ha<sup>-1</sup> é a mais adequada para obtenção de máxima produtividade da cultura do trigo cultivado na região noroeste do Paraná. A qualidade fisiológica das sementes de trigo é afetada de forma negativa conforme se incrementa a dose de nitrogênio em cobertura, devido ao desbalanço nutricional e acamamento das plantas.

**Palavras chave.** Acamamento, Nitrogênio, *Triticum aestivum*.

### Nitrogen doses coverage on yield and physiological quality of wheat seeds

**Abstract:** Nitrogen (N) is one of the nutrients absorbed in larger quantities by the wheat crop, being a limiting factor for wheat culture production. Thus, the objective of this study was to evaluate the influence of nitrogen (N) applied in coverage and in two phenological stages on the agronomic characteristics and quality of wheat crop seeds. The experiment was conducted in Umuarama - PR, from May to September 2009, the experimental design was a randomized block with four replications. The treatments consisted of application of four levels of nitrogen in the form of urea (0, 45, 90 and 135 kg ha<sup>-1</sup>), divided in two applications in coverage at the beginning of tillering and the beginning of stretching. The variables analyzed were: plant height (cm), lodging (note), number of ears per square meter, yield (kg ha<sup>-1</sup>), germination (%), vigor (%), sand emergence (%) and dry weight seedlings (g). The wheat agronomic characteristics are affected by nitrogen levels in coverage. The increase in nitrogen fertilizer causes overgrowth and lodging of wheat plants. The dose of 90 kg ha<sup>-1</sup> is the most appropriate for achieving maximum yield of the cultivated wheat crop in the northwestern region of Paraná. The physiological quality of wheat seeds is affected negatively as it increases the amount of nitrogen in coverage due to an unbalanced nutrition and plant lodging.

**Key words:** Lodging, Nitrogen, *Triticum aestivum*.

## Introdução

O trigo (*Triticum aestivum*) ocupa lugar de destaque mundial em volume de produção, sendo que no Brasil são produzidas entre 5 e 6 milhões de toneladas anualmente desse cereal, que é cultivado nos estados do RS, SC, PR, MG, SP, MS, GO e DF, com destaque para região Sul que concentra cerca de 90% da produção segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária [Embrapa] (2012). Essa produção, porém é insuficiente para suprir a demanda nacional, para tanto o manejo do sistema de produção do trigo deve ser o mais especializado e eficiente possível visando aumentar a produtividade, sendo a fertilização nitrogenada de fundamental importância dentro desse ideal.

O nitrogênio (N) é um dos nutrientes absorvidos em maior quantidade pela cultura do trigo, sendo um fator limitante da produção tritícola. O N é também o nutriente mais exportado, sendo importante na definição da produtividade para a cultura do trigo (Prando et al., 2013). As exigências por N pela cultura são variáveis, isso se deve principalmente pela influência da cultura antecessora, tipo de solo e condições meteorológicas, portanto a fertilização nitrogenada é variável, muito importante em determinadas situações e em outras dispensáveis (Nunes et al., 2011 & Melero et al., 2013).

Estudo realizado por Pietro-Souza et al. (2013), com doses de N aplicadas em estádios vegetativos iniciais, demonstrou que houve interferência direta no desenvolvimento das plantas de trigo. Heinemann et al. (2006) obtiveram resposta quadrática para as doses de N, com produtividade próxima a dose de 150 kg ha<sup>-1</sup>. Porém em trabalho realizado por Prando et al. (2013) o cultivo de trigo posterior a cultura da soja não forneceu resposta favorável à adição de fertilização nitrogenada, ao contrário, o incremento nas doses de N proporcionou maior acamamento e redução na produção de grãos. Em trabalho realizado por Bredemeier e Mundstock (2001), houve respostas semelhantes para os genótipos de trigo utilizados, sendo constatado que aplicações fracionadas até a sétima folha (perfilhamento) foram mais efetivas para maiores respostas produtivas da cultura.

Todavia, os trabalhos conduzidos em

condições brasileiras, com várias espécies cultivadas, em que foram estudados os efeitos de diferentes doses de N no conteúdo proteico e / ou na qualidade fisiológica das sementes, apresentaram respostas variáveis, às vezes positivas outras vezes não, em função das condições de solo, de clima, momento de aplicação do N, época de semeadura, cultivar, ou do teste empregado para avaliar a qualidade fisiológica (Toledo et al., 2007).

A altura das plantas do trigo é também de grande importância para o desempenho agrônomo da cultura, sendo a adubação nitrogenada maior influenciadora dessa característica, ocorrendo excessivo desenvolvimento vegetativo em doses altas de N, deixando as plantas com maior propensão ao acamamento e que pode provocar expressiva perda do potencial produtivo e da qualidade de sementes (Melero et al., 2013).

Associado a adubação nitrogenada estão as perdas após a aplicação de cobertura, seja pela lixiviação ou volatilização, o que reduz a eficiência da fertilização, com menor desempenho das plantas como consequência (Prando et al., 2012). Nesse contexto, o parcelamento do N em cobertura é uma alternativa que pode reverter e/ou minimizar as perdas para o ambiente, e gerar uma maior produtividade de grãos de trigo em reflexo da eficiência desse manejo (Kappes et al., 2013).

Como salientado, a adubação com N, é bastante usual e importante na cultura do trigo, no entanto a determinação de dosagens mais eficientes é um desafio atual nos sistemas de produção. Como os níveis de adubação nitrogenada afetam as características de crescimento e desenvolvimento das plantas, e de que forma essa dinâmica influi na produtividade e qualidade fisiológica de sementes do trigo são elucidações buscadas na presente pesquisa.

O objetivo deste trabalho foi avaliar as características agrônomicas e a qualidade fisiológica e de sementes de trigo, sob doses de nitrogênio aplicadas em cobertura.

## Material e métodos

A área experimental foi instalada na Fazenda do Campus Avançado de Umuarama

(CAU) da Universidade Estadual de Maringá [UEM], no município de Umuarama, na região noroeste do Estado do Paraná, com solo classificado como *Latossolo vermelho* Distrófico típico com textura arenosa (Embrapa, 2006).

O delineamento experimental utilizado foi o em blocos com tratamentos casualizados e oito repetições, sendo que os tratamentos empregados foram compostos por quatro doses de nitrogênio: 0, 45, 90 e 135 kg ha<sup>-1</sup>, em que a primeira é a testemunha sem aplicação, as doses de 45 e 90 kg ha<sup>-1</sup> estão no intervalo recomendado e a dose de 135 kg ha<sup>-1</sup> é superior ao máximo recomendado para a cultura do trigo, conforme a Comissão Nacional de Trigo e Triticale (Embrapa, 2014). As doses com N foram divididas em duas aplicações em cobertura, na forma de ureia, sendo metade da dose no início do perfilhamento e a outra metade no início do alongamento. A cultivar de trigo utilizada foi a IAPAR 85. Foram semeadas parcelas com 10 linhas de 5 m, e espaçamento de 20 cm entre linhas, o que totalizou uma área de 10 m<sup>2</sup>, como área útil utilizou-se 4,8 m<sup>2</sup> centrais.

A análise química do solo apresentou os seguintes dados: pH (CaCl<sub>2</sub>) = 4,2; Al<sup>+3</sup> = 41 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, H<sup>+</sup>+Al<sup>+3</sup> = 6 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, MO = 20,71 g dm<sup>-3</sup>; P(resina) = 2 mg dm<sup>-3</sup>; K = 1,6 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca = 9,7 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 5,7 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, CTC = 63,1 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e V = 26,98%. A adubação na semeadura foi realizada com 20 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio na forma de ureia, 110 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na forma de superfosfato triplo, 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O na forma de cloreto de potássio. Esses adubos foram misturados, homogeneizados e aplicados na semeadura, segundo a Comissão de Química e Fertilidade do Solo, [CQFS] (2004). Como adubação de cobertura foi realizada apenas a nitrogenada, nas doses e forma de aplicação descritas acima.

Durante o período de condução do ensaio foram executados todos os manejos agrotecnológicos necessários, segundo as recomendações técnicas para a região (Embrapa, 2008). Aplicação de herbicida metsulfurom metil foi realizada 2,4 g i.a. ha<sup>-1</sup> na fase de início do perfilhamento do trigo. O manejo de inseticida foi realizado no pré-florescimento com o produto deltametrina, na dose de 25 g i.a. ha<sup>-1</sup>. Não foi necessária a utilização de fungicida durante o ciclo do trigo. As determinações do estágio fenológico da cultura seguiram a escala de

Zadocks et al. (1974).

A precipitação pluviométrica total no período experimental foi 531,96 mm e a médias da temperatura, máxima e mínima foram de 18,6 e 14,7 °C, respectivamente. Foi elaborado o balanço hídrico para cultivos (Tornthwaite & Matter, 1955) de 10 de maio a 20 de setembro, construído a partir dos dados da estação meteorológica instalada na área experimental CAU/UEM, organizados quinzenalmente, com pequeno déficit ocorrido no sétimo decêndio, que coincidiu com o período inicial da fase reprodutiva da lavoura (Figura 1).

As variáveis avaliadas foram: altura de plantas (cm), acamamento (nota de 1-5), número de espigas por m<sup>2</sup>, produtividade (kg ha<sup>-1</sup>), germinação (porcentagem total de plântulas normais), vigor (porcentagem de plântulas normais na primeira contagem), emergência em areia (%), massa seca de plântulas em areia (g). A altura de plantas foi avaliada no florescimento da cultura, o acamamento e a contagem do número de espigas por m<sup>2</sup> foram determinados por ocasião da maturidade fisiológica das sementes e a colheita realizada em seguida, com determinação da produtividade, todas respeitando a classificação fenológica de Zadocks et al. (1974). As variáveis referentes à qualidade fisiológica de sementes e desempenho de plântulas foram realizadas logo após a trilha e limpeza das sementes.

A metodologia para os testes supramencionados encontra-se na literatura científica pertinente (Nakagawa, 1999 & Brasil, 2009). Seguem abaixo descrição das avaliações realizadas que tiveram grande importância na caracterização do desempenho agrônomo e qualidade das sementes.

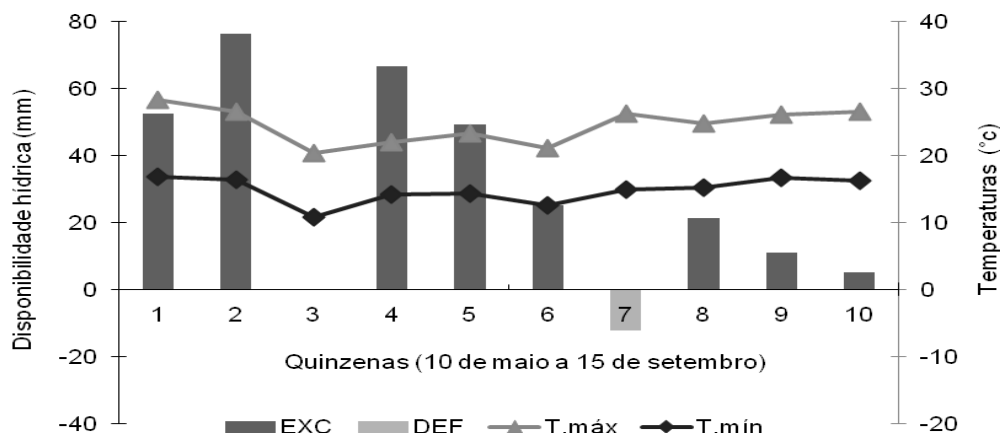
A altura de plantas foi determinada no momento do enchimento de grãos (Zadocks et al., 1974), por meio da medida da base da planta até a inserção da espiga, os valores foram expressos em centímetros.

O acamamento foi avaliado por meio de notas visuais (1 a 5), conforme a intensidade de tombamento das plantas no interior da área útil de cada parcela experimental, a avaliação foi realizada na pré-colheita do trigo.

O número de espigas por metro quadrado foi obtido por contagem das espigas contidas em

1m<sup>2</sup> selecionado aleatoriamente dentro da área útil de cada parcela experimental.

**Figura 1** - Temperaturas máxima (T.máx) e mínima (T.mín) e balanço hídrico (EXC e DEF) para cultivos (Torntwhaite & Matter, 1955), elaborado para o período experimental (10 de maio a 15 de setembro). Umuarama-PR.



A produtividade de sementes foi determinada pela colheita manual das espigas das seis linhas centrais de todos os tratamentos, debulhadas manualmente, pesadas e os dados calculados em kg ha<sup>-1</sup> (13% base úmida). O tamanho da parcela experimental é 10 m<sup>2</sup>, como área útil utilizou-se 4,8 m<sup>2</sup> centrais que foram utilizados para a colheita.

O teor de umidade foi determinado pelo método da estufa, a 105±3 °C, por 24 horas, em amostras de 5 g para cada repetição, segundo as instruções das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009).

O teste de germinação foi realizado utilizando-se quatro sub-amostras de 50 sementes para cada tratamento e repetição de campo, colocadas para germinar entre três folhas de papel filtro, umedecidas com água desmineralizada, na proporção de três vezes o peso do papel seco. Foram confeccionados rolos os quais foram levados para um germinador regulado para manter temperatura constante de 20 °C. A avaliação foi realizada aos oito dias após a realização do teste, computando-se a porcentagem de plântulas normais obtidas, de acordo com as recomendações das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009). O teste de vigor foi efetuado em conjunto com o teste de germinação, computando-se a porcentagem de

plântulas normais obtidas no quarto dia após a semeadura (Brasil, 2009).

O teste de emergência de plântulas em areia foi realizado utilizando-se quatro sub-amostras de 50 sementes por parcela. Essa determinação foi realizada em caixas de plástico com dimensões de 26,0 x 16,0 x 9,0 cm, utilizando-se como substrato areia lavada e esterilizada, umedecida inicialmente até atingir 60% da sua capacidade de retenção de água e reumedecida sempre que necessário. As sementes foram distribuídas a 3 cm de profundidade. As caixas foram mantidas em casa de vegetação, sob temperatura ambiente, cujo valor médio ficou em torno de 25 °C. No oitavo dia após a instalação do teste, o número de plântulas normais foi determinado para cada repetição, obtendo-se, a seguir, a porcentagem média da emergência de cada parcela (Nakagawa, 1999).

O teste de massa seca de plântula foi obtido utilizando-se as plântulas do teste de emergência em areia, removendo-se os cotilédones. Os eixos embrionários de cada repetição foram colocados em sacos de papel e levados para secar em estufa com circulação de ar forçada, regulada a 75 °C, durante 24 horas. Após esse período, as amostras foram colocadas para resfriar em dessecadores e pesadas em

balança analítica (0,001g). Os resultados foram expressos em mg/plântula (Nakagawa, 1999).

Os dados foram submetidos à análise de variância, a 5% de probabilidade. Considerando-se que os tratamentos são quantitativos, foi realizada a análise de regressão polinomial ( $P < 0,05$  pelo teste t).

## Resultados e discussão

A análise de variância (Tabela 1), demonstrou efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para altura de plantas (Figura 2a), acamamento (Figura 2b), número de espigas por  $m^2$  (Figura 3a), produtividade de grãos (Figura 3b), germinação (Figura 4a), vigor (figura 4b), emergência em areia (Figura 4c) e massa seca de plântulas em areia (Figura 5).

Constatou-se aumento linear da altura

das plantas, do acamamento e da quantidade de espigas por  $m^2$  e em função das doses de N (Figuras 2a, b e 3), comprovou-se com essas variáveis a capacidade de utilização desse nutriente em promover o crescimento e desenvolvimento vegetal, contribuindo na formação de proteínas e outros constituintes celulares que levam a um maior desempenho, quando se tratando em incremento nas características agrônômicas supramencionadas (Prando et al., 2013).

Tais indícios para a altura de plantas e acamamento são justificados pelo desbalanço nutricional causado pela quantidade excessiva de N disponível, isso corrobora com o encontrado por Espindula (2010) e Prando et al. (2013). Em relação ao aumento no número de espigas, o mesmo resultado foi encontrado por Melero et al. (2013), com valores de 1,2 e 1,3 espigas a mais por  $m^2$  a cada quilo de N adicionado.

**Tabela 1-** Resultado da análise de variância para as características avaliadas em função das doses de nitrogênio em cobertura. Umuarama-PR.

| FV     | GL | ALT                  | ACA                | NESP       | PROD                    | GERM                 | VIG     | EA       | MSPA   |
|--------|----|----------------------|--------------------|------------|-------------------------|----------------------|---------|----------|--------|
| Doses  | 3  | 4658,01**            | 4,57**             | 31387,17** | 1262020,58**            | 960,30**             | 615,59* | 188,28** | 0,01** |
| Blocos | 7  | 350,92 <sup>ns</sup> | 0,20 <sup>ns</sup> | 11406,79*  | 234948,62 <sup>ns</sup> | 391,66 <sup>ns</sup> | 339,61* | 85,69*   | 0,01** |
| CV     |    | 21,93                | 25,33              | 27,58      | 21,79                   | 19,72                | 29,4    | 13,37    | 18,02  |

\*significativo a 5% de probabilidade; \*\*significativo a 1% de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo; FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; ALT: altura de plantas; NESP: número de espigas por  $m^2$ ; PROD: produtividade de grãos; GERM: porcentagem de germinação; VIG: vigor de plântulas; EA: emergência de plântulas em areia e MSPA: massa seca de plântulas em areia.

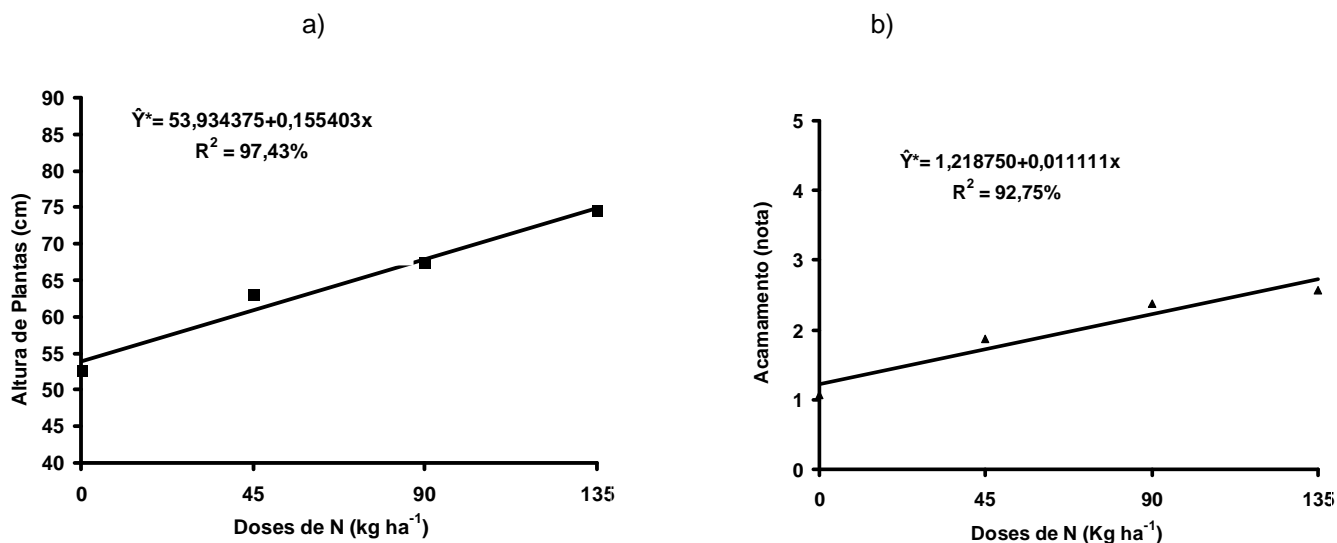
O elemento N é um dos constituintes de estruturas, como a clorofila, que é parte integrante do maquinário fotossintético, o que se relaciona diretamente com a potencialização da atividade fotossintética, e, por conseguinte, um maior desempenho das plantas. Assumindo o fato de que o N é constituinte de várias moléculas, como ácidos nucleicos e proteínas, tal elemento é vital para o crescimento vegetal. Portanto, entende-se que o acréscimo na disponibilidade desse elemento para as plantas interfere decisivamente no desempenho fisiológico e em decorrência, no agrônômico, corroborando com Massaroto et al. (2006).

Crescimento excessivo, denotado pelo aumento na altura das plantas (Figura 2a),

associado às interações com o ambiente, pode agir como um agravante para que ocorra um maior acamamento na cultura (Figura 2b). Esse crescimento excessivo foi também relatado por Melero et al. (2013) que obteve aumento de altura de plantas e do acamamento dessas diante do aumento nas doses de nitrogênio em duas safras.

Possivelmente o incremento de desenvolvimento vegetativo que foi constatado pelas variáveis altura de plantas e acamamento (Figuras 2 a, b), demonstram a utilização desregulada dos fotossintatos pelas plantas, ou seja, houve um aumento no direcionamento de fotoassimilados para as estruturas vegetativas e, no tocante ao enchimento de grãos verificou-se ineficiência após a dose de 97 kg  $ha^{-1}$  de N.

**Figura 2** - Altura (cm) (a) e acamamento (nota) (b) das plantas de trigo, em função de doses de nitrogênio aplicadas em cobertura. Umuarama - PR.



Através dos resultados, pertinentes a regressão polinomial, observa-se que o incremento nas doses de N favoreceu a produtividade (Figura 3b) até uma dose limite de 97 kg ha<sup>-1</sup>, com valor máximo de 2014 kg ha<sup>-1</sup>. Resposta quadrática como essa foi constatada pelos trabalhos de Espindula (2010) e Melero et al. (2013). Também se observou que doses maiores que essas, acima de 100 kg ha<sup>-1</sup>, tiveram efeito contrário na produtividade, diminuindo-a, de maneira que se pode atribuir ao nitrogênio um efeito negativo sobre a cultura, afetando o balanço nutricional e conseqüentemente o desempenho agrônômico das plantas de trigo, no tocante a produtividade de sementes.

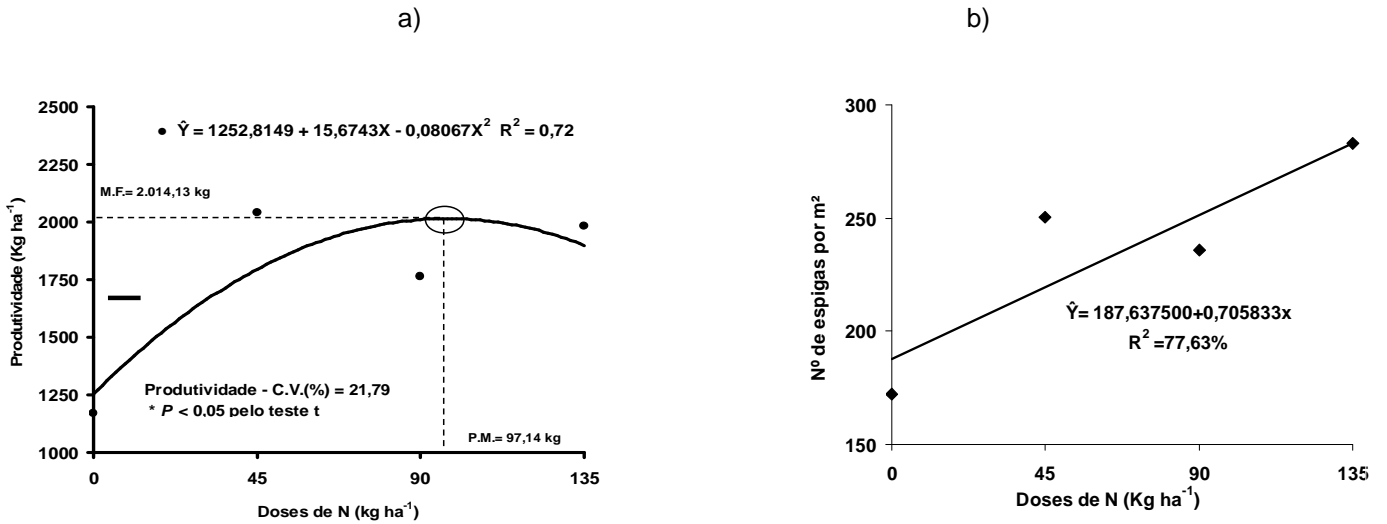
O aumento do acamamento gerou problemas na colheita e por conseqüência interferiu negativamente na produtividade da cultura. Concordando com Espindula (2010), que observou que o acamamento precoce prejudica o enchimento de grãos devido ao bloqueio dos fluxos dos vasos condutores e às menores taxas fotossintéticas da planta, lembrando que tal prejuízo seria ainda mais pronunciado em caso de uma colheita mecanizada, onde as plantas acamadas não são colhidas.

Supõe-se que plantas bem desenvolvidas e com bom desempenho agrônômico, possuem a

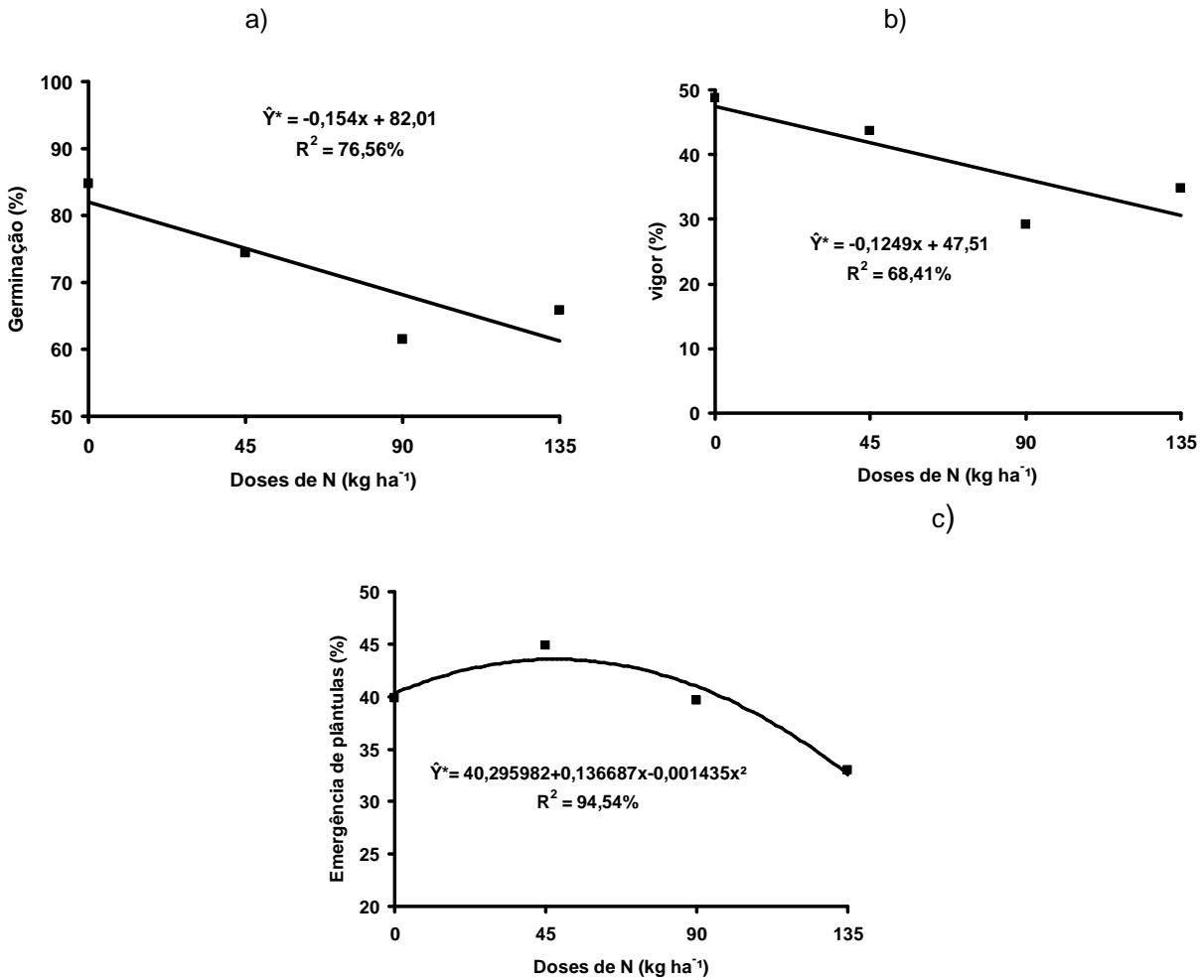
tendência de gerar e formar sementes potencialmente melhores (Marcos, 2005).

Porém, conforme contemplado nas Figuras 4 a, b, concernentes à qualidade fisiológica, observa-se o efeito linear decrescente na porcentagem de plântulas normais, tanto no teste de viabilidade (germinação) e no vigor das sementes (primeira contagem do teste de germinação) em função do acréscimo nas doses de N. Então, altos níveis de N disponível para o cultivo de trigo não possuem relação direta e positiva com incremento na qualidade de sementes. Prováveis premissas para esse fato se consolidam na hipótese de que altas doses de N podem proporcionar desbalanço nutricional, ou seja, a grande quantidade de nitrogênio absorvido afeta de forma negativa a absorção de outros íons minerais, o que gerou problemas no crescimento e desenvolvimento do vegetal como um todo, com as sementes. Outra hipótese correlata é a de que altas doses de N podem originar crescimento excessivo, ocasionando acamamento, expondo a estrutura reprodutiva (espiga) a condições indesejáveis de umidade alta, contaminação por patógenos e ataque de pragas, devido à sua proximidade com o solo, ocasionando seu prostamento como observado na Figura 2b.

**Figura 3** - Número de espigas por m<sup>2</sup> (a) e produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) (b) das plantas de trigo, em função de doses de nitrogênio aplicadas em cobertura. Umuarama - PR.



**Figura 4** - Plântulas normais no teste de germinação (%) (a) e no teste de vigor (%) (b) e emergência de plântulas em areia (%) (c), em função de doses de nitrogênio aplicadas em cobertura. Umuarama - PR.



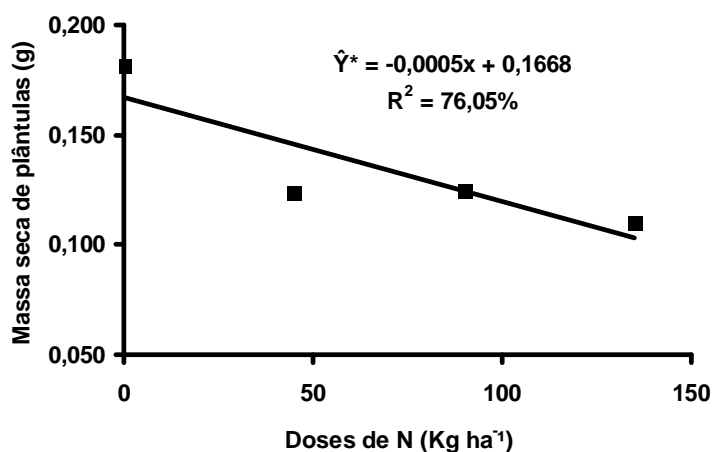
Considerando a possibilidade de o acamamento contribuir negativamente, entende-se que quando o mesmo ocorre e, estão associadas condições climáticas desfavoráveis, como altas temperatura e precipitação na maturação, conjectura-se que tais situações combinadas venham a desfavorecer a qualidade fisiológica das sementes produzidas, como observado no presente ensaio e de acordo com a literatura (Marcos, 2005 & Nakagawa, 2000).

Ainda referente à qualidade fisiológica de sementes e desempenho de plântulas, temos que a emergência em areia (Figura 4c) apresentou comportamento quadrático para as doses de N, sendo desfavoráveis doses superiores aos 45 kg ha<sup>-1</sup>, novamente se atribui ao desbalanço nutricional e acamamento o efeito prejudicial às sementes, que por consequência tiveram sua viabilidade diminuída, como demonstrado pelo resultado de emergência e teste em areia, dessa forma, o vigor das sementes teve mesma tendência de diminuição sob efeito das maiores doses de N. Diferentemente do que foi observado por Prando et al. (2012) onde as

variáveis referentes a qualidade das sementes de trigo não apresentaram diferenças significativas provenientes das doses de N.

Para a variável massa seca em areia (Figura 5), relacionada com o desempenho de plântulas, observa-se que o aumento das doses de N influenciou de forma direta e negativa o desenvolvimento das mesmas, ocorrendo diminuição da massa das plântulas à medida que se aumentou a dose de N aplicada, isso é condizente com o que foi anteriormente apresentado pelas variáveis relacionadas à qualidade de sementes e pode ser explicado pela sua má formação proveniente de plantas estressadas pelo desbalanço nutricional e acamamento, que prejudicaram sobremaneira o acúmulo de fotoassimilados nas sementes, comprometendo seriamente seu desempenho ao germinar, e formando plântulas menos robustas e vigorosas. Diferentemente do obtido no trabalho em questão, Brzezinski et al. (2014), não constataram diferenças significativas na variável massa seca de plântulas de trigo, não havendo interferência das doses de N.

**Figura 5** - Massa seca de plântulas (g) de trigo em areia, em função de doses de nitrogênio aplicadas em cobertura. Umuarama - PR.



Deste modo, infere-se que a adubação nitrogenada nas condições edafoclimáticas do Arenito Caiuá, para a cultura do trigo em semeadura direta e no ano em questão (2009), sinaliza que em função da elevação nas doses de

N, pode ocorrer acamamento e consequentemente perdas na colheita e na qualidade de sementes, mas principalmente causar desbalanço nutricional da cultura que



afetará negativamente o desempenho fisiológico das sementes produzidas.

### Conclusões

As características agronômicas do trigo são afetadas pelas doses de N em cobertura. O incremento na adubação nitrogenada ocasiona crescimento excessivo e acamamento das plantas de trigo.

A dose de 90 kg ha<sup>-1</sup> é a mais adequada para obtenção de máxima produtividade da cultura do trigo cultivado na região Noroeste do Paraná.

A qualidade fisiológica das sementes de trigo é afetada de forma negativa conforme se incrementa a dose de nitrogênio em cobertura, devido ao desbalanço nutricional e acamamento das plantas.

### Referências

Brasil. Ministério da Agricultura e Pecuária e Abastecimento. (2009). *Regras para análise de sementes* (399p). Brasília, DF: Secretaria de Defesa agropecuária.

Bredemeier, C., & Mundstock, C. M. (2001). Estádios fenológicos do trigo para a adubação nitrogenada em cobertura. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 25, 317-323.

Brzezinski, C. R., Zucareli, C., Henning, F. A., Abati, J., Prando, A. M., & Henning, A. A. (2014). Nitrogênio e inoculação com *Azospirillum* na qualidade fisiológica e sanitária de sementes de trigo. *Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 57 (3), 257-265.

Comissão de Química e Fertilidade do Solo. (2004). *Manual de adubação e de calagem para os estados do RS e SC*. (10 ed., 394p). Porto Alegre: SBCS, Núcleo Regional Sul.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2014, agosto). *Informações Técnicas para Trigo e Triticale - Safra 2015. Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale*, Brasília, DF, 8.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. (2006). *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos* (2 ed., 306p). Brasília: Embrapa Solos

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2012). *Indicações do sistema de produção – Cultura do trigo*. Passo Fundo: Embrapa trigo. Recuperado em 5 janeiro, 2015, de <http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/trigo/index.htm>.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2008, julho). *Informações Técnicas para a Safra 2009: Trigo e Triticale. Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale*. Passo Fundo: Embrapa trigo, 2.

Espindula, M. C., Rocha, V.S., Souza, M. A., Grossi, J. A. S., & Souza, L. T. (2010). Doses e formas de aplicação de nitrogênio no desenvolvimento e produção da cultura do trigo. *Ciência e Agrotecnologia*, 34 (6), 1404-1411.

Heinemann, A. B. et al. (2006). Eficiência de uso da radiação solar na produtividade do trigo decorrente da adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 10, 352-356.

Kappes, C., Arf, O., Augusto, E., Bem, D. A. L., & Gonzaga, A. R. (2013). Side-dressing nitrogen management in maize crop in no-till system. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 37 (1), 201-217.

Marcos Filho, J. (2005). *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas* (495p). Piracicaba: FEALQ.

Massaroto, J.A., Silva, R.R., & Reis, W. R. (2006). Produtividade máxima econômica de cultivares de trigo sob diferentes doses de adubação na região do Brasil central. *Revista de Ciências Agro-Ambientais*, 4(1), 29-36.

Melero, M. M. et al.(2013). Coberturas vegetais e doses de nitrogênio em trigo sob sistema plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 43, 343-353.

Nakagawa, J. (1999). Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: Krzyzanowski, F.C., Vieira, R.D., & Franca Neto, J.B. (Eds.). *Vigor de sementes: conceitos e testes* (pp. 2.1 - 2.24). Londrina: ABRATES.

Nakagawa, J., Cavariani, C., & Machado, J. R. (2000). Adubação nitrogenada no perfilhamento da aveia-preta em duas condições de fertilidade

do solo. *Pesquisa Agropecuária brasileira*, 35 (6), 1071-1080.

Nunes, A. S. et al. (2011). Adubos verdes e doses de nitrogênio em cobertura na cultura do trigo sob plantio direto. *Semina: Ciências Agrárias*, 32 (4), 1375-1384.

Pietro-Souza, W. et al. (2013). Desenvolvimento inicial de trigo sob doses de nitrogênio em Latossolo Vermelho de Cerrado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17, 575-580.

Prando, A. M. et al. (2013). Características produtivas do trigo em função de fontes e doses de nitrogênio. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 43, 34-41.

Prando, A. M. et al. (2012). Formas de ureia e doses de nitrogênio em cobertura na qualidade fisiológica de sementes de trigo. *Revista Brasileira de Sementes*, 34, 272-279.

Prando, A. M. , Zucareli, C., Fronza, V., Bassoi, M. C., & Oliveira, F. Á. (2012). Formas de ureia e doses de nitrogênio em cobertura no desempenho Forms of urea and nitrogen levels in top dressing in the agronomic performance of wheat genotypes. *Semina: Ciências Agrárias*, 33 (2), 621–632.

Tornthwaite, C.W., & Mather, J.R. (1955). *The water balance* (Publications in Climatology, vol. 8, n.1, 104p). Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology.

Toledo, M. Z. et al. (2007). Qualidade fisiológica de sementes de sorgo-de-guiné em função da função da adubação nitrogenada em cobertura. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 6 (2), 234-246.

Zadocks, J. C., Ghang, T. T., & Konzak, C. F. (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, Oxford, 14 (6), 415-421.

Recebido em: 25/05/2015

Aceito em: 26/09/2016