

Área: Tecnologia de Alimentos

DOSES, ÉPOCAS E PARCELAMENTOS DE FERTILIZAÇÃO NITROGENADA NA QUALIDADE TECNOLÓGICA DE TRIGO

Lidiane Borges Dias de Moraes*, **Janete DeLiberalli Freo**, **Gabriela Soster Santetti**,
Moacir Cardoso Elias, **Luiz Carlos Gutkoski**

Laboratório de Cereais do Cepa, Curso de Engenharia de Alimentos, Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Universidade de Passo Fundo. Instituto Federal Rio Grande do Sul, Campus Sertão, Sertão, RS. Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial da UFPel.

**E-mail: lidiane.moraes@sertao.ifrs.edu.br*

RESUMO – O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de doses, épocas e parcelamentos de fertilização nitrogenada sobre a produtividade e a qualidade de panificação de trigo. As amostras de trigo tipo pão, cultivares Ônix, Quartzo e Mirante foram obtidas através do emprego de diferentes manejos de fertilização com nitrogênio (N), aplicados nas doses de 36, 100 e 120 kg N ha⁻¹, nas épocas de semeadura, perfilhamento e floração. As análises laboratoriais foram realizadas em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os parâmetros analisados foram produtividade de grãos, força de glúten, tenacidade, extensibilidade e estabilidade da massa e volume do pão. A elevação da dose de N com aplicação parcelada nas épocas de semeadura, perfilhamento e floração de trigo promoveram melhoria dos parâmetros reológicos da massa. A fertilização nitrogenada melhora a qualidade tecnológica dos grãos e contribui para a adequação das cultivares na classe pão, em acordo com a nova legislação de comercialização de trigo no Brasil.

Palavras-chave: *Triticum aestivum*, rendimento de grão, nitrogênio, glúten, reologia.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de cultivares de trigo altamente produtivo, adaptadas as diferentes regiões do país e resistentes às doenças centraram as principais pesquisas voltadas ao setor tritícola nacional, no entanto, com a crescente exigência das indústrias de moagem e o estabelecimento, através da Instrução Normativa nº 38, de 30/11/2010, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), de um novo padrão oficial de classificação do trigo no Brasil, a variável qualidade vem sendo incorporada na busca por produzir grãos compatíveis com a demanda de mercado. A Instrução Normativa, que entrou em vigor em julho de 2012, determina que no critério de classificação de trigo pão, a força de glúten (W) passe de no mínimo 180 para 220 x 10⁻⁴ J e/ou que a estabilidade farinográfica seja maior do que dez minutos (BRASIL, 2010).

No Rio Grande do Sul, estado que juntamente com o Paraná e Santa Catarina concentram 94% da produção nacional (CONAB, 2012), grande parte do trigo produzido nos últimos anos tem apresentado W abaixo de 180×10^{-4} J. Isto não atende a demanda do mercado, pois do total de trigo consumido no Brasil, que é de aproximadamente 10 milhões de toneladas, 14% são destinados para uso doméstico, 15% para fabricação de macarrão, 11% para biscoitos e 60% para a indústria de panificação (ABITRIGO, 2011), o que exige maior produção de trigo da classe pão.

A força de glúten e a estabilidade estão relacionadas às propriedades de formação da massa, ou seja, quanto tempo a mistura de farinha e água resistem ao amassamento. Esses parâmetros são fundamentais para avaliar a qualidade tecnológica do trigo e estão ligados a dois determinantes fundamentais que são: o conteúdo e a composição das proteínas da farinha, em especial as proteínas do glúten (GARRIDO-LESTACHE et al., 2005; DUPONT et al. 2006).

Nos últimos anos, a estratégia empregada para aumentar o conteúdo de proteínas dos grãos e obter produtos de panificação de alta qualidade está focada no manejo de fertilização nitrogenada, específico para cada genótipo e ambiente, ao invés da criação de novas cultivares de trigo (FUERTES-MENDIZÁBAL et al., 2010). No entanto, o contínuo aumento da produtividade, devido ao progresso da genética conduziu ao decréscimo da relação proteína x amido nos grãos (TRIBOI e TRIBOI-BLONDEL, 2002), levando a redução na qualidade de panificação. Assim, a decisão sobre a estratégia de manejo de aplicação de N na cultura do trigo se constitui em um grande desafio e possui dimensões e características diversas, devendo ser definida de acordo com o genótipo e as condições ambientais. Nesse contexto, realizou-se o presente trabalho com o objetivo de avaliar os efeitos de doses, épocas e parcelamentos de fertilização nitrogenada sobre a produtividade e a qualidade tecnológica e de panificação do trigo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento de campo foi conduzido na safra agrícola de 2010, na Agropecuária Sementes e Cabanha Butiá Ltda, localizada no Município de Coxilha, RS. A semeadura das cultivares de trigo Ônix, Quartzo e Mirante foi realizada mecanicamente no dia 20 de junho de 2010, em parcelas medindo $12,0 \text{ m}^2$ de área total e $10,8 \text{ m}^2$ de área útil, com duas repetições. O espaçamento entre linhas empregado foi de 0,17 m, profundidade de 5 cm e densidade de 300 sementes m^2 , no sistema de plantio direto na palha, sobre restos da cultura de soja. A colheita dos grãos foi realizada na segunda quinzena de novembro de 2010. A adubação de base empregada para as cultivares foi composta por 75 kg ha^{-1} de cloreto de cálcio (KCl) na pré semeadura e 200 kg ha^{-1} de fosfato de di-amônio (DAP) na semeadura, este último fornecendo 36 kg ha^{-1} de N e 92 kg ha^{-1} de pentóxido de fósforo (P_2O_5). A adubação de base foi realizada no tratamento controle, denominado manejo zero (M0), assim como nos demais tratamentos, denominados manejos 1 (M1), 2 (M2) e 3 (M3). A fertilização de cobertura foi aplicada de forma parcelada, que combinada com a adubação de base, completou a dose total de 100 kg ha^{-1} de N para M1 e 120 kg ha^{-1} de N para M2 e M3. A aplicação dos diferentes manejos de N foi conduzida conforme segue: M0 = 36 kg ha^{-1} de N na base; M1 = 36 kg ha^{-1} de N na base + 64 kg ha^{-1} de N no perfilhamento; M2 = 36 kg ha^{-1} de N

na base + 84 kg ha⁻¹ de N no perfilhamento; M3 = 36 kg ha⁻¹ de N na base + 64 kg ha⁻¹ N no perfilhamento + 20 kg ha⁻¹ de N na floração.

Nas fertilizações de cobertura o N foi aplicado na forma de uréia e o controle de moléstias e pragas foi efetuado através de três aplicações do fungicida Trifloxystrobin + Tebuconazole (Nativo[®], Bayer), na dose de 0,7 Kg ha⁻¹. O experimento de laboratório foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 3x4 (cultivares x manejos de fertilização), totalizando 12 tratamentos, sendo as análises realizadas com quatro repetições.

A produtividade do trigo foi determinada pela pesagem dos grãos, sendo os resultados expressos em kg ha⁻¹. As características viscoelásticas da farinha de trigo foram determinadas em aparelho alveógrafo, marca Chopin, modelo NG, França, realizado de acordo com o método n^o 54-30 da AACC (2000). As características de mistura da farinha de trigo foram determinadas no aparelho Mixolab, marca Chopin, modelo Mixolab, França, de acordo com o método n^o 54-60.01 da AACC (2000). O processamento de dados e análise estatística foi realizado com o uso do programa estatístico Sisvar[®] Versão 4.3, Build 75 (FERREIRA, 2000). A significância dos dados foi testada pela análise de variância a 0,01 e 0,05 de probabilidade de erro e, nos modelos significativos, as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade de grãos aumentou 22,71 g 100 g⁻¹ entre M0 e M1, em média, devido ao emprego de 64 kg ha⁻¹ de N, através de fertilização de cobertura, na época de perfilhamento do trigo (Tabela 1). Este resultado está de acordo com Li et al. (2001) os quais verificaram que na espécie *Triticum* o índice de produtividade dos grãos é definido no perfilhamento. O acréscimo de 20 kg ha⁻¹ de N no M2, em relação ao M1, e também o parcelamento na época de floração (M3), considerando-se a mesma dose de N, não alteraram significativamente ($p > 0.05$) a produtividade de grãos das cultivares. Os resultados obtidos neste estudo estão de acordo com López-Bellido et al. (2000) e Garrido Lestache et al. (2004, 2005), que também não observaram aumento significativo na produtividade de grãos com a aplicação de doses de N acima de 100 kg ha⁻¹. Para Wuest e Cassman (1992) a fertilização nitrogenada, realizada durante o crescimento vegetativo, aumenta a produtividade de grãos por influenciar o número de grãos por espigas e espigas por plantas, no entanto quando realizada na floração beneficia a concentração de proteínas.

A produtividade de grãos da cultivar Quartzo foi 4885 kg ha⁻¹, sendo significativamente superior a produtividade da Ônix e Mirante, que foi 4383 e 4467 kg ha⁻¹, respectivamente, e estas não apresentaram diferença significativa entre si. Estes resultados estão de acordo com o esperado para estas cultivares e acima das médias obtidas neste ano agrícola na região Sul, onde o Estado do Paraná apresentou a maior produtividade (2891 kg ha⁻¹), seguido por Santa Catarina (2755 kg ha⁻¹) e Rio Grande do Sul (2490 kg ha⁻¹) (CONAB, 2011).

Tabela 1. Produtividade, força de glúten (W), tenacidade (P), extensibilidade (L) e estabilidade da massa de três cultivares de trigo, fertilizadas com diferentes manejos de N⁽¹⁾.

Efeito	Produtividade (kg ha ⁻¹ a 13 g 100 g ⁻¹ de água)	W (10 ⁻⁴ J)	P (mm)	L (mm)	E (min)
Manejo ⁽²⁾					
M0	3870 b	201 c	69 b	74 b	18,05 b
M1	4749 a	224 b	72 ab	78 ab	18,65 ab
M2	4825 a	234 b	75 ab	81 ab	18,69 ab
M3	4869 a	250 a	77 a	85 a	19,28 a
Cultivar					
Ônix	4383 b	250 a	77 a	81 a	20,36 a
Quartzo	4885 a	227 b	67 b	87 a	16,85 c
Mirante	4467 b	225 b	75 a	70 b	18,79 b

⁽¹⁾Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. ⁽²⁾M0 = 36 kg ha⁻¹ de N na base; M1 = 36 kg ha⁻¹ de N na base + 64 kg ha⁻¹ de N no perfilhamento; M2 = 36 kg ha⁻¹ de N na base + 84 kg ha⁻¹ de N no perfilhamento; M3 = 36 kg ha⁻¹ de N na base + 64 kg ha⁻¹ N no perfilhamento + 20 kg ha⁻¹ de N na floração.

O W variou significativamente ($p \leq 0,05$) com os manejos de fertilização nitrogenada empregados neste estudo. Enquanto a elevação na dose de N entre M0 e M2 foi responsável pelo aumento médio de 16,41 g 100 g⁻¹ no W, a aplicação parcelada, incluindo N na floração, promoveu aumento significativo de 6,83 g 100 g⁻¹ no W (Tabela 1). Este último percentual confirma a importância da aplicação tardia de N tanto para incremento da quantidade quanto da qualidade das proteínas, que por sua vez se traduz em farinhas de glúten mais forte. Através dos resultados de W, que é um dos critérios considerados para classificação do trigo no Brasil, verificou-se que as farinhas resultantes do M0 não apresentaram valor mínimo de W de 220 x10⁻⁴ J exigido para que o trigo seja enquadrado na classe pão (BRASIL, 2010). A partir do M1, os valores de W aumentaram gradativamente, permitindo o enquadramento das cultivares nesta classe.

A tenacidade (P) e extensibilidade da massa (L) não variaram significativamente com o aumento na dose e parcelamento de N empregados entre os manejos M0, M1 e M2. No entanto, quando comparados M0 e M3, P e L apresentaram aumento significativo de 11,91 e 15,31 g 100 g⁻¹, respectivamente. Resultados similares demonstrando o aumento de P e L com a elevação da dose e o parcelamento de N foram reportados por Garrido-Lestache et al. (2005) e Fuertes-Mendizábal et al. (2010). Também em acordo com nossos resultados Garrido-Lestache et al. (2004) e Fuertes-Mendizábal et al. (2010) constataram que L foi mais sensível aos manejos de fertilização de N do que P. Segundo estes autores o comportamento elástico da massa (P) ou sua resistência a deformação, embora apresente variação frente aos manejos de N, está mais intimamente ligado a cultivar.

A estabilidade da massa foi significativamente superior no M3 em relação aos demais manejos, que não variaram entre si. Nos diferentes manejos e cultivares, o tempo de estabilidade médio da massa apresentou-se acima do mínimo exigido para classificação do trigo como pão, que de acordo com a Instrução Normativa n^o

38, de 30 de novembro de 2010, é de 10 min (BRASIL, 2010). Segundo este critério, as três cultivares poderiam ser classificadas como trigo melhorador, o qual exige tempo de estabilidade mínima de 14 min. O uso da medida de estabilidade, segundo Mirálbes (2004) é utilizado como indicador de tolerância das farinhas a mistura, que tendem a ser mais estáveis à medida que as farinhas forem mais fortes. Esta afirmativa foi confirmada através da relação entre o superior valor de W e estabilidade da massa observados no M3 e na cultivar Ônix. A cultivar Ônix apresentou força de glúten (W) e estabilidade da massa significativamente superior, enquanto isto, a cultivar Quartzo apresentou tenacidade da massa (P) inferior às demais.

4 CONCLUSÃO

Doses de fertilização superiores a 100 kg N ha⁻¹ e após a época de perfilhamento não alteram a produtividade de grãos. A elevação na dose e o parcelamento de aplicação de N nas épocas de semeadura, perfilhamento e floração das plantas de trigo melhoram as propriedades tecnológicas dos grãos e contribui para a adequação das cultivares na classe pão, de acordo com a nova legislação de comercialização de trigo no Brasil.

5 AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico por concessão de bolsas; à Secretaria da Ciência, Inovação e Desenvolvimento Tecnológico do Estado do Rio Grande do Sul, pelo apoio financeiro.

6 REFERÊNCIAS

- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the American Association of Cereal Chemists**. 10th ed. Saint Paul: AACC International, 2000.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO TRIGO – ABITRIGO. **O Triticulor e o Mercado**. São Paulo, 2011. 44p. Disponível em: <<http://www.abitrigo.com.br>>. Acesso em fev. 2011.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Regras para análise de sementes. Brasília, 2009. 399p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 38, de 30 de novembro de 2010. Regulamento técnico do trigo. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 29, p. 2, 1 dez. 2010. Seção 1.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. In Acompanhamento da Safra brasileira: **Grãos, sexto levantamento, safra 2010/2011**, Brasília, 2011, 40p. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: dez. 2011.

DUPONT, F.M.; HURKMAN, W.J.; VENSEL, W.H.; CHAN, R.; LOPEZ, R.; TANAKA, C.K.; ALTENBACH, S.B. Differential accumulation of sulfur-rich and sulfur-poor wheat flour proteins is affected by temperature and mineral nutrition during grain development. **Journal of Cereal Science**, v. 44, p. 101-112, 2006.

FERREIRA, D. F. SisVar 4.3. 2000. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br>>. Acesso em: 13 jul. 2010.

FUERTES-MENDIZÁBAL, T.; AIZPURUA, A.; GONZÁLEZ-MORO, M.B.; ESTAVILLO, J.M. Improving wheat breadmaking quality by splitting the N fertilizer rate. **European Journal Agronomy**, v. 33, p. 52-61, 2010.

GARRIDO-LESTACHE, E.; LÓPEZ-BELLIDO, R.J.; LÓPEZ-BELLIDO, L. Effect of N rate, timing and splitting and N type on bread-making quality in hard red spring wheat under rainfed Mediterranean conditions. **Field Crops Research**, v. 85, p. 213-236, 2004.

GARRIDO-LESTACHE, E.; LOPEZ-BELLIDO, R.J.; LOPEZ-BELLIDO, L. Durum wheat quality under Mediterranean conditions as affected by N rate, timing and splitting, N form and S fertilization. **European Journal of Agronomy**, v. 23, p. 265-278, 2005.

LI, C.; CAO, W.; DAI, T. Dynamic characteristics of floret primordium development in wheat. **Field Crops Research**, v.71, p. 71-76, 2001.

LÓPEZ-BELLIDO, L.; LÓPEZ-BELLIDO, R.J.; CASTILLO, J.E.; LÓPEZ-BELLIDO, F.J. Effects of tillage, crop rotation and nitrogen fertilization on wheat under rainfed Mediterranean conditions. **Agronomy Journal**, v. 92, p. 1054-1063, 2000.

MIRALBÉS, C. Quality control in the milling industry using near-infrared transmittance spectroscopy. **Food Chemistry**, v. 88, p. 621-628, 2004.

TRIBOI, E.; TRIBOI-BLONDEL, A.M. Productivity and grain or seed composition: a new approach to an old problem. **European Journal of Agronomy**, v. 16, p. 163-186, 2002.

WUEST, S.B.; CASSMAN, K.G. Fertilizer-nitrogen use efficiency of irrigated wheat. 1. Uptake efficiency of preplant versus late-season application. **Agronomy Journal**, v. 84, p. 682-688, 1992.