
**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE TRIGO EM RESPOSTA A
DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO VIA SOLO E FOLIAR**

**PHYSIOLOGICAL QUALITY OF WHEAT SEEDS IN RESPONSE TO DIFFERENT
NITROGEN LEVELS APPLIED BY SOIL AND LEAVES**

José Henrique Bizzarri Bazzo¹

Emanueli Bastos Garcia²

Carolina Pereira Cardoso³

Claudemir Zucareli⁴

RESUMO

O nitrogênio (N) é um dos elementos absorvidos em maior quantidade pela cultura do trigo. Na planta, este macronutriente participa da constituição de biomoléculas, portanto, a aplicação de fertilizantes nitrogenados pode afetar positivamente na formação e no desempenho fisiológico das sementes. Com isso, deve-se preconizar a eficiência do uso deste nutriente por meio de melhores formas de fertilização. Objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica de sementes de trigo submetido à adubação nitrogenada em cobertura via solo associado à suplementação de nitrogênio via fertilização foliar. O experimento foi conduzido utilizando a cultivar de trigo Quartzo, em delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial 2x5, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de duas doses de N aplicadas via solo (0 e 90 kg ha⁻¹) na forma de sulfato de amônio, e de cinco doses de N aplicadas via foliar (0, 2, 4, 6 e 8 L ha⁻¹) utilizando-se o produto N32. Após colheita as sementes submetidas às seguintes avaliações: germinação, comprimento e massa seca de plântulas, emergência de plântulas e produtividade. Os dados foram submetidos à análise de variância e, posteriormente, as médias de N aplicados via solo foram comparadas pelo teste F e as médias de N, aplicado via foliar, submetidas à análise de regressão polinomial até 2º grau, a 5% de probabilidade.

Palavras-chave: Germinação. Vigor. Adubação foliar.

¹ Docente do curso de Agronomia do Centro Universitário Filadélfia/Unifil, Londrina-PR, Brasil, jose.bazzo@unifil.br

² Doutoranda em Agronomia, Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Londrina/UEL, Londrina-PR, Brasil, ebastosgarcia@gmail.com

³ Mestranda na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho/UNESP, Botucatu-SP, Brasil.

⁴ Docente do Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Londrina/UEL, Londrina-PR, Brasil, claudemircca@uel.br

ABSTRACT

The nitrogen (N) is one of the elements most absorbed by wheat crop. In the plant, this macronutrient participates in the constitution of biomolecules, therefore, the application of nitrogen fertilizers can positively affect seed formation and physiological performance. Thus, the efficiency of the use of this nutrient through better forms of fertilization should be recommended. The objective was to evaluate the physiological quality of wheat seeds subjected to nitrogen fertilization through soil coverage associated with nitrogen supplementation foliar fertilization. The experiment was conducted using the Quartzo wheat cultivar, in a randomized complete block design in a 2x5 factorial scheme with four replications. The treatments consisted of two N rates in the soil (0 and 90 kg ha⁻¹) in the form of ammonium sulfate, and five N foliar applied (0, 2, 4, 6 and 8 L ha⁻¹) using the product N32. After harvesting the seeds subjected to the following evaluations: germination, length and dry weight of seedlings, seedling emergence and productivity. Data were subjected to analysis of variance and, subsequently, the mean N applied via the soil were compared by the F test and the average N applied via the leaf, subjected to polynomial regression analysis up to 2nd degree at 5% probability.

Key words: Germination. Vigor. Foliar adubation.

INTRODUÇÃO

O elevado potencial de produção da cultura do trigo vem sendo alcançado pela utilização da adubação nitrogenada em razão do N ser, quantitativamente, o elemento mais importante para a cultura, com efeitos positivos na produtividade e qualidade dos grãos (BREDEMEIER; MUNDSTOCK, 2001). Por ser constituinte estrutural de biomoléculas, o N participa de funções-chave no metabolismo vegetal, os quais são de extrema importância para a sobrevivência e o adequado crescimento e desenvolvimento da planta (HARPER, 1994).

A adubação nitrogenada destaca-se em razão do N ser o elemento mais absorvido pela cultura, com respostas positivas a produtividade, qualidade dos grãos e teor de proteína nas sementes. Deve estar disponível no estágio de afilamento, período muito importante na determinação do número de filhinhos por planta, espigas por planta e de grãos por espiga (MEGDA, 2009). A disponibilidade de nitrogênio no propícia maior teor de proteína nos grãos de trigo (ESPINDULA *et al.*, 2010).

Solos brasileiros não suprem totalmente a demanda de N das espécies cultivadas, sendo essencial, portanto, sua complementação com fertilizantes nitrogenados. As fontes de N mais utilizadas são a ureia (45% de N), o nitrato de amônio (32% de N) e o sulfato de

amônio (20% de N). A ureia é o fertilizante nitrogenado mais utilizado no Brasil, por ter como vantagens o teor elevado de nitrogênio (45%) e o menor custo, além de causar menor acidificação no solo (YANO *et. al.*, 2005; MALAVOLTA, 2006).

Alguns fatores como a dose, a época e o método de aplicação de fertilizantes nitrogenados têm efeito marcante sobre a produtividade das culturas e sobre o potencial de contaminação dos mananciais. O manejo da adubação nitrogenada de acordo com a demanda da planta, nos períodos em que a cultura mais necessita, minimiza o impacto no ambiente, pela redução de perdas do nutriente (FERNANDES; LIBARDI, 2007).

O não aproveitamento de nitrogênio pelos cereais de inverno decorre da falta de tecnologias de aplicação eficientes do fertilizante. A fertilização via foliar com N apresenta-se como uma alternativa para uma suplementação eficiente do nutriente na planta, uma vez que, no estágio de perfilhamento da cultura do trigo, as raízes ainda prematuras podem não ser capazes de realizar a absorção completa da adubação nitrogenada aplicada via solo. A adubação foliar pode otimizar os custos de produção devido ao melhor aproveitamento do nutriente pelo vegetal e, conseqüentemente, menores perdas deste para o meio (BISCARO *et al.*, 2011).

147

A adubação nitrogenada em cobertura resulta em maior acúmulo de proteínas brutas e proteínas solúveis nas sementes (GOMES JUNIOR; SÁ, 2010). A maior disponibilidade de N para a planta pode ocasionar em maior potencial fisiológico das sementes, uma vez que sementes de alto vigor possuem maiores teores de proteínas solúveis, assim como amido e açúcares solúveis, resultando em maior mobilização de reservas, melhor germinação e desempenho inicial de plântulas (HENNING *et al.*, 2010).

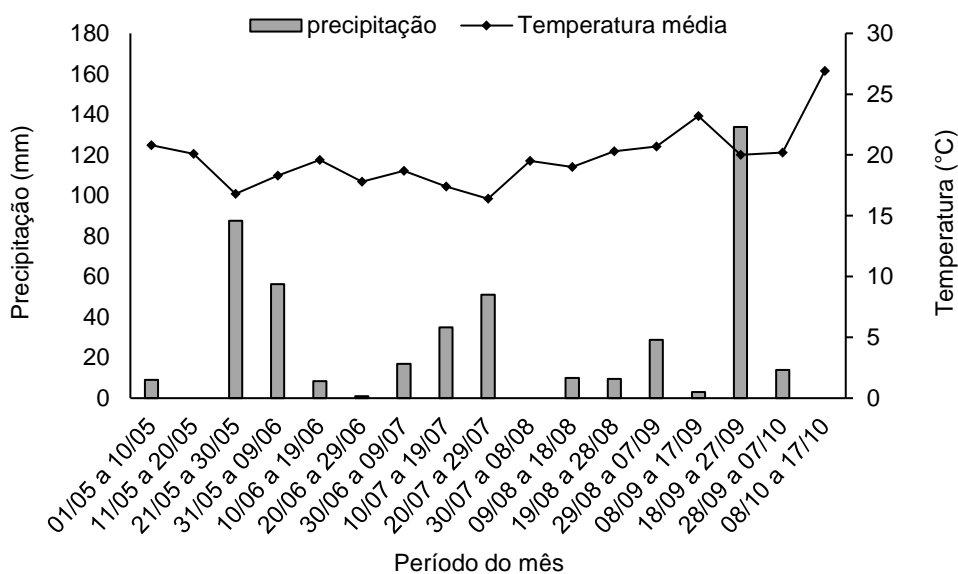
Há então, uma relação vantajosa na aplicação de N via solo associado à disponibilização via foliar frente aos processos metabólicos da planta de trigo, apresentando uma complementariedade entre ambos. Assim é conveniente o estudo do método de aplicação em diferentes doses, visando resultados que contribuam à economia de adubação nitrogenada em trigo, aumento de produtividade de grãos e a qualidade de sementes.

Neste contexto, objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica de sementes de trigo submetido à adubação nitrogenada em cobertura via solo associado à suplementação de nitrogênio via fertilização foliar.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado com a cultivar Quartzo (ciclo médio, média estatura, moderadamente resistente ao acamamento, perfilhamento médio e classificação industrial tipo pão) na Fazenda Escola da Universidade Estadual de Londrina, no município de Londrina-PR, em Latossolo Vermelho eutroférrico localizado a 23° 23' S e 51° 11' O e altitude de 566 m. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, descrito como subtropical úmido com verões quentes. Os dados meteorológicos de precipitação pluvial e temperaturas, durante a condução do experimento, foram obtidos por meio dos registros da estação meteorológica do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR).

Figura 1 - Precipitação pluviométrica e temperaturas médias registradas durante o período de condução do experimento. Londrina-PR.



Fonte: Próprio autor.

As características químicas do solo nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm, determinadas antes da instalação do experimento, foram: 0 a 10 cm - pH (CaCl₂) 5,40; 4,96 cmol_c dm⁻³ de H + Al³⁺; 7,9 cmol_c dm⁻³ de Ca²⁺; 0,9 cmol_c dm⁻³ de Mg²⁺; 0,91 cmol_c dm⁻³ de K⁺; 1,58 mg dm⁻³ de P; 26,90 g dm⁻³ de matéria orgânica e 66,19% de saturação de bases; e 10 a 20 cm - pH (CaCl₂) 5,40; 4,61 cmol_c dm⁻³ de H + Al³⁺; 7,3 cmol_c dm⁻³ de Ca²⁺; 1,20

$\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de Mg^{2+} ; $0,81 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de K^+ ; $0,76 \text{ mg dm}^{-3}$ de P; $20,10 \text{ g dm}^{-3}$ de matéria orgânica e 66,88% de saturação de bases.

Com base nas características químicas do solo, calculou-se a adubação mineral básica no sulco de semeadura, constante para todos os tratamentos, que foi de 24 kg ha^{-1} de N, 84 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 48 kg ha^{-1} de K_2O , utilizando-se o formulado 08-28-16.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados em esquema fatorial 2×5 , com quatro repetições. Os tratamentos constaram de duas doses de N aplicadas via solo (0 e 90 kg ha^{-1}) na forma de sulfato de amônio (21% de N), e de cinco doses de N aplicadas via foliar (0 , 2 , 4 , 6 e 8 L ha^{-1}) utilizando-se o produto N32 da Ubyfol (41,6% de N; produto líquido de absorção imediata, compatível com herbicidas e demais defensivos; não possui perdas por volatilização e lixiviação; pH neutro), num volume de calda de 200 L ha^{-1} .

A semeadura foi realizada mecanicamente no dia 7 de maio, em área anteriormente ocupada com a cultura do milho, com densidade de 300 sementes viáveis m^{-2} . A dimensão das parcelas experimentais foi de 14 linhas de seis metros de comprimento, espaçadas em 17 cm , considerando-se como área útil as oito linhas centrais, desprezando-se $0,5 \text{ m}$ em cada extremidade. A área útil da unidade experimental foi de $6,8 \text{ m}^2$.

149

A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada no perfilhamento da cultura, correspondente ao estágio 2 na escala fenológica de Feekes. A adubação nitrogenada de cobertura via solo foi realizada a lanço e a adubação foliar foi realizada com o auxílio de um pulverizador costal pressurizado com CO_2 .

O manejo e os tratos culturais foram realizados conforme a necessidades e as recomendações da cultura (CBPTT, 2019). A colheita foi realizada após as sementes atingirem a maturação de colheita, estágio caracterizado pelo endurecimento da cariopse, plantas com aspecto seco e sementes com umidade abaixo de 20%. Para determinação do potencial fisiológico de sementes foram realizadas as seguintes avaliações:

Germinação: realizada com oito repetições de 50 sementes, em papel toalha germitest[®] umedecido com água destilada, na proporção de $2,5$ vezes a massa do substrato. Os rolos de papel foram mantidos em germinador sob temperatura de $20 \text{ }^\circ\text{C}$. A avaliação constou de duas contagens, aos quatro (primeira contagem) e aos oito dias (contagem final) após a instalação do teste, computando-se a porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

Comprimento de plântula: realizado a partir da semeadura de quatro repetições de 20 sementes, no terço superior da folha de papel germitest[®], umedecido com água destilada, na

proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos de papel contendo as sementes permaneceram por cinco dias em germinador, à temperatura de 20 °C, quando se avaliou o comprimento das plântulas normais, com auxílio de uma régua milimétrica (NAKAGAWA, 1999). Os resultados foram expressos em centímetros por plântula;

Massa seca de plântula: as plântulas normais, provenientes do teste de comprimento de plântulas, foram colocadas em sacos de papel e levadas à estufa com circulação de ar forçada, regulada à temperatura de 80 °C, até massa constante (NAKAGAWA, 1999). A massa seca foi avaliada e, os resultados foram expressos em mg por plântula;

Emergência de plântulas em areia: realizado em casa de vegetação com quatro repetições de 50 sementes por tratamento, semeadas a 3 cm de profundidade. A areia utilizada foi previamente lavada e, em seguida, alocada em bandejas plásticas. A umidade foi mantida com irrigações de acordo com a necessidade. A avaliação do número de plântulas normais emergidas foi realizada no décimo quinto dia (NAKAGAWA, 1999);

Produtividade de sementes: determinada pela colheita das sementes contidas nas plantas em área útil da parcela. Após trilha mecânica, as sementes foram pesadas e os dados transformados em kg ha⁻¹ a 13% de umidade.

150

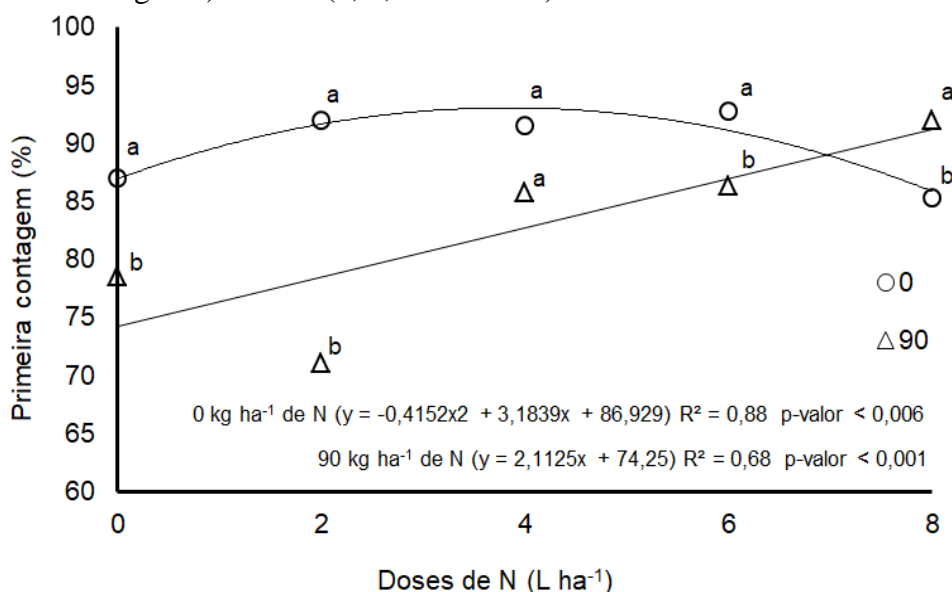
Os dados foram submetidos à análise de variância e, posteriormente, as médias de N aplicados via solo foram comparadas pelo teste F e as médias de N aplicadas via foliar submetidas à análise de regressão polinomial até 2º grau, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância revelou interação significativa ($p < 0,05$) entre as doses de nitrogênio via solo e foliar para as variáveis primeira contagem da germinação, porcentagem de germinação, comprimento, matéria seca e emergência de plântulas.

Na ausência de adubação nitrogenada via solo, no perfilhamento do trigo, a primeira contagem da germinação (Figura 2) foi superior comparado à dose de 90 kg ha⁻¹ N, quando combinado as doses de 0, 2 e 6 L ha⁻¹ do fertilizante foliar. No entanto, para a dose de 8 L ha⁻¹ do produto a porcentagem de germinação foi superior quando combinado 90 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio.

Figura 2 - Primeira contagem de germinação de sementes de trigo da cultivar Quartzo, em função de diferentes doses e fontes de N aplicadas no perfilhamento, via solo (0 e 90 kg ha⁻¹) e foliar (0, 4, 6 e 8 L ha⁻¹).

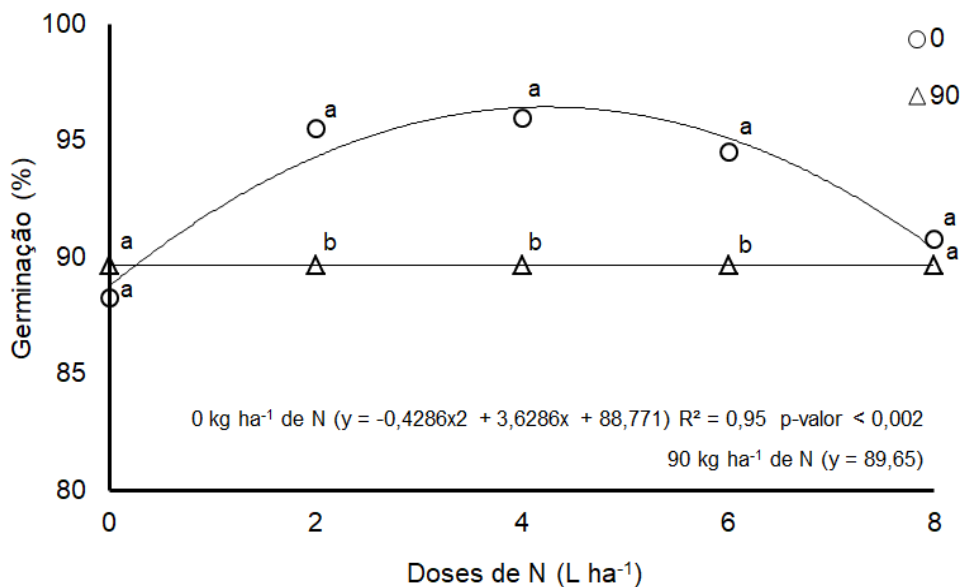


Fonte: Próprio autor.

Os resultados da germinação revelaram que a ausência de sulfato de amônio, combinado às doses de 2, 4 e 6 L ha⁻¹ de N foliar, apresenta maior porcentagem de germinação, com resposta quadrática altamente significativa e máxima germinação na dose de 6 L ha⁻¹ do fertilizante foliar (Figura 3). Quando aplicado 90 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio não houve diferença significativa entre as doses do fertilizante foliar sobre a germinação das sementes. Assim, a aplicação de N via foliar é justificada, para o aumento da germinação, apenas quando não aplicado sulfato de amônio.

Nota-se que não houve diferença significativa entre as doses 0 e 90 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio com aplicação convencional via solo quando não aplicado adubação foliar complementar. Favarato *et al.* (2012) também observaram que a aplicação convencional, de diferentes doses de N no perfilhamento, não teve efeito sobre a germinação das sementes de trigo produzidas. Os mesmos autores ressaltaram que uma sutil diferença na qualidade fisiológica das sementes foi observada apenas quando utilizado o teste envelhecimento acelerado, o qual utiliza condições extremas e alterações no metabolismo das sementes.

Figura 3 - Germinação de sementes de trigo da cultivar Quartzo, em função de diferentes doses e fontes de N aplicadas no perfilhamento, via solo (0 e 90 kg ha⁻¹) e foliar (0, 4, 6 e 8 L ha⁻¹).



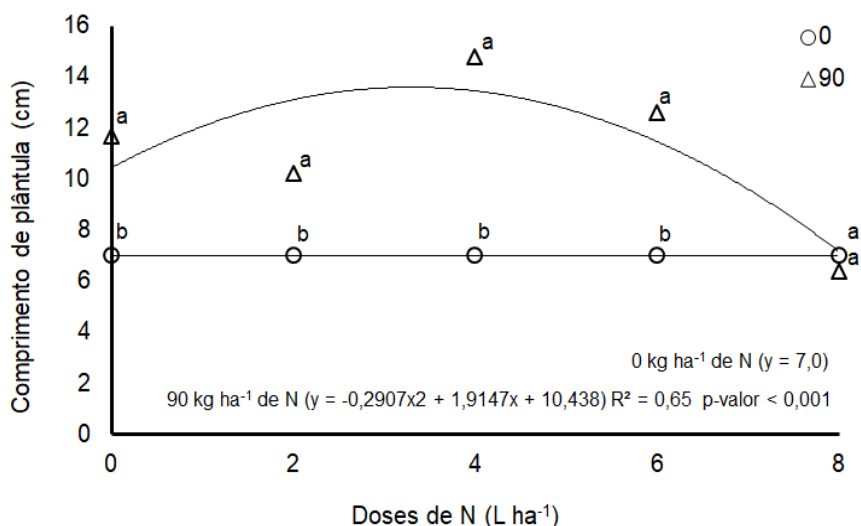
Fonte: Próprio autor.

152

Contudo, os valores obtidos para todas as combinações de doses de N encontram-se acima dos padrões mínimos, de 80% de germinação, estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para comercialização de sementes de trigo.

Maior comprimento de plântulas (Figura 4) foi observado na dose 90 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio, combinado a todas as doses da adubação foliar, exceto para a dose de 8 L ha⁻¹. Não houve efeito da adubação foliar quando combinado a ausência de sulfato de amônio. Plântulas oriundas de sementes produzidas com aplicação de 90 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio combinado à adubação foliar de 0, 2 e 4 L ha⁻¹ de N32, também apresentaram maior acúmulo matéria seca (Figura 5) comparado à ausência de sulfato de amônio.

Figura 4 - Comprimento de plântulas de trigo da cultivar Quartzo, em função de diferentes doses e fontes de N aplicadas no perfilhamento, via solo (0 e 90 kg ha⁻¹) e foliar (0, 4, 6 e 8 L ha⁻¹).

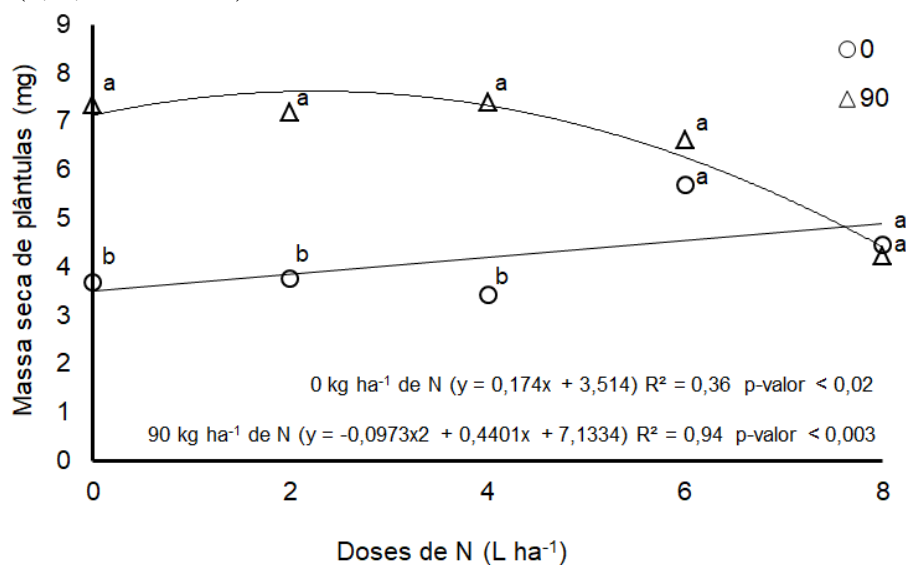


Fonte: Próprio autor.

O maior comprimento e matéria seca de plântulas na dose de 90 kg ha⁻¹ pode ser explicado pela maior absorção de N pelas plantas e translocação para as sementes que ocorre com o acréscimo nas doses de sulfato de amônio no solo, resultando em acúmulo de nitrogênio total e, conseqüentemente, maior teor de proteínas nas sementes (ESPINDULA *et al.*, 2010).

153

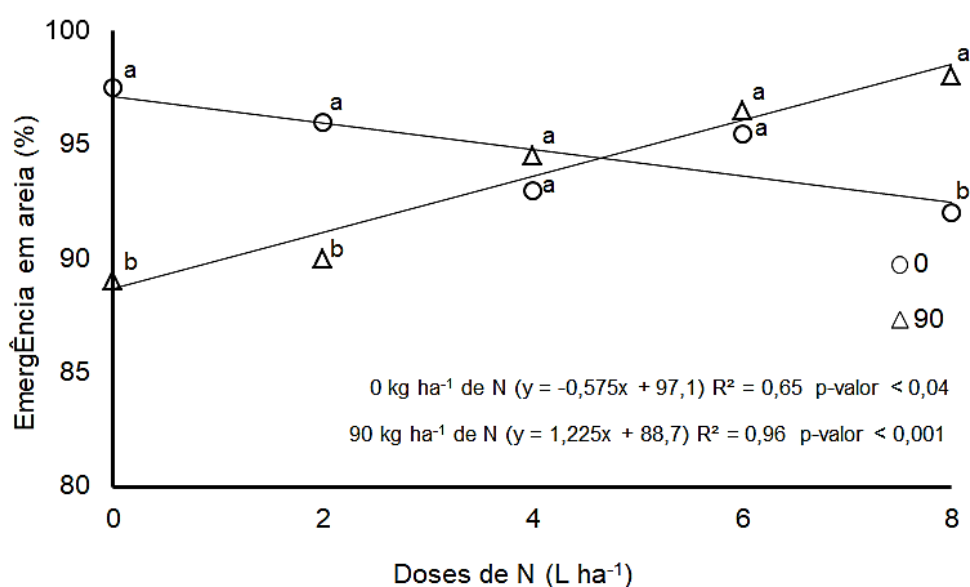
Figura 5 - Matéria seca de plântulas de trigo da cultivar Quartzo, em função de diferentes doses e fontes de N aplicadas no perfilhamento, via solo (0 e 90 kg ha⁻¹) e foliar (0, 4, 6 e 8 L ha⁻¹).



Fonte: Próprio autor.

A emergência de plântulas (Figura 6) apresentou comportamento linear decrescente na ausência de sulfato de amônio, com máxima emergência combinado a ausência de N via foliar. Na dose de 90 kg ha⁻¹ o comportamento foi linear crescente, com máxima emergência quando combinado a dose de 8 L ha⁻¹ de N32 via foliar. Ou seja, doses elevadas de N via solo aumenta a necessidade de adubação foliar complementar para a variável.

Figura 6 - Emergência de plântulas de trigo da cultivar Quartzo, em função de diferentes doses e fontes de N aplicadas no perfilhamento, via solo (0 e 90 kg ha⁻¹) e foliar (0, 4, 6 e 8 L ha⁻¹).



Fonte: Próprio autor.

CONCLUSÕES

A qualidade fisiológica das sementes de trigo é influenciada pelas doses de nitrogênio via solo e foliar. Aplicação de N via foliar no perfilhamento sulfato de a ausência de sulfato de amônio aumenta a porcentagem de germinação, com máxima germinação na dose de 6 L ha⁻¹. A dose de 90 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio combinado à adubação foliar complementar resulta em maior vigor das sementes de trigo.

REFERÊNCIAS

- BISCARO, G. A.; MOTOMIYA, A. V. A.; RANZI, R.; VAZ, M. A. B.; PRADO, E. A. F.; SILVEIRA, B.L.R. Desempenho do milho safrinha irrigado submetido a diferentes doses de nitrogênio via solo e foliar. **Revista Agrarian**, [S.l.], v. 4, n. 11, p. 10-19, 2011. Disponível em: <http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/1119>. Acesso em: 14 jul. 2019.
- BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Estádios fenológicos do trigo para a adubação nitrogenada em cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [S.l.], v. 25, n. 2, p. 317-323, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v25n2/08.pdf> . Acesso em: 14 jul. 2019.
- ESPINDULA, M. C.; CAMPANHARO, M.; SOARES, V. R.; MONNERAT, P. H.; FAVARATO, L. F. Composição mineral de grãos de trigo submetidos a doses de sulfato de amônio e trinexapac-etil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, [S.l.], v. 40, n. 4, p. 513-520, 2010. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/2530/253019677014.pdf> . Acesso em: 14 jul. 2019.
- FAVARATO, L. F.; ROCHA, V. S.; ESPINDULA, M. C.; de SOUZA, M. A.; PAULA, G. S. Adubação nitrogenada e qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Bragantia**, [S.l.], v. 71, n. 1, 2012. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/brag/2012nahead/aop_1053_12.pdf . Acesso em: 14 jul. 2019.
- FERNANDES, F. C. S.; LIBARDI, P. L. Percentagem de recuperação de nitrogênio pelo milho, para diferentes doses e parcelamentos do fertilizante nitrogenado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 6, n. 3, p. 285-296, 2007. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/104450/1/Percetagem-recuperacao.pdf> . Acesso em: 14 jul. 2019.
- GOMES JUNIOR, F. G.; SÁ, M. E. Proteína e qualidade de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em função da adubação nitrogenada em plantio direto. **Revista Brasileira de Sementes**, [S.l.], v. 32, n. 1, p. 34 - 44, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v32n1/v32n1a04.pdf> . Acesso em: 14 jul. 2019.
- HARPER, J. E. Nitrogen metabolism. In: BOOTE, K. J. et. al. **Physiology and determination of crop yield**. American Society of Agronomy, 1994. Cap.11A, p. 285-302.
- HENNING, F. A.; MERTZ, L. M.; JACOB JUNIOR, E. A.; MACHADO, R. D.; FISS, G.; ZIMMER, P. D. Composição química e mobilização de reservas em sementes de soja de alto e baixo vigor. **Bragantia**, [S.l.], v. 69, n. 3, p. 727-734, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/brag/v69n3/26.pdf> . Acesso em: 14 jul. 2019.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006.
- 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**, [S.l.], v.33, p.1055-

1060, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cagro/v33n4/a16v33n4.pdf> . Acesso em: 14 jul. 2019.

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**, Londrina, v. 26, n. 2, p. 141-148, 2005. Disponível em: <http://www.redalyc.org/pdf/4457/445744076001.pdf> . Acesso em: 14 jul. 2019.