

Resposta do trigo a diferentes fontes e doses de nitrogênio em cobertura

Kauan Maycon Pez^{*1}; Augustinho Borsoi¹

¹ Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.

* pezkauan@gmail.com

Resumo: O presente estudo teve por objetivo avaliar a resposta da cultura do trigo sob diferentes doses e fontes de nitrogênio em cobertura. O experimento foi conduzido em Nova Prata do Iguaçu – PR, entre maio e outubro de 2025, utilizando delineamento experimental de blocos ao acaso, composto por cinco tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos avaliados consistiram em quantificar a quantidade pura de Nitrogênio, a partir disto os tratamentos designados foram: T1 – 0 kg ha⁻¹ de N; T2 – 120 kg ha⁻¹ de N; T3 – 60 kg ha⁻¹ de N com reaplicação de 60 kg ha⁻¹ após 15 dias; T4 – 60 kg ha⁻¹ de N e T5 – 120 kg ha⁻¹ de N. Assim, nas parcelas T2, T3 e T4 realizou-se a adubação de cobertura com ureia + sulfato de amônio (N 30 % + S 15 %) em cobertura e as parcelas do T5 utilizadas sulfato de amônio (N 20,5 % + S 23 %). Foram avaliadas altura de plantas, produtividade de grãos, peso hectolitro e acamamento. A adubação nitrogenada influenciou significativamente a produtividade de grãos e o peso hectolitro, enquanto a altura de plantas e o acamamento não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos. Doses mais elevadas de N e a utilização de sulfato de amônio (N + S) proporcionaram maiores rendimentos e melhor qualidade dos grãos.

Palavras-chave: Adubação nitrogenada; Cultura de inverno; Nutrição mineral; *Triticum aestivum* L.

Wheat Response to Different Nitrogen Doses

Abstract: The present study aimed to evaluate the response of wheat cultivation to different nitrogen rates and sources applied as topdressing. The experiment was conducted in Nova Prata do Iguaçu, Paraná, Brazil, between May and October 2025, using a randomized block design with five treatments and five replications. The treatments consisted of different amounts and sources of nitrogen: T1 – 0 kg ha⁻¹ N; T2 – 120 kg ha⁻¹ N; T3 – 60 kg ha⁻¹ N with an additional 60 kg ha⁻¹ applied 15 days later; T4 – 60 kg ha⁻¹ N; and T5 – 120 kg ha⁻¹ N. Nitrogen was supplied as urea + ammonium sulfate (30 % N, 15% S) in treatments T2, T3, and T4, whereas ammonium sulfate (20.5 % N + 23 % S) was used in T5. Plant height, grain yield, test weight, and lodging were evaluated. Nitrogen fertilization significantly affected grain yield and test weight, while plant height and lodging showed no statistical differences among treatments. Higher nitrogen doses and the use of ammonium sulfate (N + S) resulted in increased productivity and improved grain quality.

Keywords: Nitrogen fertilization; Winter crop; Mineral nutrition; *Triticum aestivum* L.

Introdução

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é uma das principais culturas agrícolas do mundo, desempenhando um papel fundamental na segurança alimentar global. Para garantir um bom desenvolvimento e alta produtividade, o manejo da adubação nitrogenada é essencial, pois o nitrogênio é um dos nutrientes mais exigidos pela cultura. No contexto brasileiro, especialmente nas regiões tradicionais de cultivo, o trigo assume papel estratégico como parceiro da soja na promoção da sustentabilidade agrícola, como uma opção de rotação de cultura. O sucesso da cultura depende de um planejamento criterioso, que considere as peculiaridades regionais, os riscos e potencialidades ambientais, a expectativa de rendimento de grãos e a relação entre receita e investimento (Pires, 2017).

Além de sua importância econômica, o trigo também exerce papel relevante na sustentabilidade dos sistemas agrícolas, ao evitar o pousio no inverno, favorecer a rotação de culturas e melhorar a estrutura do solo. O cultivo contribui ainda para o controle de pragas e doenças, reduzindo a necessidade de defensivos agrícolas, e para a proteção do solo contra erosão e lixiviação de nutrientes, aspectos essenciais à manutenção da fertilidade e à conservação ambiental (Embrapa Trigo, 2017).

Considerando sua relevância agrônômica e ambiental, o manejo adequado da adubação nitrogenada tornou-se um dos principais fatores determinantes para o sucesso da cultura do trigo. Recomenda-se que a aplicação de nitrogênio seja realizada de forma fracionada de 15 a 20 kg ha⁻¹ na semeadura e o restante em cobertura, visando otimizar a absorção do nutriente e reduzir perdas por volatilização e lixiviação (Mais Soja, 2020). Quando usada como fonte de nitrogênio, a adição simultânea de enxofre por meio do Sulfato de amônio torna-se estratégica, pois o enxofre é essencial para a síntese de aminoácidos e proteínas, contribuindo para o desenvolvimento vegetal e para o acúmulo de massa e grãos. A fertilização com enxofre tem demonstrado elevar tanto a produtividade quanto a concentração proteica nos grãos de trigo, especialmente quando há interação com o nitrogênio. Essa fonte reduz as perdas de nitrogênio por volatilização quando comparada a fertilizantes como a ureia, o que aumenta a eficiência de uso do N pelo sistema solo-planta (Roa *et al.*, 2024).

O nitrogênio é um dos principais nutrientes para o crescimento e a produtividade do trigo, por atuar na formação de aminoácidos, proteínas e pigmentos fotossintéticos. Apesar disso, sua eficiência de absorção pela cultura é limitada, variando entre 40 e 60% devido a perdas por volatilização, lixiviação e imobilização no solo. Por esse motivo, estratégias como o fracionamento das aplicações são importantes para sincronizar a oferta de N com fases de maior demanda, especialmente entre o perfilhamento e o alongamento do colmo. Estudos recentes

também mostram que cultivares modernas têm apresentado avanços genéticos que aumentam a eficiência de uso e absorção do nitrogênio, contribuindo para maior sustentabilidade e melhor aproveitamento do nutriente (Beche *et al.*, 2014; Elevagro, 2022).

O manejo da adubação nitrogenada exerce papel determinante no desempenho produtivo e estrutural do trigo, influenciando diretamente parâmetros como rendimento, altura de plantas e ocorrência de acamamento. Estudos recentes demonstram que a produtividade da cultura tende a aumentar com o incremento das doses de nitrogênio, porém esse efeito positivo está condicionado à forma e ao momento de aplicação do nutriente. Doses equilibradas e devidamente parceladas ao longo do ciclo permitem sincronizar a oferta de nitrogênio com as fases de maior demanda da planta, resultando em maior eficiência de aproveitamento e melhor formação de espigas (Mattuella *et al.*, 2018; Vazquez *et al.*, 2018).

Por outro lado, aplicações concentradas ou excessivas, especialmente na fase inicial, estimulam o crescimento vegetativo exagerado, elevando a altura das plantas e, conseqüentemente, a suscetibilidade ao acamamento, fator que reduz a interceptação de luz, dificulta a colheita e compromete o rendimento de grãos (Zhang *et al.*, 2017). Assim, a adoção de estratégias de manejo que combinem doses adequadas e parcelamento racional do nitrogênio representa uma prática essencial para alcançar altos rendimentos, manter a estabilidade das plantas e garantir a sustentabilidade produtiva do trigo em diferentes condições de cultivo.

Diante da importância do manejo adequado da adubação nitrogenada para o desempenho produtivo do trigo. O presente estudo teve como objetivo avaliar a resposta da cultura do trigo sob diferentes doses e fontes de nitrogênio em cobertura.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado em campo, no município de Nova Prata do Iguaçu – PR, localizado a 25°34'20" S, 53°27'17" W e a 279 metros de altitude. A região apresenta clima subtropical úmido, caracterizado por verões quentes, geadas pouco frequentes e ausência de estação seca definida, de acordo com a classificação apresentada no Atlas Climático do Paraná (IDR-PR/IAPAR, 2019).

Segundo a climatologia disponibilizada pelo Climatempo, o município apresenta temperaturas médias inferiores a 18 °C nos meses mais frios e superiores a 22 °C nos meses mais quentes, além de precipitação anual próxima de 1.800 mm, com chuvas distribuídas ao longo do ano (Climatempo, s.d.). O solo é classificado como Latossolo vermelho, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018).

O experimento foi realizado no período de 30 de maio com a semeadura até o momento da colheita em 11 de outubro de 2025, utilizando o delineamento experimental de blocos casualizados (DBC), com cinco tratamentos e cinco repetições, totalizando 25 parcelas experimentais, as quais serão compostas por parcelas no campo de 5 x 1,5 m.

Os tratamentos avaliados consistiram em quantificar a quantidade real de Nitrogênio e enxofre, a partir disto os tratamentos designados foram: T1 – 0 kg ha⁻¹ de N; T2 – 120 kg ha⁻¹ de N; T3 – 60 kg ha⁻¹ de N com reaplicação das mesmas doses após 15 dias; T4 – 60 kg ha⁻¹ de N e T5 – 120 kg ha⁻¹ de N. Assim, nas parcelas T2, T3 e T4 realizou-se a adubação de cobertura com ureia + Sulfato de amônio (N 30 %, S 15 %) em cobertura da marca FERTILIZE adubos, enquanto no tratamento T5 a fonte utilizada foi o sulfato de amônio (N 30 % + S 23 %) em cobertura da marca FERTIPAR fertilizantes, e para a adubação no sulco de semeadura, foram aplicados em todas as parcelas formulados NPK 10-15-15 da marca YARA, contendo ao todo 20 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

Inicialmente, realizou-se a análise de solo 30 dias antes da semeadura do trigo, com o objetivo de determinar suas características químicas, incluindo pH, teores de nutrientes e matéria orgânica. Os resultados dessa análise, apresentados na Tabela 1, foram obtidos previamente à implantação da cultura da soja, correspondente à safra de verão anterior. A área experimental apresentava histórico de cultivo sob o sistema de plantio direto, adotando-se a rotação entre soja na safra de verão e trigo na safra de inverno, prática comum nas regiões de clima subtropical do Brasil.

Tabela 1: Resultados da análise química do solo antes da implantação do experimento.

pH	P	V%	MO	Mg	Al ³⁺	K	Ca	T
CaCl ₂	mg dm ⁻³	%	%	Cmol _c dm ⁻³	Cmol _c dm ⁻³	Cmol _c dm ⁻³	Cmol _c dm ⁻³	Cmol _c dm ⁻³
5,1	1,14	65,59	3,5	1,72	0,0	0,13	8,35	10,20

Após a análise de solo, o solo foi preparado para a semeadura do trigo, com a aplicação dos herbicidas em pré-plantio para o controle de plantas daninhas e limpeza da área experimental nas seguintes doses 1,5 kg ha⁻¹ de glifosato WG e 0,5 L ha⁻¹ de 2,4-D. A semeadura foi realizada no dia 30 de maio de 2025, empregando-se a cultivar de trigo TBIO CALIBRE com espaçamento entre linhas de 17 cm e profundidade de 2 cm, e densidade de semeadura adotada de 180 kg ha⁻¹. A cultivar TBIO Calibre, lançada pela Biotrigo em 2021, é uma variedade de trigo classificada como superprecoce e voltada para a produção de grãos de alta produtividade, qualidade industrial e ampla adaptação no Brasil. Foram empregadas

técnicas de manejo adequadas para garantir a uniformidade das condições experimentais.

Durante o experimento, foram monitoradas as condições climáticas e edafológicas, realizando-se os ajustes necessários nos tratos culturais, como a aplicação de inseticidas como Imidacloprido + Beta-ciflutrina 200–300 mL ha⁻¹ e Lambda-cialotrina 150–250 mL ha⁻¹, herbicidas em controle de plantas daninhas pós-emergência como 2,4-D 0,5 mL ha⁻¹ e fungicidas no controle de doenças Trifloxistrobina + Tebuconazol 300–400 mL ha⁻¹ e Azoxistrobina 400 mL ha⁻¹, a fim de garantir o adequado desenvolvimento das plantas. As adubações de cobertura com nitrogênio foram aplicadas aproximadamente 25 dias após a semeadura, quando as plantas se encontravam na fase de perfilhamento. No tratamento T3, foi realizada uma reaplicação de nitrogênio 15 dias após a primeira aplicação, coincidindo com a fase de alongamento do colmo, com o objetivo de avaliar o efeito do fracionamento da dose sobre o desenvolvimento e a produtividade da cultura.

As variáveis analisadas incluíram a altura de plantas, o peso hectolitro, o acamamento e a produtividade de grãos. A altura das plantas foi avaliada na fase de maturação 100 dias após a semeadura, por meio de medições realizadas com o auxílio de uma trena milimétrica, tomando-se a distância do colo da planta até o ápice da espiga. Foram mensuradas dez plantas por parcela, cujos valores médios representaram a altura final. Na fase de colheita, foi avaliada a área acamada, utilizando trena milimétrica para medição de área acamada de cada parcela, visando determinar o percentual de acamamento da cultura.

A produtividade foi obtida por meio da colheita manual de uma área de 1 m² por parcela, sendo as espigas debulhadas manualmente e os grãos peneirados para separação da palhada. Posteriormente, os grãos foram pesados em balança de precisão para determinação da massa total com teor de umidade padrão de 13 % conforme a presente cultura avaliada, os valores obtidos foram convertidos para quilogramas por hectare (kg ha⁻¹). Por fim, amostras de grãos de cada parcela foram levadas a cooperativa e submetidas à medição de PH (peso hectolítrico) em uma balança de peso hectolítrico, a seguir os pesos das amostras analisadas com a tabela de PH, a fim de determinar o valor médio de pH final em cada tratamento.

Os dados serão submetidos à análise de variância (ANOVA) e quando significativo a comparação de médias foi realizada pelo teste de Tukey, a 5 % de significância, com auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2019).

Resultados e Discussão

Pode-se avaliar o efeito das diferentes doses e fontes de nitrogênio aplicadas em cobertura sobre o desempenho agrônômico do trigo na análise dos dados das variáveis disponíveis na Tabela 2. considerando as variáveis altura de plantas, produtividade de grãos, acamamento e peso hectolitro (PH). Essas características, avaliadas em conjunto, permitiram identificar a resposta da cultura ao manejo do nitrogênio, tanto em termos de desenvolvimento vegetativo quanto de qualidade e rendimento final.

Tabela 2 – Resumo da análise de variância e médias para altura de plantas, produtividade de grãos, acamamento e peso hectolitro de trigo, em função de diferentes doses e fontes de nitrogênio aplicadas em adubação de cobertura. Nova Prata do Iguaçu, 2025.

Tratamentos	Altura de plantas (cm)	Produtividade (kg ha ⁻¹)	PH (kg hl ⁻¹)	Acamamento (%)
T1	56,73 a	2658 b	75,41 b	24,01 a
T2	57,03 a	3152 a	76,34 ab	67,16 a
T3	56,07 a	3210 a	76,12 ab	42,92 a
T4	56,22 a	3062 a	76,41 a	34,13 a
T5	55,24 a	3236 a	76,32 ab	51,46 a
QM bloco	3,2872	15924	0,4539	38,8818
QM tratamento	2,382 ns	279354,12 **	0,838 *	1362,86 ns
CV%	3,29	2,98	0,67	52,74
Média geral	56,26	3063,6	76,11	43,94

QM: quadrado médio. CV: coeficiente de variação. ns: não significativo e *, **: significativo a 5 e 1 % de probabilidade de erro pelo teste F. Médias seguidas de mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro. T1: 0 kg ha⁻¹ de N; T2: aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N; T3: 60 kg ha⁻¹ de N com reaplicação da mesma dose após 15 dias; T4: 60 kg ha⁻¹ de N; e T5: 120 kg ha⁻¹ N.

Observou-se que a altura de plantas variou de 55,24 a 57,07 cm entre os tratamentos, e a ausência de diferença estatisticamente significativa sugere que o nitrogênio aplicado em cobertura não estimulou a alongação adicional do colmo no experimento. Esse comportamento pode ser atribuído à arquitetura genética das cultivares modernas de trigo, que frequentemente portam alelos de redução de altura, como Rht-B1b e Rht-D1b, responsáveis pelo porte semi-anão e pela maior resistência ao acamamento ao limitarem o alongamento dos entrenós. Estudos recentes destacam a ampla presença desses alelos em variedades comerciais, reduzindo a altura das plantas sem comprometer o rendimento (WANG *et al.*, 2025), e análises de germoplasma brasileiro indicam que cerca de 75 % das cultivares nacionais apresentam o alelo Rht-B1b (ROSA *et al.*, 2023). Assim, a estabilidade na altura observada é agronomicamente favorável,

pois reflete uma arquitetura robusta e resistente ao acamamento mesmo sob diferentes manejos de nitrogênio.

No caso do acamamento, embora as médias tenham apresentado ampla variação, oscilando de 24,01 % a 67,16 % entre os tratamentos, a análise pelo teste de Tukey não identificou diferença estatisticamente significativa. Apesar disso, observa-se uma tendência agrônômica clara, os tratamentos com menores doses de nitrogênio apresentaram os menores índices de acamamento, enquanto aqueles com maior disponibilidade de N exibiram valores superiores. Esse comportamento é compatível com o efeito fisiológico do nitrogênio no crescimento vegetativo, uma vez que doses mais elevadas tendem a intensificar a produção de biomassa aérea e a aumentar a carga estrutural sobre o colmo.

A adubação nitrogenada promove maior acúmulo de biomassa na parte aérea do trigo, o que pode elevar o risco de tombamento devido ao aumento da massa sustentada pelos entrenós (Drum *et al.*, 2022). Justificada também pelas chuvas e ventos fortes que ocorreram no final do mês de setembro, com o trigo já chegando ao final de seu ciclo, assim, mesmo na ausência de significância estatística, os valores observados indicam que o aumento progressivo do nitrogênio pode ter contribuído para maior fragilidade estrutural das plantas e, consequentemente, para os maiores percentuais de acamamento nos tratamentos com doses mais elevadas.

A produtividade de grãos apresentou variação considerável entre os tratamentos, com valores de 2.658 a 3.236 kg ha⁻¹, e demonstrou diferença estatisticamente significativa ($p < 0,01$), em resposta às doses e fontes de nitrogênio aplicadas em cobertura. Observou-se que todos os tratamentos que receberam N + S apresentaram desempenho superior ao tratamento testemunha, evidenciando a sensibilidade da cultura ao fornecimento desse nutriente, especialmente em fases de alta demanda fisiológica, como o perfilhamento e o enchimento de grãos.

Estudos recentes corroboram esse comportamento, indicando que o aumento da disponibilidade de nitrogênio intensifica a atividade fotossintética, eleva o acúmulo de carboidratos e favorece o enchimento dos grãos, resultando em maiores produtividades (Kubar *et al.*, 2022). Da mesma forma, pesquisas apontam que estratégias de manejo que otimizam a oferta de N, tanto em dose quanto em momento de aplicação, podem maximizar o rendimento da cultura ao melhorar o aproveitamento do nutriente e o desenvolvimento dos componentes produtivos (Wang *et al.*, 2023). No presente estudo, os maiores rendimentos foram registrados nos tratamentos com doses mais elevadas de nitrogênio e na fonte que forneceu enxofre, que atua em sinergia com o nitrogênio, permitindo a síntese eficiente de aminoácidos e proteínas,

aumentando o aproveitamento do N pela planta e contribuindo para maior produtividade e qualidade dos grãos. Sugerindo que tanto a quantidade quanto a forma de disponibilização do nutriente influenciaram diretamente o potencial produtivo. Assim, os resultados reforçam que a adubação nitrogenada associada ao enxofre em cobertura foi determinante para o incremento da produtividade, apresentando resposta mais expressiva do que as demais variáveis avaliadas.

O peso hectolitro apresentou variação de 75,41 a 76,41 kg hl⁻¹ e diferença significativa entre os tratamentos, evidenciando que a ausência de nitrogênio na testemunha resultou em menor qualidade física dos grãos em relação às parcelas adubadas. De modo geral, todos os tratamentos que receberam nitrogênio apresentaram PH superior ao T1, Medianas em T2, T3 e T,5 e superior em T4, mesmo que com diferenças numéricas discretas entre si, o que indica que a adubação em cobertura fracionada contribuiu para uma melhor densidade e qualidade dos grãos de trigo.

Esse comportamento é coerente com resultados observados em estudos brasileiros, nos quais o manejo adequado de nitrogênio melhorou parâmetros de qualidade industrial, inclusive o peso hectolitro (Salapata e Adami, 2018). Assim, a diferença observada entre a testemunha e os demais tratamentos confirma que o manejo nitrogenado exerceu influência positiva sobre a qualidade do grão.

Conclusão

O estudo demonstrou que a adubação nitrogenada no trigo, influenciando significativamente a produtividade de grãos e o peso hectolitro. Já altura de plantas e acamamento não foram influenciadas pela adubação nitrogenada.

Referências

BECHE, E.; BENIN, G.; BORNHOFEN, E.; DALLÓ, S. C.; SASSI, L. H. S.; OLIVEIRA, R. de. Eficiência de uso de nitrogênio em cultivares de trigo pioneiras e modernas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 49, n. 12, p. 948-957, dez. 2014.

BIOTRIGO GENÉTICA. *TBIO Calibre*. Disponível em: <https://biotrigo.com.br/cultivares/tbio-calibre/>. Acesso em: 14 nov. 2025.

CLIMATEMPO. Climatologia – Nova Prata do Iguaçu – PR. Disponível em: <https://www.climatempo.com.br/climatologia/2877/novapratadoiguacu-pr>. Acesso em: 16 nov. 2025.

DRUM, M. A.; BREDEMEIER, C. **Manejo da adubação nitrogenada em trigo baseado no acúmulo de biomassa e nitrogênio na parte aérea e no Índice de Vegetação por Diferença**

Normalizada (NDVI). Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2022. UFRGS. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/291211>. Acesso em 12 nov. 2025

ELEVAGRO. **Manejo da adubação nitrogenada em trigo.** [S. l.], 17 fev. 2022. Disponível em: <https://elevagro.com/manejo-da-adubacao-nitrogenada-em-trigo/>. Acesso em: 12 nov. 2025.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Fertilizante na medida certa em trigo.** Passo Fundo, 30 jun. 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/17063710/fertilizante-na-medida-certa-em-trigo>. Acesso em: 12 nov. 2025.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer analysis system to fixed-effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, Lavras, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

IDR-PR; IAPAR. Atlas Climático do Estado do Paraná. Londrina: Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná; Instituto Agrônomo do Paraná, 2019. Disponível em: <https://www.idrparana.pr.gov.br/system/files/publico/agrometeorologia/atlas-climatico/atlas-climatico-do-parana-2019.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2025.

KUBAR, M. S.; WEI, W.; FENG, A.; SUN, G.; WANG, E.; HUANG, Y.; LI, Z.; et al. Nitrogen fertilizer application rates and ratios promote the photosynthetic traits and grain yield in winter wheat. **Frontiers in Plant Science**, v. 13, p. 1011515, 2022.

MAIS SOJA. **Manejo do nitrogênio no trigo.** 2020. Disponível em: <https://maissoja.com.br/manejo-do-nitrogenio-no-trigo/>. Acesso em: 16 nov. 2025.

MATTUELLA, D.; SIMIONI, S. P.; SEGATTO, C.; CIGEL, C.; ADAMS, C. R.; KLEIN, C.; LAJÚS, C. R.; SORDI, A. Eficiência agrônômica da cultura do trigo submetida a doses de nitrogênio em diferentes estádios ontogênicos. **Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 16, n. 3, p. 1-9, 2018.

PIRES, J. L. F. **A importância do trigo para a sustentabilidade da agricultura brasileira.** Brasília, DF: Embrapa, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/25637706/artigo-a-importancia-do-trigo-para-a-sustentabilidade-da-agricultura-brasileira>. Acesso em: 12 nov. 2025.

ROSA, S. B.; HUMPHREYS, G.; LANGILLE, L.; VOLDENG, H.; HENRIQUEZ, M. A.; BURT, A. J.; RANDHAWA, H. S.; FETCH, T.; HIEBERT, C. W.; BLACKWELL, B.; ZEGEYE, T.; CUMMISKEY, A.; FORTIER, E.; SCHEEREN, P. L.; TURRA, C.; MCCALLUM, B. Characterization of Brazilian spring wheat germplasm and its potential for increasing wheat genetic diversity in Canada. **Frontiers in Genetics**, v. 14, p. 1125940, 2023.

ROA, G. A.; QUINTANA-OBREGÓN, E. A.; GONZÁLEZ-RENTERIA, M.; RUIZ-DIAZ, D. A. Increasing Wheat Protein and Yield through Sulfur Fertilization and Its Relationship with Nitrogen. **Nitrogen**, Basel, v. 5, n. 3, p. 579-598, 2024.

SALAPATA, M. C.; ADAMI, P. F. **Resposta de cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) a diferentes manejos de nitrogênio.** Monografia (Bacharelado) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos, 2018. Disponível em:

https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/10666/1/DV_COAGR_2018_1_16.pdf. Acesso em: 15 nov. 2025.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAÚJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.

VÁZQUEZ, G. H.; PEREIRA, H. A. Nitrogênio em cobertura na cultura do trigo em área anteriormente cultivada com milho. In: CONGRESSO TÉCNICO-CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA – CONTECC' 2018, Maceió. **Anais...** Maceió: CONFEA/CREA, 2018. Disponível em: <https://www.confea.org.br/>. Acesso em: 12 nov. 2025.

WANG, Y.; ZHAO, X.; LI, P.; ZHANG, T.; GUO, J.; WANG, Y. Optimal nitrogen management to achieve high wheat grain yield. **Field Crops Research**, v. 300, p. 108467, 2023.

WANG, Y.; SHI, J.; HE, Y.; TAO, Y.; REN, L.; SHAO, Q. Molecular characteristics and regulatory effects of dwarfing Rht genes in *Triticum aestivum* L. **BMC Plant Biology**, v. 25, p. 1529, 2025.

ZHANG, M.; WANG, H.; YI, Y.; DING, J.; ZHU, M.; LI, C. Effect of nitrogen levels and nitrogen ratios on lodging resistance and yield potential of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). **PLoS One**, v. 12, n. 11, e0187543, 2017.