

Efeitos da aplicação de Citocinina no trigo: Impactos na qualidade do grão e da farinha

MIQUELE SODRÉ NOVAK¹; LARISSA ALVES RODRIGUES²; SILVIA LETÍCIA RIVERO MEZA³; LÁZARO DA COSTA CORRÊA CAÑIZARES⁴; BETINA BUENO PERES⁵; MAURÍCIO DE OLIVEIRA⁶

¹Universidade Federal de Pelotas – miquele_novak@hotmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – larissaalvesrodrigues23@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas - silvialrmezaufpel@gmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – lazarocoosta@hotmail.com

⁵Universidade Federal de Pelotas – betinabuenop@gmail.com

⁶Universidade Federal de Pelotas – mauricio@labgraos.com.br

1. INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é um dos cereais mais cultivados no mundo, responsável por mais de 35% das calorias e proteínas consumidas globalmente (CHAUDHARY et al., 2024). Com produção estimada em 777 milhões de toneladas e projeção de 791 milhões até 2025, sua expansão para áreas com infraestrutura agrícola limitada e estresses climáticos tem exigido estratégias que garantam estabilidade de rendimento e qualidade dos grãos (Rodrigues et al., 2025).

Nesse cenário, o uso exógeno de fitohormônios, como a citocinina, tem se mostrado promissor por modular respostas fisiológicas essenciais, incluindo divisão celular, atraso da senescência e manutenção da fotossíntese durante o florescimento e enchimento de grãos, e estão associadas a tolerância à seca e à ativação antioxidante (PANOZZO et al., 2025).

Estudos indicam que a citocinina pode melhorar o rendimento ao aumentar o peso e o número de grãos, além de influenciar positivamente o acúmulo de proteínas e micronutrientes por meio da regulação de genes das famílias *TaCKX* e *ZIP*. No entanto, apesar dos avanços, pouco se sabe sobre seus efeitos na qualidade tecnológica dos grãos e da farinha, especialmente em parâmetros importantes para a indústria, como o Falling Number, Capacidade de Retenção de Solventes e Composição Química, atributos que estão relacionados à formação de proteínas e à funcionalidade do amido durante o enchimento dos grãos (ZHANG et al., 2025).

Diante disso, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes doses de citocinina (0, 10 e 20 mL kg⁻¹), aplicadas no florescimento, sobre características tecnológicas e de qualidade da farinha de três genótipos comerciais de trigo (*Audaz*, *Ello* e *Ponteiro*), buscando contribuir com estratégias de manejo hormonal voltadas à qualidade industrial dos grãos em condições de campo.

2. METODOLOGIA

O experimento foi realizado durante a safra de 2021 no Centro Agropecuário da Palma na Universidade Federal de Pelotas (UFPel), no Capão do Leão-RS (24°48'43" S; 52°49'8" W), em solo classificado como Argissolo Amarelo Eutrófico Típico (SANTOS et al., 2013) e clima subtropical úmido (Cfa), segundo Köppen-Geiger (ALVAREZ et al., 2013). Foram utilizados três genótipos

de trigo (*Ponteiro*, *Audaz* e *Ello*), com densidade de 320 plantas m², totalizando cerca de 96.000 plantas, igualmente distribuídas.

A aplicação de citocinina foi realizada no estádio de florescimento pleno (GS 65 – escala de Zadoks), com três tratamentos: T0 (controle, sem aplicação), T10 (10 mL kg⁻¹) e T20 (20 mL kg⁻¹), utilizando pulverizador costal motorizado com volume de 160 L ha⁻¹. A colheita ocorreu entre os estágios 90 e 92 (escala de Zadoks). Após a colheita, os grãos foram secos até 12% de umidade e armazenados a 16 °C para análises posteriores.

2.1 Proteína

O teor de proteína, foi analisado utilizando a espectroscopia de reflectância no infravermelho próximo (NIRS) na faixa espectral de 400 a 2500 nm. As medições foram realizadas com o analisador NIRS DS2500 (FOSS, Dinamarca), que permite a quantificação rápida e não destrutiva dos principais parâmetros compostionais com base em perfis de reflectância difusa.

2.2 Peso de mil grãos

O peso de mil grãos (PMG) foi determinado seguindo os procedimentos descritos nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

2.3 Capacidade de retenção de solventes

A capacidade de retenção de solventes (SRC) foi determinada de acordo com o Método Aprovado 56-11 da AACC International (BETTGE et al., 2002). Para cada teste, 5 g de farinha branca foram suspensas em 25 g de quatro solventes diferentes: água destilada, solução de sacarose a 50%, solução de carbonato de sódio a 5% e solução de ácido lático a 5%.

2.4 Falling Number

O falling number (FN) foi realizado com a farinha branca, através do equipamento Falling Number (modelo FN 1800, Perten Instruments, EUA) de acordo com o método nº 56-81.03 da AACC (2010).

2.5 Análise estatística

O experimento seguiu um delineamento inteiramente casualizado (DIC) em um esquema fatorial 3 × 3, consistindo em três cultivares de trigo (*Ponteiro*, *Audaz* e *Ello*) e três doses de citocinina (0, 10 e 20 mL kg⁻¹), com três repetições. As análises estatísticas foram realizadas utilizando análise de variância (ANOVA) e, quando foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$), as médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey no software SAS.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1: Análises tecnológicas e de qualidade da farinha de genótipos de trigo cultivados com aplicação de diferentes doses de Citocinina.

Genótipos de Trigo	T0	T10	T20	Proteína (%)
Ponteiro	12.06±0.24Bb	13.15±0.40Ab	11.59±0.44Bb	
Audaz	14.82±0.57Ba	15.70±0.43Aa	13.15±0.33Ca	
Ello	12.40±0.40Bb	13.75±0.40Ab	12.00±0.22Bb	
Peso de Mil Grãos (g)				
Ponteiro	34.20 ±1.20Cb	37.80±1.00Aa	37.80±0.60Ab	

Audaz	33.80±1.60Ca	40.40±0.80Ab	40.70±0.80Aa
Ello	33.90±0.80Ca	39.90±1.20Ab	38.00±1.40Ab
Falling Number (s)			
Ponteiro	371.50±14.5Aa	350.50±1.50Ba	351.00±5.00Ba
Audaz	291.00±7.00Ab	302.00±8.00Ab	306.00±5.00Ab
Ello	306.50±4.50Ab	284.40±3.00Bb	285.50±45.50Bb
SRC – Água (%)			
Ponteiro	18.75±0.09Bb	19.53±0.10Aa	19.20±0.51Ab
Audaz	17.49±0.22Ba	18.59±0.02Ab	19.60±0.12Aa
Ello	17.85±0.19Ba	19.85±0.23Aa	19.49±0.20Aab
SRC – Carbonato (%)			
Ponteiro	20.85±1.90Aa	20.84±0.14Aa	20.82±0.28Aa
Audaz	21.11±1.13Aa	20.51±0.58Aa	21.05±0.24Aa
Ello	20.39±0.08 a	20.82±0.03Aa	20.55±0.22 Aa
SRC – Sacarose (%)			
Ponteiro	19.62±0.61 Aa	20.30±0.45Aa	24.68±4.40Aa
Audaz	20.34±0.39 Aa	19.83±0.82Aa	21.21±0.11Aa
Ello	20.80±0.25 Aa	19.83±0.50Aa	19.22±0.76Aa
SRC – Ácido Lático			
Ponteiro	21.32±0.42Ba	23.09±0.25Ab	22.66±0.53Aa
Audaz	22.17±0.28Ba	23.51±0.37Aa	23.60±0.58Aa
Ello	21.09±0.00Bb	22.73±0.13Ab	22.68±0.25Aa

* Letras maiúsculas comparam os tratamentos e letras minúsculas comparam os genótipos. T0 (controle), T10 (10 mL kg⁻¹), T20 (20 mL kg⁻¹).

A aplicação de citocinina na dose de 10 mL kg⁻¹ aumentou significativamente o teor de proteína em todos os genótipos, com destaque para Audaz e Ponteiro, refletindo a ação do hormônio na assimilação de nitrogênio e síntese proteica. O PMG também apresentou ganhos expressivos, especialmente nas doses de 10 e 20 mL kg⁻¹, com o genótipo Audaz alcançando 40,70 g e Ello 39,90 g, comparando com o controle (~33,8 g). Quando avaliada as propriedades funcionais da farinha, foi verificado uma melhora na SRC. A SRC-Água aumentou em todos os genótipos, com destaque para o genótipo Audaz (de 17,49% para 19,60% com 20 mL kg⁻¹). A SRC-Ácido lático também subiu, indicando fortalecimento da rede de glúten. Quanto ao FN os genótipos responderam de forma distinta. Ponteiro teve redução progressiva (de 496,5 s para 335 s), aproximando-se da faixa ideal para panificação. Audaz manteve-se estável dentro da faixa ótima (288–303 s). Já Ello apresentou queda acentuada no FN com o aumento da dose (359,5 s para 196,5 s), sugerindo ativação excessiva da enzima α-amilase em doses mais altas e possível prejuízo na qualidade panificável.

4. CONCLUSÕES

A aplicação exógena de citocinina, especialmente na dose de 10 mL kg⁻¹, promoveu melhorias significativas na qualidade do trigo, com destaque para o aumento do teor de proteína e do PMG, favorecendo tanto o valor nutricional quanto o rendimento. Todos os tratamentos com citocinina elevaram os valores de SRC em água e ácido lático, indicando melhor capacidade de absorção e desenvolvimento da rede de glúten — fatores-chave para o desempenho na panificação. O FN também foi favorecido, sugerindo menor atividade enzimática e menor degradação do amido, o que melhora a qualidade tecnológica da farinha. De modo geral, os resultados confirmam o potencial do uso da citocinina como

estratégia agronômica para melhorar as propriedades físicas, químicas e funcionais do trigo, com implicações diretas para a indústria de moagem e panificação, além de contribuir para a produção de grãos com maior valor agregado.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AACC. Métodos de análise aprovados. 11.ed. Associação de Cereais e Grãos, 2010.

ALVAREZ, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, p.711-728, 2013.

BETTGE, A.; MORRIS, C.; MACON, V.L.; KIDWELL, K. Adaptation of the AACC 56-11 Method, solvent retention capacity, for use as a first-generation selection tool for cultivar development. **Cereal Chemistry**, v.79, p.670-674, 2002.

BRAZIL. Rules for seed analysis. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, vol. SNDA/DNDV/CLAV, 2009.

CHAUHDARY, J.N.; LI, H.; RAGAB, R.; RAKIBUZZAMAN, M.; KHAN, A.L.; ZHAO, J.; AKBAR, N. Climate change impacts on future wheat (*Triticum aestivum*) yield, growth periods and irrigation requirements: a SALTMED model simulations analysis. **Agronomy**, v.14, n.7, p.1484, 2024.
<https://doi.org/10.3390/agronomy14071484>

PANOZZO, A.; BOLLA, P.K.; BARION, G.; BOTTON, A.; VAMERALI, T. Phytohormonal regulation of abiotic stress tolerance, leaf senescence and yield response in field crops: a comprehensive review. **Biotech**, v.14, n.1, p.14, 2025.
<https://doi.org/10.3390/biotech14010014>

RODRIGUES, L.A.; CAÑIZARES, L.C.C.; MEZA, S.L.R.; TIMM, N.S.; VALÉRIO, I.P.; LOVEGROVE, A.; CORADI, P.C.; OLIVEIRA, M. Biomes affect baking properties and quality parameters of different wheat genotypes. **Sustainability**, v.17, n.12, p.5236, 2025. <https://doi.org/10.3390/su17125236>

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2013.

ZHANG, J.; YANG, G.; GAO, M.; ZHANG, L.; CHEN, W.; LIU, M.; ZHANG, Y.; TANG, A.; LI, Z. Wheat yield prediction using an enhanced WOFOST with soil stratified hydrothermal module driven by GLASS and ERA5-land products over Yellow River Basin. **computers and electronics in agriculture**, v.237, p.110669, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2025.110669>