



QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA PRODUZIDAS SOB DOSES DE BORO EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS

Lyvia Nunes Arantes de Oliveira^{1*}, Alex Oliveira Campos¹, Cleiton Gredson Sabin Benett²,
Katiane Santiago Silva Benett²

¹Discente do Curso de Agronomia da Universidade Estadual de Goiás, Campus Sudeste / UnU Ipameri, Ipameri, GO, Brasil.²Docente na Universidade Estadual de Goiás, Campus Sudeste / UnU Ipameri, Ipameri, GO, Brasil. *lyvia.arantes@gmail.com

Resumo: A nutrição boratada pode afetar a qualidade fisiológica de sementes de diversas espécies vegetais. Assim o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de doses e épocas de aplicação de B na qualidade fisiológica de sementes, na cultura da soja. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, arranjado em esquema fatorial 3 x 6 e quatro repetições, sendo três épocas de aplicação [Estádio V0 (momento da semeadura); estágio V6 (sexto nó, quinta folha trifoliolada completamente aberta); e estágio R1 (Início da floração, até 50% das plantas com uma flor)] e seis doses de boro (0, 1, 2, 3, 4 e 5 kg ha⁻¹) aplicadas via solo utilizando como fonte o ácido bórico. A qualidade fisiológica das sementes foi estimada por meio dos testes: Grau de umidade das sementes; Primeira contagem de germinação; Peso de 1000 sementes, Teste do tetrazólio, a Condutividade elétrica, Índice de velocidade e Envelhecimento acelerado. Os resultados permitiram concluir que a aplicação de boro nos diferentes estádios influenciou positivamente o vigor das sementes, se fazendo importante independente do estágio de aplicação do micronutriente. A qualidade fisiológica das sementes foi incrementada com doses de 2,13 a 2,90 kg ha⁻¹ de boro.

Palavras-chave: *Glycine max* L. Condutividade elétrica. Germinação. Teste de tetrazólio. Vigor de sementes.

Introdução

O boro possui inúmeras funções e desempenha importante papel em vários estágios fenológicos da planta, dentre eles lignificação, metabolismo de RNA, metabolismo fenólico, respiração e integridade da membrana plasmática (CAKMAK & ROMHELD, 1998), onde a deficiência pode afetar estes processos, e atuando como na germinação do pólen, alongação do tubo polínico e fecundação, garantindo a formação do fruto ou semente. A reserva de boro nas sementes também é importante, pois, sementes com baixos teores de (B), apresentam baixo poder germinativo (RERKASEM, et al., 1997). Considerando que trabalhos realizados com respostas de boro na cultura da soja são poucos e com resultados divergentes, torna-se necessário a realização de novos estudos que possibilitem a utilização





deste micronutriente de forma coerente nesta cultura, o que objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de doses e épocas de aplicação de B na qualidade fisiológica de sementes, na cultura da soja implantada sob sistema de plantio direto.

Material e Métodos

O experimento de avaliação da qualidade de sementes foi instalado no Laboratório de Sementes (LASEM) da UEG/UnU Ipameri, utilizando sementes de soja (*Glycine max* L.) da cultivar IPRO 7110 oriundas de cultivo na área experimental da UEG. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, arranjado em esquema fatorial 3 x 6, com três estádios de aplicação do boro [Estádio V0 (no momento da semeadura); estádio V6 (sexto nó, quinta folha trifoliolada completamente aberta); e estádio R1 (Início da floração, até 50% das plantas com uma flor)] e seis doses de boro (0, 1, 2, 3, 4 e 5 kg ha⁻¹) aplicadas via solo utilizando como fonte de boro o ácido bórico (17%) e quatro repetições. Foram avaliadas as seguintes variáveis: grau de umidade das sementes; primeira contagem de germinação; peso de 1000 sementes e teste do tetrazólio seguindo as regras de análise de sementes, descritas em BRASIL, 2009. Também foram avaliados a condutividade elétrica, de acordo com a metodologia proposta por Krzyzanowski et al., (1999); índice de velocidade de calculado conforme Maguire (1962) e envelhecimento acelerado conforme AOSA (1983). Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para estádios fenológicos e, para as doses de B foram realizadas análise de regressão.

Resultados e Discussão

Por meio da análise descritiva podemos observar que o teor de umidade das sementes de soja não apresentou variação em relação estádios de aplicação e as doses de boro utilizadas. Sendo, a média em torno dos 10% de umidade (Tabela 1). De acordo com Marcos Filho (1999), a uniformidade do teor de água das sementes é essencial para a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes.

Tabela 1. Grau de umidade (G), Primeira contagem da germinação (PCG), Germinação (G), Índice de velocidade de germinação (IVG) e Condutividade elétrica





(CE) das sementes da variedade de soja IPRO 7110 sob doses e épocas de aplicação de boro. UEG, UnU Ipameri, 2021.

Estádios	GU	PCG	G	IVG	CE
	----- % -----				$\mu\text{S/cm/g}$
V0	10,68	27,11 c	38,88 b	9,85 c	174,52 a
V3	10,70	51,00 ab	61,55 a	18,57 b	160,48 abc
V6	10,55	57,88 ab	68,22 a	20,07 ab	145,04 c
V9	10,72	65,11 a	72,88 a	26,33 a	151,08 bc
R1	10,29	49,00 b	59,88 a	18,76 ab	162,41 ab
Valor de F		22,97	12,24	13,8	7,53
Doses de B (kg ha ⁻¹)					
0	10,13	35,33	54,66	11,73	135,43
1	9,90	48,93	56,53	18,27	156,50
2	10,50	48,66	60	18,16	151,34
3	10,92	57,86	62,8	21,19	155,16
4	10,74	56,93	65,2	22,28	156,44
5	10,81	52,4	62,53	20,68	197,38
Valor de F		4,63	0,94	5,06	20,05
CV (%)		13,03	22,77	26,59	0,49

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve influência das doses e épocas de aplicação de boro em todas as variáveis analisadas (Tabelas 1 e 2; Figura 1, 2 e 3).

Para a primeira contagem de germinação (PCG) a maior quantidade de plântulas germinadas foi encontrada quando a aplicação de boro foi realizada no estádio vegetativo V9 contudo, sem diferir dos valores obtidos nos estádios V3 e V6. Resultado semelhante foi observado na germinação total quando as maiores porcentagens de plântulas normais foram observadas com aplicação de boro no V9 sem diferir dos estádios V3, V6 e R1 (Tabela 1).

O índice de velocidade de geminação (IVG) diferiu estatisticamente entre os estádios V0, V3 e V9 apresentando IVG médio de 9,85, 18,57 e 26,33, respectivamente conforme apresentado na Tabela 1.

A variável condutividade elétrica demonstrou valores superiores no estádio V0 seguido pelo R1 e V3, e valores inferiores em V9 e V6. Segundo (VIEIRA et.al. 2002), os menores valores, correspondentes à menor liberação de exsudatos, maior o vigor,





revelando menor intensidade de desorganização dos sistemas de membranas das células. De modo geral, para ambas as variáveis, houve melhor resultado em percentagem de plântulas normais quando se realizou a aplicação de B já com presença de folhas e no início da floração do que quando aplicado no momento da semeadura; o que diverge para a condutividade elétrica (CE), onde observou-se melhor resultado na fase de semeadura. Portanto, a adubação boratada se faz importante, nas diversas fases de desenvolvimento da cultura, uma vez que esta aplicação influenciou positivamente o vigor das sementes, proporcionando maior percentagem de plântulas normais em diferentes épocas.

Para o efeito da interação entre as doses e épocas de aplicação do boro observa-se que na primeira contagem de germinação os dados referentes aos estádios V0, V6 e R1 se ajustaram a um modelo de equação quadrática (Figura 1A), com ponto de máximo estimado de 2,90 e 2,67 kg ha⁻¹, no estádio V6 e no estádio R1, respectivamente, onde após atingir o ponto máximo, a germinação decresce em resposta às doses mais altas de B, indicando uma toxicidade do micronutriente conforme observado ao aplicar a dose máxima de 5 kg ha⁻¹. E ponto de mínimo estimado de 2,13 kg ha⁻¹ para o estádio V0.

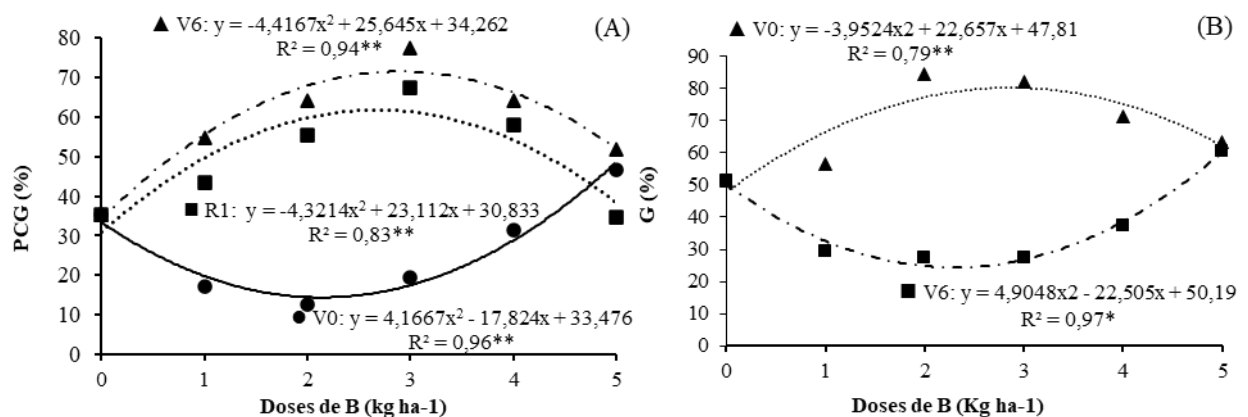


Figura 1. Primeira contagem de germinação (A) e germinação (B) de sementes de soja em função de doses e estádios de aplicação de boro. Ipameri-GO, 2021.

*Significativo a 5% de probabilidade; ** significativo a 1% de probabilidade.

Foram encontrados, na germinação total, no estádio V0 resposta quadrática, (Figura 1B), com ponto de máximo estimado de 2,86 kg ha⁻¹. Já a aplicação de B no estádio V6 os dados se ajustaram a uma regressão quadrática com ponto de mínimo





estimado de $2,29 \text{ kg ha}^{-1}$.

Ao avaliar o IVG observa-se que houve aumento linear dos dados à medida em que se aumentou as doses de boro, conforme ilustrado na Figura 2A. Esse resultado diverge ao obtido por Kappes et al. (2008) quando não observaram diferenças significativas para essa variável ao estudar o efeito da aplicação foliar de B em diferentes doses e época de aplicação na qualidade de sementes de soja.

Para o fator condutividade elétrica observa-se ajuste linear crescente (Figura 2B). Krzyzanowski et al. (1999) relatam que valores elevados da condutividade elétrica são ocasionados pela maior liberação de íons no meio, devido ao comprometimento da integridade das membranas, estando relacionado com a baixa qualidade das sementes.

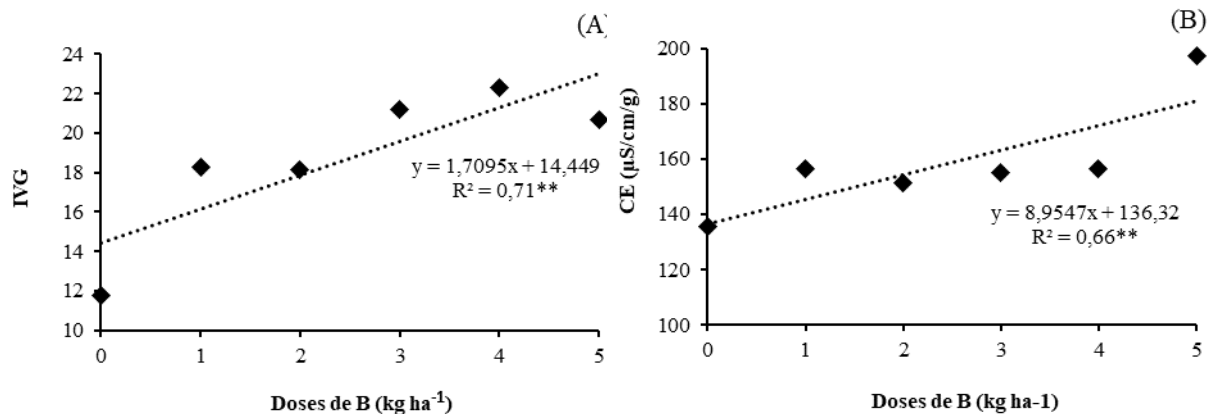


Figura 2. Índice de velocidade de germinação (A) e Condutividade elétrica (B) de sementes de soja em função de doses de boro. Ipameri-GO, 2021. ** Significativo a 1% de probabilidade.

Na tabela 2 são observados os teores de viabilidade das sementes quanto ao baixo (BV) e ao alto (AV) vigor havendo maior porcentagem de plântulas com baixo vigor para o para o estágio V0, enquanto para o alto vigor as maiores porcentagens foram obtidas no estágio V9 contudo, sem diferir do estágio V3. De acordo com Marcos Filho et al. (1987) a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, por meio do teste de tetrazólio, tem proporcionado, nos últimos anos, contribuição altamente significativa na identificação dos níveis de vigor e viabilidade, fundamentais para o controle de qualidade de sementes no Brasil.

Dantas et al. (2007) constataram que a primeira contagem de germinação é um mé-





todo eficaz para a predição do vigor e diferenciação do nível de tolerância das sementes ao estresse, o que pode ser constatado ao analisar as Tabelas 1 e 2, sendo assim, lotes de sementes com valores de germinação na primeira contagem maiores, são considerados mais vigorosos. Segundo França-Neto, Krzyzanowski e Henning (2011), o uso de sementes vigorosas assegura o estabelecimento de uma população adequada de plantas, mesmo sob condições estressantes.

Para o envelhecimento acelerado (EA), notou-se resultado mais expressivo nos estádios V6 e V9 semelhante ao estádio R1, diferindo apenas dos estádios V0 e V3; o que se confirma tendo em vista os resultados obtidos para a massa de 1000 grãos (M1000) cujos resultados se deram de forma oposta, onde as maiores massas foram nos estádios V0 e V3, e as menores nos estádios V6, V9 e R1, conforme Tabela 2.

Tabela 2. Viabilidade de sementes obtidas através do teste de Tetrazólio (TZ), Envelhecimento acelerado (EA) e Massa de 1000 sementes (M1000), da variedade de soja IPRO 7110 sob doses e épocas de aplicação de boro. UEG, Ipameri, 2021.

Estádios	TZ (%)		EA	M1000
	Baixo vigor	Alto vigor	% Plântulas Normais	g
V0	93,83 a	6,16 d	1,01 b	218,64 a
V3	76,00 cd	24,00 ab	0,89 b	219,99 a
V6	86,16 b	13,83 c	1,69 a	214,82 b
V9	70,00 d	30,00 a	1,98 a	214,01 b
R1	78,88 c	21,11 b	1,30 ab	214,30 b
Valor de F	86,62	82,31	7,57	15,97
Doses de B (kg ha ⁻¹)				
0	94	6	0,71	212,95
1	78,2	21,8	1,16	215,76
2	80,8	19,2	1,17	216,96
3	81,6	18,4	1,67	214,38
4	81,8	18,2	1,82	219,14
5	69,46	30,53	1,72	218,92
Valor de F	47,03	45,19	5,74	10,53
CV (%)	11,45	11,25	13,1	1,49

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No que se refere à porcentagem de sementes com baixo vigor obtidas no teste de Tetrazólio o modelo linear apresentou melhor ajuste de forma decrescente (Figura 3A), enquanto para o alto vigor os dados se ajustaram ao modelo linear crescente





(Figura 3B). O envelhecimento acelerado e a Massa de 1000 grãos também apresentaram resultados semelhantes com crescimento linear conforme ilustrado na Figura 3C e 3D.

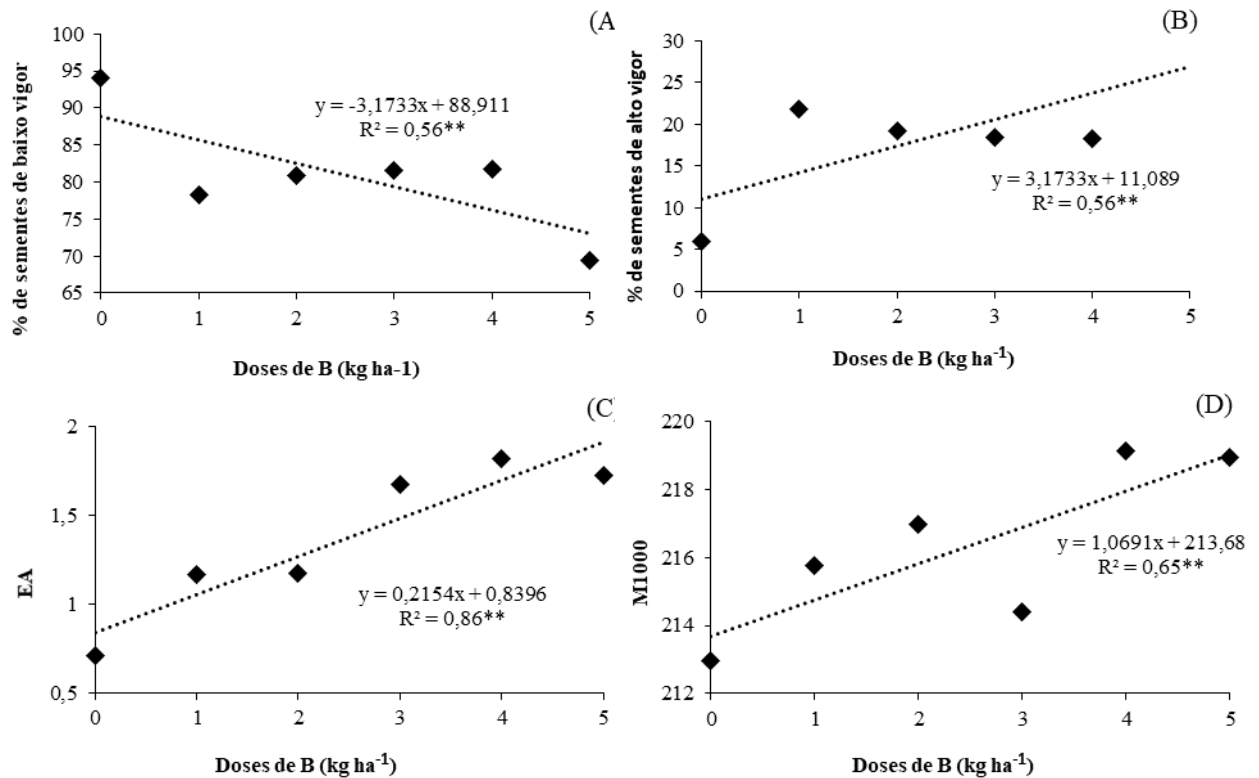


Figura 3. Viabilidade de sementes através do teste de Tetrázólio [viáveis de baixo vigor (A), viáveis de alto vigor (B)]; envelhecimento acelerado (C) e massa de 1000 grãos (D) de sementes de soja em função de doses de boro. Ipameri-GO, 2021. ** Significativo a 1% de probabilidade.

Considerações Finais

Baseado nos resultados obtidos, conclui-se que a aplicação de boro nos diferentes estádios influenciou positivamente o vigor das sementes, se fazendo importante independente do estádio de aplicação do micronutriente. A qualidade fisiológica das sementes foi incrementada com doses de 2,13 a 2,90 Kg ha⁻¹ de boro.

Agradecimentos

Agradeço ao CNPq pela concessão da bolsa e à UEG / UnU Ipameri por todo suporte fornecido.

Referências

AOSA. ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing: AOSA, 1983. 93p.





BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 2009. doi:10.11606/D.11.2008.tde-15072008-125744.

CAKMAK, I.; RÖMHELD, V. Boron efficiency induced impairments of cellular functions in plants. **Plant and Soil, the hague**, v. 193, n. 1/2, p. 71-83, 1998.

DANTAS, B.F.; RIBEIRO, L.S.; ARAGÃO, C.A. Germination, initial growth and cotyledon protein content of bean cultivars under salinity stress. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.2, p.106-110, 2007.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. Sementes de soja de alta qualidade: a base para altas produtividade. In: CONGRESO DE LA SOJA DEL MERCOSUR, 5, 2011, Rosário. **Anais [...]** Rosário: Asociación de la Cadena de la Soja Argentina, 2011. p. 1-4.

KAPPES, C.; GOLO, A.L.; CARVALHO, M.A.C. Doses e épocas de aplicação foliar de boro nas características agronômicas e na qualidade de sementes de soja. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.9, n.3, p.291-297, 2008.

KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.4, p.1-26.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p.176-77, 1962.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J. B. Vigor de sementes: conceitos e testes. **Londrina: ABRATES**, cap. 3, p. 1-24, 1999.

MARCOS FILHO, J.; CICERO, S.M.; SILVA, W.R. **O teste de tetrazólio**. Piracicaba: ESALQ/Departamento de Agricultura e Horticultura, 1987. 40p.

RERKASEM, B.; BELL, R. W.; LODKAEW, S.; LONERAGAN, J. F. Relationship of seed boron concentration to germination and growth of soybean (*Glycine max*). **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, [S.l.], v. 48, n. 3, p. 217-223, 1997.

VIEIRA, R.D.; PENARIOL, A.L.; PERECIN, D.; PANOBIANCO, M. Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.37, n.9, p.1333-8, 2002.

