

CAPÍTULO 11

EFEITO DE DIFERENTES TRATAMENTOS DE SEMENTES COM MICRONUTRIENTES SOBRE O DESEMPENHO INICIAL DE PLANTAS DE SOJA



<https://doi.org/10.22533/at.ed.9611125180311>

Data de aceite: 20/06/2025

Anderson Barbosa Souza

Egresso do curso de agronomia do Centro Universitário de Mineiros (UNIFIMES).
<https://lattes.cnpq.br/9015564399446092>

Diego Oliveira Ribeiro

Docente do curso de agronomia do Centro Universitário de Mineiros (UNIFIMES).
<https://orcid.org/0000-0003-2336-3042>

Aline Nunes da Costa

Acadêmica do curso de agronomia do Centro Universitário de Mineiros (UNIFIMES). <https://lattes.cnpq.br/1020306752357654>

Amanda Sousa Alves de Oliveira

Acadêmica do curso de agronomia do Centro Universitário de Mineiros (UNIFIMES). <https://lattes.cnpq.br/1169268405075170>

Jonathan Goularte Silva

Docente do curso de agronomia do Centro Universitário de Mineiros (UNIFIMES).
<https://orcid.org/0000-0002-2445-0634>

Zaqueu Henrique de Souza

Docente do curso de agronomia do Centro Universitário de Mineiros (UNIFIMES).
<https://orcid.org/0000-0002-7733-4768>

Gildomar Alves dos Santos

Docente do curso de agronomia do Centro Universitário de Mineiros (UNIFIMES).
<https://orcid.org/0000-0002-9076-4367>

Aline Magalhães Souza

Acadêmica do curso de agronomia do Centro Universitário de Mineiros (UNIFIMES). <https://lattes.cnpq.br/3496697617425841>

Rogério Machado Pereira

Docente do curso de agronomia do Centro Universitário de Mineiros (UNIFIMES).
<https://orcid.org/0000-0001-8815-2604>

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar o manejo da adubação via tratamento de sementes sobre o desempenho inicial de plantas de soja. A pesquisa foi conduzida no município de Mineiros, sob o delineamento experimental de blocos casualizados, constituída por 5 blocos com 8 diferentes tratamentos utilizando produtos com diferentes fontes de micronutrientes, sendo um deles o tratamento testemunha onde não houve tratamento de sementes. Os tratamentos realizados foram: T1 – TS com Vital + ZMC; T2 – TS com Vital + Vigora; T3 – TS com Vital + Nutre Boro; T4 –

Testemunha, sem nenhum TS; T5 – TS com todos os produtos testados, Vital + ZMC + Vigora + Nutre Boro + Icon Cooper; T6 – TS com Nutre ZMC; T7 – TS com Nutre Boro; e, T8 – TS com Nutre Boro + Icon Cooper. As variáveis analisadas foram altura de planta, diâmetro de caule, índice de clorofila a, b e Clorofila total; e massa seca da parte aérea e as médias foram submetidas a análise de variância. Os resultados mostraram que o tratamento de sementes interfere no desempenho inicial de plantas de soja, de modo que a matéria seca de plantas é aumentada com a utilização do tratamento 2 e menor no tratamento 7. O teor de clorofila também foi influenciado com os diferentes tratamentos de sementes apresentando o teor de clorofila A maior no tratamento 8, sendo menor no tratamento 6.

PALAVRAS-CHAVES: micronutriente; fertilizantes; crescimento.

EFFECT OF DIFFERENT SEED TREATMENTS WITH MICRONUTRIENTS ON THE INITIAL PERFORMANCE OF SOYBEAN PLANTS

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the management of fertilization via seed treatment on the initial performance of soybean plants. The research was conducted in the county of Mineiros, using a randomized block design consisting of 5 blocks and 8 different treatments with products containing various sources of micronutrients. One of the treatments served as the control, in which no seed treatment was applied. The treatments were as follows: T1 – seed treatment (ST) with Vital + ZMC; T2 – ST with Vital + Vigora; T3 – ST with Vital + Nutre Boro; T4 – Control, with no ST; T5 – ST with all tested products (Vital + ZMC + Vigora + Nutre Boro + Icon Cooper); T6 – ST with Nutre ZMC; T7 – ST with Nutre Boro; and T8 – ST with Nutre Boro + Icon Cooper. The variables analyzed were plant height, stem diameter, chlorophyll index a, b, and total chlorophyll, and shoot dry mass. The means were subjected to analysis of variance. The results showed that seed treatment affects the initial performance of soybean plants, with shoot dry mass being increased with treatment 2 and lowest with treatment 7. Chlorophyll content was also influenced by the different seed treatments, with the highest chlorophyll A content found in treatment 8 and the lowest in treatment 6.

KEYWORDS: micronutrient; fertilizer; growth.

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merril) é uma cultura de grande expressão no Brasil, ocupando quase 40 milhões de hectares com produção estimada de 142 milhões de tonelada para a safra 2021/2022 (CONAB, 2021). Entre os fatores que permitem o crescimento da produção e o aumento da capacidade produtiva da soja brasileira, estão a utilização de fertilizantes minerais foliares, a utilização de sementes de qualidade e o tratamento com nutrientes para melhorar produtividade e qualidade (Deuner et al., 2015).

O tratamento de sementes com nutrientes tem sido um forte aliado no incremento da produtividade de soja (Meschede et al., 2004). Contudo esse ganho de rendimento acontece em condições de fertilidade dos solos perfeitamente equilibradas, com disponibilidade de macro e micronutrientes, suficientes para atender à demanda de altas produtividades. Entretanto, em função da deficiência de alguns micronutrientes, os rendimentos esperados podem não ser obtidos (Sfredo & Oliveira, 2010).

Os micronutrientes essenciais, como boro (B), cobre (Cu), manganês (Mn), molibdênio (Mo), cobalto (Co) e zinco (Zn), são absorvidos em pequenas quantidades pelas plantas quando comparados aos macronutrientes (Prado, 2020). No entanto, quando os teores presentes no solo são insuficientes para manter à demanda das plantas, há uma drástica redução na atividade fisiológica vegetal, impactando diretamente na produtividade da cultura.

Devido as condições naturais ácidas dos solos brasileiro e à necessidade da prática da calagem, a disponibilidade de micronutrientes para as plantas é dependente principalmente das faixas de pH encontradas em cada ambiente. E, como o uso intensivo do solo com a cultura da soja tem promovido reduções de matéria orgânica e aumento da acidez dos solos, os solos estão se tornando cada vez mais deficientes em relação aos micronutrientes essenciais à cultura da soja (Meschede et al., 2004).

As respostas a micronutrientes têm sido mais frequentes nas condições do Cerrado, onde Broch & Fernandes (1999) que na média de 12 estudos com micronutrientes aplicados via sementes, houve aumento de até 6,5 sacas ha^{-1} na produtividade da soja. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o manejo da adubação via tratamento de sementes sobre o desempenho inicial de plantas de soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no sudoeste do estado de Goiás, na Fazenda Vale das Emas, localizada no município de Mineiros (latitude de -17,59 e longitude de -52,61), sob condições ambientais de temperatura e umidade do ar. A região apresenta temperatura média anual de 24,1 °C e precipitação pluviométrica média de 1.700 mm. O clima predominante é do tipo Aw, típico das savanas com duas estações bem definidas: uma seca e fria (outono e inverno) e outra quente e úmida (primavera e verão), segundo a classificação de Köppen.

O solo utilizado foi caracterizado como Latossolo Vermelho (Santos et al., 2018), e sua composição foi de 23% de argila, 5% de silte e 72% de areia, na camada de 0 a 20 cm, classificado como um solo franco argiloso arenoso. O solo de toda a área de onde o foi retirado o substrato para o experimento foi corrigido com calcário conforme a necessidade determinada pela análise de solo realizada anteriormente (Quadro 1), posteriormente uma porção de solo foi peneirada e colocada ao sol durante 4 dias para secar e ser utilizada no experimento.

Resultado Analítico de Solo								
Amostra	pH	M.O.	P-mel	K	Ca	Mg	Al	H+Al
	CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³			cmolc dm ⁻³		
0-20 cm	5,1	19,8	8	0,2	2,2	0,9	0,23	4,2
S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	T	t	V
		mg dm ⁻³			cmolc dm ⁻³			
	12,9	0,18	3,4	66	35,1	1	7,5	3,5
								44

Quadro 1 - Resultado obtido da análise química do solo utilizado no experimento, Mineiros(GO)/2021

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), composto por 8 tratamentos e 5 repetições, totalizando 40 parcelas. O estudo foi baseado no tratamento de sementes (TS) com vários produtos comercial da Prime Agro (Toledo/PR) que são utilizados comumente na região como fonte de nutriente, os quais estão descritos na Tabela 1.

Produto Comercial	Dose (mL ha ⁻¹)	Uso e Concentração
Vital	150	Fonte de nutriente. 1,02% de P ₂ O ₅ + 1,02% de Mo (p/v).
Vigora	200	Fonte de nutrientes e aminoácidos. 7,0% de N + 2,1% de Mg + 8,68% de S + 0,05% de B + 4,48% de Mn + 0,05% de Mo + 7,7% de Zn (p/v).
Icon ZMC Plus	70	Fonte de zinco, molibdênio e cobre. 61,44% de Zn + 8,36% de Mo + 30,09% de Cu (p/v).
Nutre Boro	200	Fonte de boro. 13,5% de Bo (p/v).
Icon Cooper	50	Fonte de cobre. 107,35% de Cu (p/v).

Tabela 1 - Produtos utilizados nos tratamentos de semente testados.

Fonte: Prime Agro, 2021.

O experimento foi implantado no dia 07 de setembro de 2021 sendo conduzido até o dia 17 de outubro de 2021, totalizando 40 dias. Foram utilizadas sementes de soja da variedade NS8397IPRO, procedência Nidera Sementes, indicada para área com nematoide de cisto e de galha. Os tratamentos realizados foram: T1 – TS com Vital + ZMC; T2 – TS com Vital + Vigora; T3 – TS com Vital + Nutre Boro; T4 – Testemunha, sem nenhum TS; T5

– TS com todos os produtos testados, Vital + ZMC + Vigora + Nutre Boro + Icon Cooper; T6
– TS com Nutre ZMC; T7 – TS com Nutre Boro; e, T8 – TS com Nutre Boro + Icon Cooper.
Os tratamentos foram realizados em 1 kg de semente cada, com a dose proporcional aplicada com auxílio de uma seringa e revolvimento manual.

Em cada saco plástico para mudas foi colocado aproximadamente 1,2 kg de solo seco à sombra, e posteriormente foram semeadas 4 sementes de soja (Figura 1A). Após 12 dias do plantio, retirou-se as duas plantas com menor grau de desenvolvimento de cada saco plástico. Diariamente, os tratamentos foram irrigados com água pela manhã e à noite. A Figura 1B mostra o experimento 40 dias após o plantio, quando as variáveis altura de planta, diâmetro de caule e índice de clorofila *a*, *b* e *Total* foram avaliadas.



Figura 1A – Visão do Experimento no dia do plantio;



Figura 1B – Visão do Experimento 40 dias após o plantio.

A altura das plantas foi determinada com auxílio de uma régua graduada em cm e o diâmetro de caule com auxílio de um paquímetro (mm). Para determinar a quantidade de clorofila na folha foi utilizado o clorofilômetro *Soil Plant Analyzis Development* (SPAD, marca Falker, ClorofiLOG CFL 1030), operando no meio das folhas, de acordo com as instruções do fabricante. As duas plantas de cada repetição foram avaliadas e foi utilizado a média na análise estatística.

Após 45 dias determinou-se a massa seca da parte aérea. Para isso, as duas plantas foram removidas dos vasos e retirou-se a parte da raiz das mesmas; logo após foram colocadas em sacos de papel, armazenadas em estufa de secagem à 65 °C até atingirem peso constante e pesadas em balança de precisão.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste F ao nível de 5% de probabilidade. Quando significativo as médias foram comparadas pelo teste Tukey, também ao nível de 5% de probabilidade. As análises foram realizadas com o auxílio do programa Rbio com interface do programa R (BHERING, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre os parâmetros avaliados houve diferença significativa para o diâmetro de caule, teor de clorofila a e massa seca da parte aérea. Não foram observadas, contudo, diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade nos resultados obtidos para as demais variáveis analisadas.

Fonte de Variação	Graus de liberdade	Quadrado médio					
		AP	D	CLA	CLB	CLT	MS
Tratamentos	7	1,21	3,15	2,65	1,59	2,39	2,49
Bloco	3	10,45	0,75	0,84	1,8	0,32	10,22
Resíduo	21	4,29	0,1	35,2	7,63	68,5	0,3
Total	31						
CV(%)		8,2	10,8	21,5	28,6	22,18	21,8

Tabela 2 - Análise de Variância de Altura de Plantas (AP), diâmetro do caule (D), Clorofila A (CLA), Clorofila B (CLB), Clorofila Total (CLT) e Matéria Sêca

A análise de variância da altura de plantas apresentou um coeficiente de variância de 8,18% e média de 25,34 cm. Meschede et al. (2004) também não observaram diferença na altura de planta da soja quando foi realizada a aplicação de molibdênio e cobalto via tratamento de sementes. Alguns trabalhos observaram que a aplicação de ácido giberélico promoveu o maior crescimento em altura de plantas de soja durante todo o ciclo (LEITE, 1998; CAMPOS et al., 2009), contudo esses trabalhos foram realizados com aplicação foliar e não via tratamento de semente.

O diâmetro em milímetros do caule foi maior no tratamento 1 e menor no tratamento 2 e os demais tratamentos ficaram intermediários (Figura 2). Contudo, a análise estatística demonstra que houve diferença entre o tratamento com a aplicação de Vital + Icon ZMC (T1) que apresentou o maior diâmetro de caule e com a aplicação de Nutre Boro + Icon Cooper (T8) que apresentou o menor diâmetro de caule.

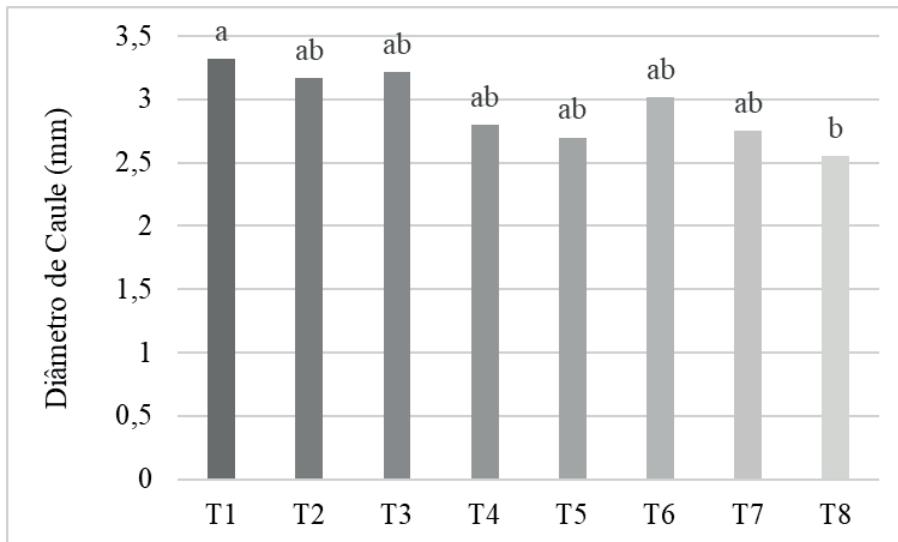


Figura 2 - Média dos dados obtidos de diâmetro de caule em diferentes tratamentos.

Apesar do T8 ser fonte de cobre assim como o Icon ZMC do T1, o T1 possui na composição o extrato de algas que confere ao produto uma relação de auxinas e giberelinas naturais que são capazes de estimular as respostas fisiológicas da planta. Isso ocorre devido ao maior desenvolvimento do sistema radicular e, consequentemente, maior absorção de nutrientes.

O teor de clorofila *a* apresentou diferença significativa entre os tratamentos, enquanto o teor de clorofila *b* e o total não. A clorofila *a* e *b* se diferenciam apenas pelo espectro de luz que conseguem absorver; contudo, a clorofila *a* corresponde à aproximadamente 75% dos pigmentos verdes totais. Porém, assim como o diâmetro de caule, o teor de clorofila também não apresentou diferença entre a testemunha e os demais tratamentos (Figura 2). Apenas é possível verificar diferença estatística entre o T6 e o T8, mesmo ambos sendo fontes de cobre.

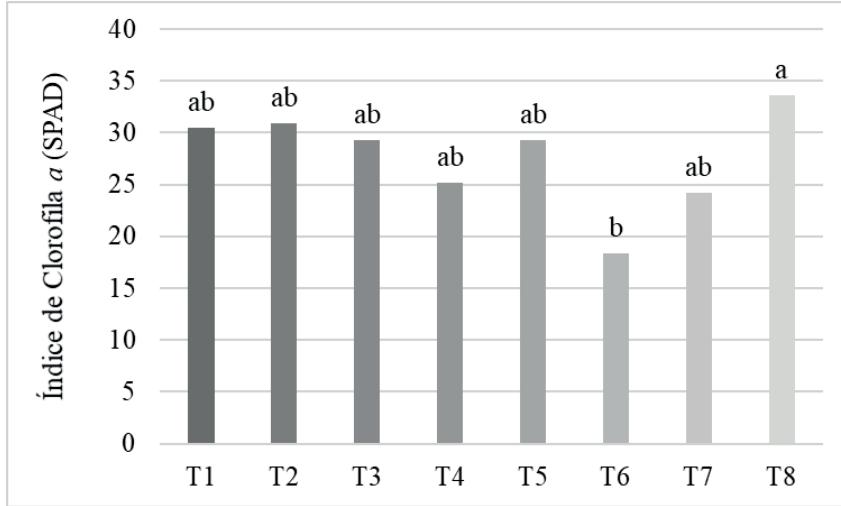


Figura 3 - Média dos dados obtidos do índice de clorofila a em diferentes tratamentos.

As análises em torno do índice de clorofila apresentaram coeficiente de variação de 21,45, 28,62 e 22,18% e as médias 27,66, 9,64 e 37,30 para clorofila a, b e total, respectivamente. O maior teor de clorofila em sistemas de alta produtividade é de extrema importância, pois garante maior eficiência de aproveitamento da radiação luminosa (Larcher, 2004).

A massa seca de plantas em g/plantas foi superior no tratamento 2 e menor no tratamento 7, os demais tratamentos ficaram intermediários entre T2 e T7 (Figura 4). Os tratamentos que se diferiram foram o T2 que apresentou 3,2 g em relação ao T7 que apresentou 1,89 g de massa seca (Figura 4).

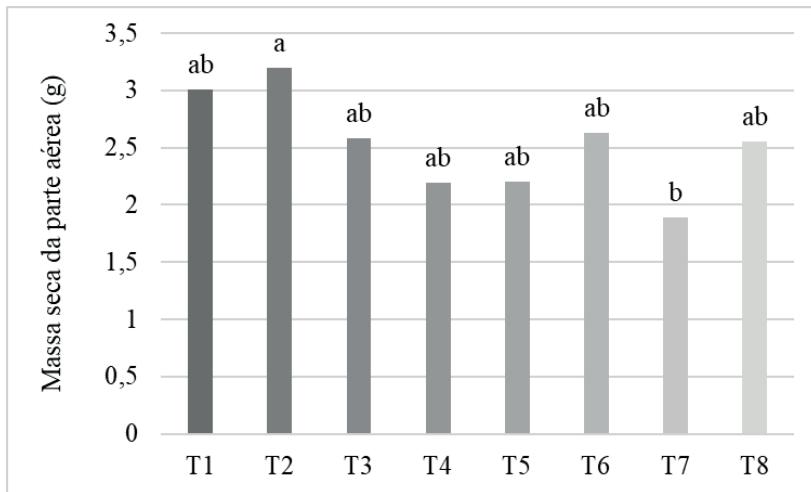


Figura 4 - Média dos dados obtidos de massa seca da parte aérea em diferentes tratamentos.

No T2 houve um fornecimento de micronutrientes e também estímulos para melhor absorção dos mesmos, enquanto que no T7 houve apenas o fornecimento de Boro. Pedroso et al. (2016), estudando a influência do Vital em plantas de arroz com 75 dias, também não encontraram diferença na massa seca da parte aérea, quando comparado à testemunha, corroborando com o fato de que a sinergia entre os produtos do T2 que proporcionaram o aumento na massa seca da parte aérea.

Para a cultura da soja, Leite et al. (2003), descreveram que a emergência das plantas e o comprimento das raízes foram reduzidos com o tratamento de sementes (giberelina e citocinina), porém com o decorrer do experimento a diferença no crescimento radicular desapareceu.

A concentração de hormônios existentes nas sementes, como a citocinina e giberelina, bem como o adequado equilíbrio entre eles, interferem positivamente ou não no acúmulo de massa seca de plântulas, uma vez que os bioativadores são substâncias orgânicas complexas modificadoras do crescimento, capazes de atuar na transcrição do DNA na planta, expressão gênica, proteínas da membrana, enzimas metabólicas e nutrição mineral (Taiz & Zeiger, 2013; Elli et al., 2016).

Possivelmente, os resultados obtidos nesse estudo não se diferenciaram entre a testemunha e os demais tratamentos devido às condições de fertilidade dos solos não estarem perfeitamente equilibradas. Ou seja, algum elemento pode ter limitado o crescimento das plantas. Tais resultados podem ser explicados pela Lei de Liebig (Século XIX) que “o rendimento de uma safra é limitado pelo elemento cuja concentração é inferior a um valor mínimo, abaixo do qual as sínteses não podem mais fazer-se”. Ou seja, embora todos os nutrientes estejam presentes, a produtividade de uma planta está condicionada ao fator que estiver abaixo do valor demandado, e de nada adiantaria aumentar as quantidades de outros, quando este é o limitante.

Exemplificando com os presentes dados, ao observar a análise química do solo utilizado no presente trabalho (Quadro 1) tem-se que a concentração de potássio presente é de $0,2 \text{ mg dm}^{-3}$, sendo que a recomendação para altas produtividade de soja é de $2,2 \text{ mg dm}^{-3}$. Como nenhum dos tratamentos analisados eram fonte de potássio, sugere-se que este elemento limitou a produtividade (variou de 1,8 a 3,2g) das plantas oriundas do plantio com sementes tratadas com micronutrientes.

CONCLUSÃO

O plantio de sementes de soja tratadas com produtos de diferentes fontes de micronutrientes essenciais às plantas influenciou a matéria seca de plantas, o teor de clorofila A e o diâmetro do caule.

A matéria seca da parte aérea de plantas de soja é maior no tratamento 2 e menor no tratamento 7.

Possivelmente, o solo utilizado apresentava deficiência em algum micronutriente essencial ao desenvolvimento, e o mesmo foi limitante para a produtividade das plantas de soja, que variou de 1,8 a 3,2g de Matéria Seca.

REFERÊNCIAS

BHERING, L.L. 2017. Rbio: A Tool For Biometric And Statistical Analysis Using The R Platform. *Crop Breeding And Applied Biotechnology*, 17: 187-190, 2017.

BROCH, D. L.; FERNANDES, C. H. Resposta da soja à aplicação de micronutrientes. Maracaju, MS: **Fundação MS**, 1999. 56p. (Informativo Técnico 02/99).

CAMPOS.M. F; ONO, E. O; RODRIGUES, J. D. Desenvolvimento da parte aérea de plantas de soja em função de reguladores vegetais. **Revista Ceres**, Departamento de Botânica, Universidade Estadual Paulista, Botucatu –SP, p. 74-79, 2009.

CONAB. Acompanhamento de safra brasileira: grãos, segundo levantamento, novembro/2021. **Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento**, 2021. 93 p.

DEUNER, C.; MENEGHELLO, G. E.; BORGES, C. T.; GRIEP, L.; ALMEIDA, A. S.; DEUNER, S. Rendimento e qualidade de sementes de soja produzidas sob diferentes manejos nutricionais. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 38, n. 3, p. 357-365, 2015.

ELLI, E. F. et al. Potencial fisiológico de sementes de arroz tratadas com fitorregulador vegetal. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 2, p. 366-373, 2016.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2004. 531p.

LEITE, V. M.; ROSELEM, C. A.; RODRIGUES, J. D. Gibberellin and cytokinin effects on soybean growth. **Scientia Agricola**, v. 60, n. 3, p. 537-541, 2003.

KÖPPEN, W. Grundriss der Klimakunde: Outline of climate science. Berlin: Walter de Gruyter, P.388. 1931.

MESCHEDE, D. K.; DE LUCCA, A.; BRACCINI, M. D. C. L.; SCAPIM, C. A.; SCHUAB, S. R. P. Rendimento, teor de proteínas nas sementes e características agronômicas das plantas de soja em resposta à adubação foliar e ao tratamento de sementes com molibdênio e cobalto. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 26, n. 2, p. 139-145, 2004.

PEDROSO, L.; BERTOLDO, J. L.; ALMEIDA MARCHI, B.; DA CRUZ, R. M. S.; SOUZA, B. C.; LERMEN, C.; ALBERTON, O. Avaliação dos fitorreguladores auxina e giberelina na germinação e crescimento do arroz. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 19, n. 4, 2016.

PRADO, R. de M. Nutrição de Plantas. 2. ed. São Paulo: Editora UNESP, 2020. 416 p.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ... & CUNHA, T. J. F. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, DF: **Embrapa**, 2018.

SFREDO, G. J.; OLIVEIRA, M. C. N. Soja: molibdênio e cobalto. Londrina: **Embrapa Soja**, n. 322, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.