

## Associação de cobalto, molibdênio com e sem tratamento de selênio na cultura do trigo

Alex Leandro dos Santos\*<sup>1</sup>; Thaísa Capato Lima\*<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Curso de Agronomia Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná

\*alexleandro.s@outlook.com

**Resumo:** O trigo é um dos cereais mais cultivados no mundo e possui grande importância na alimentação humana, sendo base para a produção de pães, massas e outros alimentos. Além de seu valor nutricional, destaca-se como uma das principais culturas agrícolas, contribuindo significativamente para a economia global e a segurança alimentar. Diante do exposto, o objetivo deste experimento será avaliar a eficácia de micro e macro nutrientes associados ao fertilizante foliar selênio na cultura do trigo. O estudo foi realizado em propriedade privada na colônia Melissa em Cascavel - PR entre maio e agosto de 2025. O ensaio foi implantado em DBC (delineamento em blocos casualizados), por meio de esquema fatorial com 2 fatores: 1º com e sem Cobalto, Molibdênio (CoMo) e 2º: 4 Doses de Selênio (0,25; 0,50; 0,75 e 1,0 L ha<sup>-1</sup>), cada um com 4 repetições formando assim 2 x 4 fatorial. Os parâmetros avaliados foram altura de plantas (AP), análise de clorofila - SPAD (AC) e número de espiguetas por espiga (NEE). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância, utilizando-se o software estatístico Sisvar. A aplicação de cobalto e molibdênio associada ao selênio influenciou significativamente o desenvolvimento do trigo (*Triticum aestivum*). A presença de Co+Mo promoveu maiores valores de altura (79,4 cm) e índices de clorofila A, B e total (39,0; 10,7; 49,8 SPAD), enquanto as doses de selênio afetaram apenas o número de espiguetas, com melhor resultado na dose de 0,50 L ha<sup>-1</sup>.

**Palavras-chave:** *Triticum aestivum*; Macronutrientes; Fertilizante; Cobalto; Molibdênio; Selênio.

## Association of cobalt, molybdenum with and without selenium treatment in wheat cultivation

**Abstract:** Wheat is one of the most widely cultivated cereals in the world and is of great importance in human nutrition, being the basis for the production of bread, pasta, and other foods. In addition to its nutritional value, it stands out as one of the main agricultural crops, contributing significantly to the global economy and food security. Given this, the objective of this experiment is to evaluate the effectiveness of micro and macronutrients associated with the foliar fertilizer selenium in wheat cultivation. The study was conducted on a private property in the Melissa colony in Cascavel - PR between May and August 2025. The trial was implemented in a randomized complete block design (RCBD), using a factorial scheme with 2 factors: 1st with and without Cobalt, Molybdenum (CoMo) and 2nd: 4 doses of Selenium (0.25; 0.50; 0.75 and 1.0 L ha<sup>-1</sup>), each with 4 repetitions, thus forming a 2 x 4 factorial. The parameters evaluated were plant height (PH), chlorophyll analysis - SPAD (CA), and number of spikelets per spike (NSS). Data were subjected to analysis of variance (ANOVA), and treatment means were compared using Tukey's test at a 5% significance level, using the Sisvar statistical software. The application of cobalt and molybdenum associated with selenium significantly influenced the development of wheat (*Triticum aestivum*). The presence of Co+Mo promoted greater height values (79.4 cm) and chlorophyll A, B and total indices (39.0; 10.7; 49.8 SPAD), while selenium doses only affected the number of spikelets, with the best result at the dose of 0.50 L ha<sup>-1</sup>.

**Keywords:** *Triticum aestivum*; Macronutrients; Fertilizer; Cobalt; Molybdenum; Selenium.

## **Introdução**

Com grande relevância social e econômica no agronegócio brasileiro, o cultivo do trigo apresenta-se como um tema de estudo de suma importância. No entanto, a atividade tritícola no Brasil enfrenta desafios significativos, que vão desde questões de produtividade e custos elevados até a imprevisibilidade dos resultados, agravada pelas incertezas climáticas, técnicas e políticas. Diante desse cenário, a adoção de soluções tecnológicas emerge como uma estratégia fundamental para buscar o aumento da eficiência e da produtividade da cultura.

No Brasil a maior parte da produção de trigo no Brasil está localizada na região Sul, especialmente nos estados do Paraná e Rio Grande do Sul. No entanto, Albrecht et al. (2007) ressaltaram que a região do Cerrado, no Brasil Central, possui um grande potencial para a expansão do cultivo desse cereal. Na safra de 2021, o país alcançou uma produção de aproximadamente 7,7 milhões de toneladas. Já em 2022, as projeções apontam para um aumento de 10% na área plantada e um incremento similar na produtividade, resultando em uma safra estimada em 9,365 milhões de toneladas – um aumento de 22% em relação ao ano anterior (CONAB, 2021).

Nos últimos anos, a produção agrícola no Brasil tem atingido patamares históricos, impulsionada principalmente pelos avanços tecnológicos (IBGE, 2025). A Conab (2025) estima que a safra de grãos 2024/2025 será de 325,7 milhões de toneladas. O trigo ocupa mais de 17% das áreas cultiváveis globais, respondendo por aproximadamente 30% da produção mundial de grãos e desempenhando um papel de grande importância nos sistemas de produção agrícola sustentável. (De Mori, 2015).

Considerando que a maioria dos produtores de trigo compreende a relevância da adubação nitrogenada em cobertura para alcançar altos índices de produtividade, surge a dúvida sobre a quantidade ideal a ser aplicada e o momento mais adequado para essa aplicação na cultura. Aplicar doses inferiores às necessidades da planta pode comprometer seu potencial produtivo, enquanto doses excessivas resultam em desperdício de recursos, reduzindo a rentabilidade do agricultor e causando impactos ambientais, como a contaminação de águas superficiais e subterrâneas devido à lixiviação do nitrato (Lajús et al., 2011).

Dessa forma, para otimizar o uso de insumos, reduzir custos e manter elevados níveis de produtividade, é essencial que a pesquisa científica aprofunde os estudos sobre micronutrientes, garantindo que sua aplicação seja baseada em critérios técnicos sólidos (Resende, 2004). Para otimizar o uso do nitrogênio, metodologias acessíveis, rápidas e não destrutivas, como a medição

do teor de clorofila nas folhas por meio do clorofilômetro, podem se tornar ferramentas valiosas para aprimorar a precisão na recomendação da adubação nitrogenada na cultura do trigo (Argenta et al., 2001).

Este trabalho visa explorar esses aspectos, oferecendo uma visão abrangente sobre o potencial e os desafios da produção de trigo no Brasil. A CONAB (2025) estima que a safra de grãos 2024/2025 será de 325,7 milhões de toneladas. O objetivo deste experimento é avaliar a altura de plantas, produtividade e peso de mil grãos relacionados com diferentes doses de nutrientes aplicados na cultura do trigo.

### **Material e Métodos**

O experimento foi realizado em propriedade privada na colônia Melissa em Cascavel - PR entre maio e agosto de 2025. As coordenadas geográficas são latitude: - 24°49' 15" S e longitude: - 53° 24' 18" W e altitude de 600 m. O solo é classificado como Latossolo vermelho distrófico (EMBRAPA, 2018). O experimento foi implantado em 22 de abril de 2025.

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados (DBC), em arranjo fatorial (2 x 4). Foram dois fatores na cultura do trigo sendo 1º fator: com e sem aplicação foliar de Cobalto e Molibdênio em doses comerciais recomendadas e 2º fator: 4 Doses de selênio (0,25 L ha<sup>-1</sup>; 0,50 L ha<sup>-1</sup>; 0,75 L ha<sup>-1</sup>; 1,0 L ha<sup>-1</sup>). O produto comercial utilizado Co+Mo foi o Coopavel Essencial Comol Pro<sup>®</sup> contendo 1,5% de Cobalto e 15% de Molibdênio solúveis em água. Selênio utilizado com concentração de 4,5% da empresa Unity Agro<sup>®</sup>.

As parcelas foram distribuídas em 06 linhas por 5 metros de comprimento cada, com espaçamento entre linhas de 17 cm, totalizando uma área de 400 m<sup>2</sup>. Previamente a implantação da cultura e posteriormente a colheita, foi feito uma análise de solo com o objetivo de correção e comparação entre o início e o pós colheita a fim de perceber ganhos ou não dos métodos empregados nesse trabalho.

Na pré-semeadura foi realizada uma dessecação da área do experimento utilizando o herbicida Glifosato 6 litros por hectare em uma calda de 3000 litros. A semeadura foi realizada por conjunto tratorizado no espaçamento de 17 cm entre linhas e densidade de plantio de 85 sementes por metro linear. A semeadora utilizada foi Momentum (Massey Ferguson).

Foi utilizado a cultivar ORS Senna, categoria S1, da safra 2024/2025, apresentando sementes com elevada pureza física e alto poder germinativo, conforme especificações declaradas pela empresa OR Sementes no termo de conformidade correspondente ao lote utilizado. O

documento assegura que a produção e o beneficiamento das sementes foram realizados de acordo com as normas e padrões de segurança estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), sendo o lote analisado por laboratório credenciado ao RENASEM, o qual atesta as características de qualidade da cultivar, incluindo sua classificação como trigo melhorador, com grãos duros de coloração vermelha e padrão varietal compatível com os descritos para a ORS Senna.

Os parâmetros avaliados foram altura de plantas (AP) medindo-se da base da planta até a base da espiga, análise de clorofila - SPAD (AC) e número de espiguetas por espiga (NEE). Altura de plantas no término da fase vegetativa, foram retiradas aleatoriamente 20 plantas medindo-se individualmente rente ao solo até a base da espiga, na análise de clorofila utilizou-se um clorofilômetro portátil (Clorofilog Falker) que mede a quantidade de luz absorvida pelas folhas, com base na quantidade de luz absorvida, é calculado o índice SPAD. Tomou-se a folha bandeira como referência para as 5 medições realizadas por parcela, Número de espiguetas por espiga foi contabilizado manualmente.

No que se refere à análise estatística, procedeu-se, primeiramente, à verificação da adequação dos resíduos à distribuição normal e da homogeneidade das variâncias residuais. Para tal fim, aplicou-se o teste de Shapiro Wilk ( $p < 0,05$ ), cujos resultados indicaram o atendimento dos pressupostos estatísticos necessários. Em sequência, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), com o objetivo de identificar possíveis efeitos dos tratamentos aplicados e de suas interações. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância, utilizando-se o software estatístico Sisvar.

### **Resultados e Discussão**

A análise de variância (Tabela 1) mostra que houve diferenças significativas para a variável altura de plantas em função dos três fatores avaliados: doses de selênio, presença de Co+Mo e também pela interação entre eles. Isso significa que a altura das plantas variou de acordo com as doses aplicadas e com a presença ou ausência de Co+Mo e que o comportamento das doses foi diferente quando combinado com esses nutrientes. Nesse caso, será importante observar no teste de Tukey como cada combinação se comportou, pois a resposta não depende apenas de um fator isolado, e sim da interação entre eles. As condições climáticas nos meses de abril a setembro de 2025 na região de Cascavel – PR, mostraram variação típica da transição outono para inverno:

chuvas mais regulares no outono, clima frio e úmido no inverno, e retomada de temperaturas com variabilidade de chuvas na primavera.

2025 apresentou anomalias interessantes: abril mais seco do que o normal e julho frio e seco; setembro com temperaturas altas e chuvas irregulares. (Simepar,2025)

Já para o número de espiguetas, o resultado foi diferente. Apenas o fator doses de selênio apresentou efeito significativo, enquanto Co+Mo e a interação entre os fatores não tiveram influência. Isso indica que o número de espiguetas aumentou ou diminuiu conforme as doses de selênio aplicadas, independentemente da presença de Co+Mo.

O coeficiente de variação (C.V.) ficou baixo para ambas as variáveis (2,24% para altura e 4,94% para espiguetas), o que mostra boa precisão experimental. Além disso, o teste de normalidade (Shapiro-Wilk) confirmou que os dados têm distribuição normal, validando o uso da ANOVA.

**Tabela 1.** Resumo da ANOVA para as variáveis altura de plantas e número de espiguetas por espiga obtidas a partir de plantas de trigo (*Triticum aestivum*) submetidas a presença e ausência de cobalto e molibdênio e aplicação de doses de selênio via foliar. Cascavel, 2025.

Fonte de variação	G.L.	Probabilidade (p-valor)	
		Altura (cm)	Número de espiguetas
Doses	3	0,0002*	0,0082*
CoMo	1	0,0001*	0,1320 <sup>ns</sup>
Doses x CoMo	3	0,0001*	0,9934 <sup>ns</sup>
Erro	21		
Total	31		
Média geral		72,7	13,4
C.V. (%)		2,24	4,94
Shapiro-wilk		0,0586	0,3252

G.L.: Grau de liberdade; C.V.; coeficiente de variação; \* significativo a 5% de probabilidade pelo teste-F; <sup>ns</sup> não significativo a 5% de probabilidade pelo teste-F.

A altura das plantas de trigo reflete diretamente a eficiência metabólica e o equilíbrio nutricional, especialmente quanto à atuação de micronutrientes como cobalto (Co), molibdênio

(Mo) e selênio (Se). O Cobalto atua na fixação biológica do nitrogênio (FBN) e na síntese de fito hormônios, como as giberelinas, que promovem o alongamento celular e o crescimento do colmo (MALAVOLTA, 2006).

Já o Molibdênio está relacionado à ativação da redutase do nitrato, otimizando a assimilação de nitrogênio e, conseqüentemente, a formação de tecidos vegetais (EPSTEIN; BLOOM, 2005). Assim, a interação entre esses micronutrientes pode explicar o aumento significativo na altura das plantas.

Por outro lado, o número de espiguetas, embora também influenciado pela nutrição, depende fortemente do equilíbrio hormonal durante a diferenciação floral e do suprimento de fotoassimilados (TAIZ et al., 2017). A ausência de interação significativa para essa variável sugere que o Se exerceu efeito isolado e estável sobre a formação reprodutiva, independentemente da presença de Cobalto e Molibdênio.

Na tabela 2 observa-se que, em todas as doses, as plantas tratadas com Co+Mo apresentaram maiores médias de altura em comparação àquelas sem Co+Mo. Isso mostra que esses nutrientes favoreceram o crescimento do trigo. A diferença é bem evidente, especialmente na dose de  $0,75 \text{ L ha}^{-1}$ , em que a altura chegou a 79,4 cm com Co+Mo, enquanto no tratamento sem os micronutrientes ficou em 70,0 cm.

Além disso, é possível perceber uma interação entre os fatores, pois o efeito das doses não foi o mesmo na presença e na ausência de Co+Mo. Enquanto com os nutrientes as alturas aumentaram de forma mais consistente até a dose de  $0,75 \text{ L ha}^{-1}$ , sem eles o crescimento ficou mais limitado, e em alguns casos até houve redução. Esse comportamento reforça que o efeito positivo do selênio sobre a altura depende da presença de Co+Mo, o que justifica o resultado de interação significativa observado na ANOVA.

Para o número de espiguetas por espiga, as diferenças entre as médias foram menores, e o efeito significativo ocorreu apenas para as doses de selênio. Nota-se que as médias variaram de forma sutil, de 13,35 espiguetas na ausência de selênio para 14,01 espiguetas na dose de  $0,5 \text{ L ha}^{-1}$ , mostrando que o selênio contribuiu levemente para aumentar o número de espiguetas, mas a presença de Co+Mo não teve influência clara.

O incremento na altura das plantas de trigo (*Triticum aestivum*) observado com a aplicação de cobalto e molibdênio está associado ao papel fisiológico desses micronutrientes no metabolismo do nitrogênio. O molibdênio participa da enzima redutase do nitrato, essencial para a conversão de

nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) em nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) e subsequente assimilação em compostos orgânicos, enquanto o cobalto atua na síntese de vitamina B<sub>12</sub>, indispensável à atividade das bactérias fixadoras de nitrogênio e à formação de citocininas (MALAVOLTA, 2006; TAIZ et al., 2017). Essa interação favorece o crescimento vegetativo, explicando o aumento significativo da altura nas plantas com Co+Mo.

Já o selênio, embora não seja considerado essencial para as plantas superiores, exerce efeito benéfico em doses adequadas, atuando como antioxidante e regulador da atividade enzimática de peroxidases e catalases, reduzindo o estresse oxidativo e melhorando a eficiência fotossintética (HAWRYLAK-NOWAK et al., 2015; SCHIAVON & PILON-SMITS, 2017).

Assim, o leve aumento no número de espiguetas por espiga nas doses intermediárias de selênio pode ser atribuído ao melhor estado fisiológico das plantas, que favorece a diferenciação e o enchimento de estruturas reprodutivas. Em contrapartida, doses elevadas podem gerar efeito inibitório, devido à toxidez e ao desequilíbrio redox celular (FÁVARO et al., 2019). Dessa forma, o comportamento observado na Tabela 2 reflete uma resposta fisiológica integrada entre os micronutrientes Co+Mo e o selênio, resultando em maior vigor e potencial produtivo das plantas.

**Tabela 2.** Médias das variáveis altura de plantas e número de espiguetas por espiga obtidas a partir de plantas de trigo (*Triticum aestivum*) submetidas a presença e ausência de cobalto e molibdênio e aplicação de doses de selênio via foliar. Cascavel, 2025.

Doses (L ha <sup>-1</sup> )	Altura (cm)			Número de espiguetas		
	COM	SEM	Médias	COM	SEM	Médias
0	72,2 A	68,4 B	70,3	13,55	13,15	13,35
0,25	73,4 A	71,1 A	72,3	13,97	13,57	13,77
0,50	74,7 A	72,2 B	73,4	14,22	13,80	14,01
0,75	79,4 A	70,0 B	74,7	12,92	12,67	12,80
Médias	74,9	70,4		13,66	13,30	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não se diferenciam estatisticamente entre si a 5% de significância pelo teste de Tukey.

A figura 1 mostra o comportamento da altura de plantas de trigo em resposta às doses de selênio, considerando a presença e a ausência de cobalto e molibdênio (Co+Mo). Observa-se que,

na presença de Co+Mo, houve um aumento linear da altura com o incremento das doses de selênio, ajustado pela equação  $y = 9,16x + 71,49$  ( $R^2 = 0,8791$ ). Isso indica que cada aumento de dose de Selênio resultou em acréscimo proporcional na altura das plantas, mostrando efeito cumulativo positivo. Já na ausência de Co+Mo, o comportamento foi quadrático ( $y = -19,6x^2 + 17,06x + 68,315$ ;  $R^2 = 0,9817$ ), com tendência de crescimento até a dose estimada de  $0,43 \text{ L ha}^{-1}$ , seguido de redução.

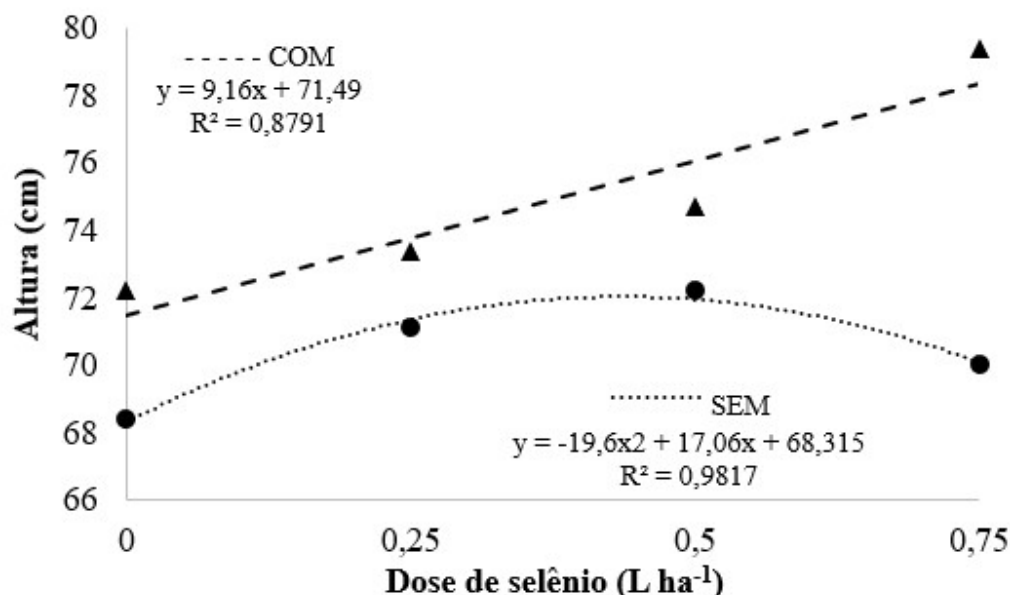
Evidencia comportamentos contrastantes entre as plantas de trigo submetidas à aplicação de selênio na presença e ausência de cobalto e molibdênio. Observa-se tendência linear crescente para as plantas tratadas com Co+Mo, indicando resposta positiva e contínua do crescimento em altura conforme o aumento das doses de selênio. Esse resultado está relacionado à sinergia entre micronutrientes, visto que o molibdênio participa da redução do nitrato a nitrito, enquanto o cobalto estimula a síntese de cofatores enzimáticos e citocininas, favorecendo a divisão e o alongamento celular (TAIZ et al., 2017). Por outro lado, nas plantas sem Co+Mo, o comportamento quadrático indica que doses moderadas de selênio promoveram incremento inicial na altura, seguido de leve redução em doses mais elevadas, possivelmente devido à acumulação excessiva do elemento e à indução de estresse oxidativo (FÁVARO et al., 2019).

Em concentrações adequadas, o selênio desempenha função essencial como agente antioxidante, atuando na modulação de enzimas como superóxido dismutase e glutathione peroxidase, o que contribui para a proteção das membranas celulares contra espécies reativas de oxigênio e para a melhoria da fotossíntese e do metabolismo do nitrogênio (FERNANDES et al., 2020).

O elevado coeficiente de determinação ( $R^2$ ) dos modelos demonstra ajuste confiável das regressões e reforça a influência combinada dos micronutrientes sobre o metabolismo nitrogenado e o equilíbrio redox. Dessa forma, o comportamento das curvas confirma que o máximo crescimento fisiológico do trigo ocorre com a presença de Co+Mo e doses intermediárias de selênio, refletindo a importância da nutrição equilibrada para o desempenho morfofisiológico da cultura.



**Figura 1.** Altura de plantas de trigo submetidas à ausência e presença de cobalto e molibdênio e doses de selênio via foliar. Cascavel, 2025.

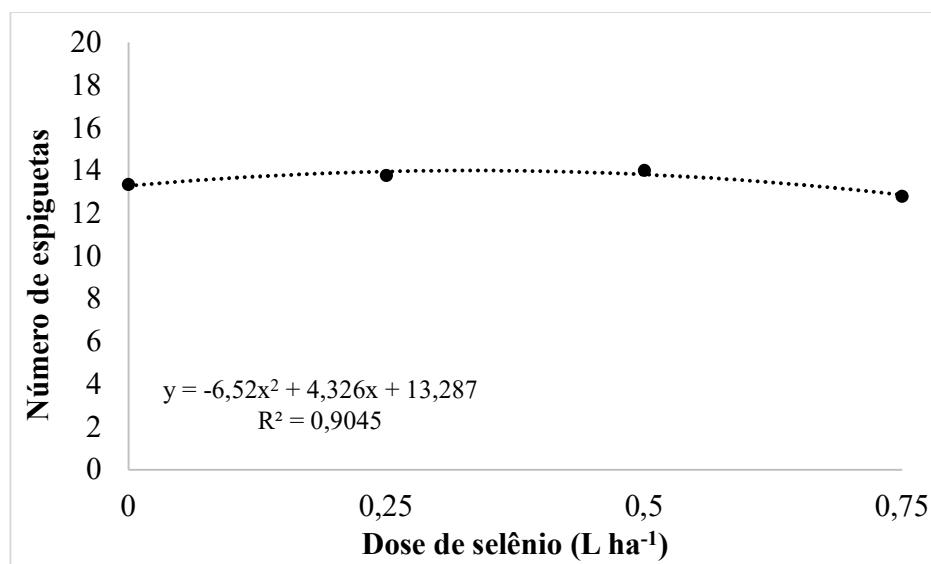


A figura 2 mostra o comportamento do número de espiguetas por espiga em resposta às doses de selênio aplicadas via foliar. Observa-se uma tendência quadrática, indicando que o número de espiguetas aumentou levemente até doses intermediárias, com ponto de máxima em 0,3 L ha<sup>-1</sup>, seguido de redução.

A aplicação de doses crescentes de selênio promoveu comportamento quadrático no número de espiguetas por espiga, com aumento até a dose intermediária e leve declínio nas doses mais altas, conforme demonstra o modelo de regressão ajustado ( $R^2 = 0,9045$ ). Esse padrão indica que o selênio exerce efeito benéfico em concentrações moderadas, possivelmente por estimular enzimas antioxidantes e favorecer a síntese de compostos relacionados à fertilidade das espiguetas (Feng et al., 2013).

Em níveis adequados, o selênio contribui para a proteção das estruturas reprodutivas contra o estresse oxidativo e para o equilíbrio hormonal, melhorando a diferenciação de flores e grãos (Fernandes et al., 2020). Contudo, doses mais elevadas podem provocar efeitos fito tóxicos e inibir o desenvolvimento de espiguetas devido à formação excessiva de espécies reativas de oxigênio. Assim, a resposta observada confirma que o incremento moderado de selênio via foliar pode otimizar o desempenho reprodutivo do trigo, enquanto excessos limitam a eficiência fisiológica e produtiva.

**Figura 2.** Número de espiguetas de plantas de trigo submetidas à ausência e presença de cobalto e molibdênio e doses de selênio via foliar. Cascavel, 2025.



A interação significativa entre Doses e Co+Mo demonstra que a resposta em altura depende da presença dos micronutrientes. Com Co+Mo, as plantas foram mais altas em três das quatro doses de Se. Em 0,75 L ha<sup>-1</sup>, a altura atingiu 79,4 cm com Co+Mo e 70,0 cm sem, enquanto na dose 0,50 L ha<sup>-1</sup> foi de 74,7 cm (com) e 72,2 cm (sem).

A média geral de plantas com Co+Mo foi 74,9 cm, superior às 70,4 cm sem os micronutrientes. Observa-se uma tendência crescente de altura até 0,75 L ha<sup>-1</sup> de Se, especialmente quando associada ao Co+Mo.

O fator significativo foi a dose de Se ( $p = 0,0082$ ). A média mais elevada foi obtida em 0,50 L ha<sup>-1</sup> (14,01 espiguetas), seguida de 0,25 L ha<sup>-1</sup> (13,77), 0,00 (13,35) e 0,75 L ha<sup>-1</sup> (12,80). A ausência de interação indica que esse comportamento se repetiu tanto com quanto sem Co+Mo. Assim, a dose intermediária de 0,50 L ha<sup>-1</sup> de Se foi a mais eficiente para incremento de espiguetas.

A aplicação de Co+Mo apresentou efeito significativo sobre os índices de clorofila, indicando sua participação direta na ativação da nitrogenase e na assimilação de nitrogênio, processos que influenciam a síntese de pigmentos fotossintéticos (Marschner, 2012). A ausência de resposta ao selênio confirma resultados de estudos que apontam que esse elemento, em plantas não acumuladoras, raramente altera parâmetros fisiológicos em baixas concentrações (Hawrylak-Nowak et al., 2015). Além disso, a não significância da interação Co+Mo  $\times$  Se reforça que o efeito

observado é exclusivamente atribuído ao suprimento de micronutrientes essenciais ao metabolismo do N (Malavolta et al., 1997).

**Tabela 3.** Resumo da ANOVA para as variáveis Índices de clorofila A clorofila B e clorofila total obtidas a partir de plantas de trigo (*Triticum aestivum*) submetidas a presença e ausência de cobalto e molibdênio e aplicação de doses de selênio via foliar. Cascavel, 2025.

Fonte de variação	G.L.	Probabilidade (p-valor)		
		Clorofila A	Clorofila B	Clorofila total
Doses	3	0,6511 <sup>ns</sup>	0,4192 <sup>ns</sup>	0,5406 <sup>ns</sup>
CoMo	1	0,0001*	0,0002*	0,0001*
Doses x CoMo	3	0,1749 <sup>ns</sup>	0,5100 <sup>ns</sup>	0,1589 <sup>ns</sup>
Erro	21			
Total	31			
Média geral		37,6	10,1	47,8
C.V. (%)		3,57	7,09	3,65
Shapiro-wilk		0,0704	0,2894	0,0572

G.L.: Grau de liberdade; C.V.; coeficiente de variação; \* significativo a 5% de probabilidade pelo teste-F; <sup>ns</sup> não significativo a 5% de probabilidade pelo teste-F.

A Tabela 3 apresenta o resumo da análise de variância (ANOVA) referente aos índices de clorofila A, clorofila B e clorofila total em plantas de trigo submetidas à presença ou ausência de cobalto e molibdênio (CoMo), bem como à aplicação de diferentes doses de selênio via foliar. De modo geral, observa-se que o fator doses de selênio não apresentou efeito significativo sobre nenhuma das variáveis analisadas, uma vez que os valores de p-valor foram superiores a 0,05 para clorofila A (0,6511), clorofila B (0,4192) e clorofila total (0,5406). Isso indica que, dentro do intervalo de doses testado, a aplicação de selênio não promoveu alterações relevantes na concentração dos pigmentos fotossintéticos avaliados. A interação entre doses de selênio e CoMo também não foi significativa para nenhum parâmetro, demonstrando que os fatores não atuaram de forma conjunta para modificar os índices de clorofila das plantas.

Em contraste, o fator CoMo isolado apresentou efeito altamente significativo ( $p < 0,01$ ) para todas as variáveis estudadas: clorofila A (0,0001), clorofila B (0,0002) e clorofila total (0,0001). Isso demonstra que a presença de cobalto e molibdênio influenciou diretamente o

acúmulo de pigmentos fotossintéticos, possivelmente por melhorar processos metabólicos associados à nutrição nitrogenada e ao funcionamento das enzimas relacionadas à fotossíntese. A média geral dos índices reforça esse comportamento, indicando valores elevados principalmente para clorofila total (47,8). Os coeficientes de variação foram baixos para clorofila A (3,57%), e moderados para clorofila B (7,09%) e total (3,65%), evidenciando boa precisão experimental. Além disso, o teste de normalidade Shapiro-Wilk apresentou valores adequados, assegurando a validade da ANOVA. Esses resultados indicam que CoMo foi o principal responsável pelas variações observadas, enquanto o selênio, nas doses aplicadas, não alterou significativamente os níveis de clorofila no trigo.

A Tabela 4 apresenta os valores médios dos índices de clorofila A, B e total em plantas de trigo submetidas à aplicação foliar de doses de selênio, na presença e ausência de cobalto e molibdênio. Observa-se que, de forma geral, a aplicação de Co+Mo resultou em maiores valores de clorofila em relação às plantas que não receberam esses nutrientes.

**Tabela 4.** Médias das variáveis Índices de clorofila A, clorofila B e clorofila total obtidas a partir de plantas de trigo (*Triticum aestivum*) submetidas a presença e ausência de cobalto e molibdênio e aplicação de doses de selênio via foliar. Cascavel, 2025.

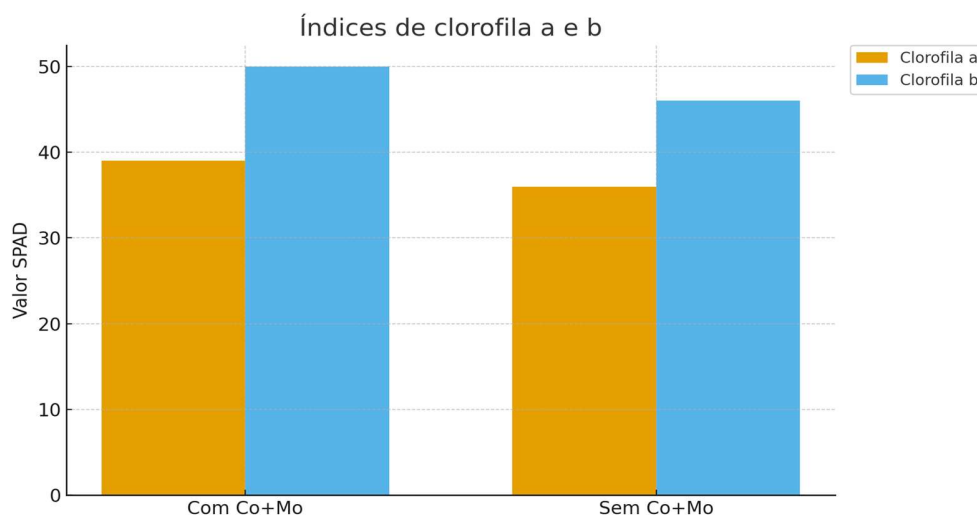
Doses (L ha <sup>-1</sup> )	Clorofila A			Clorofila B			Clorofila total		
	COM	SEM	Médias	COM	SEM	Médias	COM	SEM	Médias
0	38,9	35,9	37,7	10,3	9,42	9,88	49,2	45,3	47,3
0,25	38,7	37,1	37,9	10,5	9,77	10,1	49,2	46,9	48,0
0,50	39,0	37,0	38,0	11,0	9,95	10,5	50,0	46,9	48,4
0,75	39,5	35,0	37,3	11,1	9,35	10,2	50,6	44,4	47,5
Médias	39,0 A	36,2 B		10,7 A	9,62 B		49,8 A	45,9 B	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não se diferenciam estatisticamente entre si a 5% de significância pelo teste de Tukey.

Esses resultados reforçam o papel fisiológico do molibdênio na assimilação de nitrogênio e na formação de pigmentos fotossintéticos, uma vez que esse micronutriente atua como cofator essencial da redutase do nitrato e da nitrogenase, favorecendo maior teor de clorofila nas folhas (MARSCHNER, 2012). Por outro lado, as doses de selênio não alteraram significativamente os

índices de clorofila, corroborando estudos que mostram que, em plantas não acumuladoras, o Se geralmente não promove mudanças expressivas no metabolismo dos pigmentos foliares quando aplicado em baixas concentrações (Harwrylakh-Nowak et al., 2015).

**Figura 3.** Índices de clorofila A, B e total obtidas a partir de plantas de trigo (*Triticum aestivum*) submetidas a presença e ausência de cobalto e molibdênio e aplicação de doses de selênio via foliar.



A aplicação de Co + Mo elevou significativamente os índices de clorofila A, B e total, enquanto as doses de Se não influenciaram. As médias gerais foram maiores na presença dos micronutrientes (A = 39,0; B = 10,7; total = 49,8) em relação à ausência (A = 36,2; B=9,6; total = 45,9). Esses resultados sugerem que Co e Mo favoreceram o metabolismo do nitrogênio, aumentando a eficiência fotossintética das plantas.

Os resultados gerais indicam que o uso de Co+Mo potencializa o efeito do Se, sendo a combinação de 0,75 L ha<sup>-1</sup> + Co+Mo a mais eficiente em altura. Para o número de espiguetas, a melhor resposta foi obtida com 0,50 L ha<sup>-1</sup>, enquanto Co+Mo aumentou consistentemente os índices de clorofila.

### Conclusão

A aplicação de cobalto e molibdênio associada ao selênio influenciou significativamente o desenvolvimento do trigo (*Triticum aestivum*). A presença de Co+Mo promoveu maiores valores de altura (79,4 cm) e índices de clorofila A, B e total (39,0; 10,7; 49,8 SPAD), enquanto as doses de selênio afetaram apenas o número de espiguetas, com melhor resultado na dose de 0,50 L ha<sup>-1</sup>.

A combinação de Co+Mo com 0,75 L ha<sup>-1</sup> de Se apresentou o melhor desempenho vegetativo, demonstrando efeito sinérgico entre os micronutrientes e otimizando a formação de espiguetas, reforçando que a nutrição equilibrada com micronutrientes é essencial para o melhor desempenho agrônomo e fisiológico da cultura.

### Referências bibliográficas

- ALBRECHT, J. C. *et al.* **O cultivo de trigo no Cerrado brasileiro: potencial e desafios.** *Revista Brasileira de Agrociência*, v. 13, n. 2, p. 125-130, 2007.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; SANGOI, L. **Avaliação do teor de clorofila na folha como indicador da necessidade de adubação nitrogenada em milho.** *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 25, n. 3, p. 697-705, 2001.
- BAUMGRATZ, N. **O papel do trigo no desenvolvimento da civilização.** *Revista de História Agrícola*, v. 5, n. 1, p. 10-17, 2017.
- BHERING, S. B.; SANTOS, H. G.; MANZATTO, C. V.; BOGNOLA, I.; FASOLO, P. J.; CARVALHO, M. **Mapa de solos do Estado do Paraná.** Rio de Janeiro: Embrapa Florestas; Embrapa Solos; Instituto Agrônomo do Paraná, 2013. 74 p.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Safra brasileira de grãos.** Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 21 mar. 2025.
- COSTA, M. M. M. N. **Micronutrientes na agricultura.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2024. 44 p. (Documentos / Embrapa Algodão, n. 297; e-ISSN 2966-0343). Disponível em: <https://www.embrapa.br/algodao>. Acesso em: 21 mar. 2025.
- DE MORI, C. **O trigo no contexto da agricultura sustentável.** *Agroecologia em Revista*, v. 10, n. 2, p. 34-41, 2015.
- DE PINHO, M. J. A.; DE AZEVEDO IRVING, M.; OLIVEIRA, E. **Agrobiodiversidade: políticas públicas para a salvaguarda de sistemas agrícolas tradicionais e desafios no caso brasileiro.** *Revista Nera*, v. 27, n. 3, 2024. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/nera/article/view/10315>. Acesso em: 6 abr. 2025.

DE SOUZA, R. G.; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Políticas de crédito, seguro e preços mínimos na triticultura brasileira.** *Texto para Discussão*, 2020. Disponível em: <https://www.econstor.eu/handle/10419/240807>. Acesso em: 14 abr. 2025.

ECCO, M.; BEDULLI, D. L.; LOPES, A. B.; RICHART, A.; KIELING, P. **Adubação nitrogenada em cobertura em diferentes estádios fenológicos da cultura do trigo.** *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, v. 10, n. 1, p. 9–16, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/rbas/article/view/6284>. Acesso em: 9 abr. 2025.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Online n.º 6.** Embrapa Trigo. Disponível em: [http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p\\_bp06.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_bp06.htm). Acesso em: 16 mar. 2025.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas.** 2. ed. Londrina: Planta, 2005. 403 p.

FÁVARO, D. I. T. *et al.* **Selênio nas plantas: metabolismo, funções e relação com a saúde humana.** *Ciência Rural*, v. 48, n. 5, p. e20170652, 2018.

FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA DO ESTADO DO PARANÁ – FAEP; INSTITUTO AGRÔNOMICO DO PARANÁ – IAPAR. **Técnicas para produção de trigo no Paraná.** Cartilha. 2003. 24 p. Disponível em: [https://www.fiepr.org.br/sindicatos/sinditrigo/uploadAddress/Cartilha-Trigo%2031702\].pdf](https://www.fiepr.org.br/sindicatos/sinditrigo/uploadAddress/Cartilha-Trigo%2031702].pdf). Acesso em: 11 fev. 2025.

FERNANDES, J. P. *et al.* **Physiological and biochemical effects of selenium in plants: a review.** *Plant Physiology and Biochemistry*, v. 154, p. 77–89, 2020.

GAZZONI, D. L. **Agronegócio brasileiro: 50 anos de sucesso.** *Revista de Política Agrícola*, v. 32, n. 2, p. 138, 2023. Disponível em: [https://revistapoliticaagricola.org.br/1919-3992-1-PB%20\(1\).pdf](https://revistapoliticaagricola.org.br/1919-3992-1-PB%20(1).pdf). Acesso em: 26 mar. 2025.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal 2025.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: mar. 2025.

LAJÚS, C. R. **Impactos ambientais da adubação nitrogenada em culturas anuais.** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 15, n. 6, p. 589-595, 2011.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

RESENDE, A. V. **Nutrição mineral de plantas: princípios e aplicações.** Lavras: UFLA, 2004.  
SCHIAVON, M.; PILON-SMITS, E. A. H. **The fascinating facets of plant selenium accumulation – biochemistry, physiology, evolution and ecology.** *New Phytologist*, v. 213, p. 1582-1596, 2017.

TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia e desenvolvimento vegetal.** 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.