

Épocas de maturação, crescimento e rendimento de sementes de soja em terras baixas

Maturation times, growth and yield of soybean seeds in lowlands

Tiempos de maduración, crecimiento y rendimiento de semillas de soja en tierras bajas

Recebido: 02/06/2023 | Revisado: 12/06/2023 | Aceitado: 13/06/2023 | Publicado: 17/06/2023

Matheus Schneider Klaus

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5246-0469>
Universidade Federal de Pelotas, Brasil
E-mail: matheusbv@hotmail.com

Maicon Mascarello Dallmann

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-5705-0613>
Universidade Federal de Pelotas, Brasil
E-mail: maiconmascarello01@gmail.com

Benhur Schwartz Barbosa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8265-4598>
Universidade Federal de Pelotas, Brasil
E-mail: benhursb97@outlook.com

Rodrigo Pagel Machado

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-5118-7452>
Universidade Federal de Pelotas, Brasil
E-mail: r.p.machado1998@hotmail.com

Vitor Mateus Kolesny

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0266-7127>
Universidade Federal de Pelotas, Brasil
E-mail: vitorkolesny@outlook.com

Mariano Peter

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-0385-484X>
Universidade Federal de Pelotas, Brasil
E-mail: mariano.peter@hotmail.com

Tiago Pedó

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4327-8021>
Universidade Federal de Pelotas, Brasil
E-mail: tiago.pedo@gmail.com

Resumo

Este trabalho objetivou avaliar mediante experimentação a campo, a resposta da inoculação associado com três lotes de sementes distintos, utilizando sementes comerciais de soja, sementes salvas e sementes expostas ao sol (simulando condições de armazenagem e/ou transporte inadequado). Os tratamentos foram divididos em quatro épocas de coleta, de acordo com os estágios reprodutivos R1, R2, R4 e R6. Durante a condução do experimento foi realizado a contagem de nódulos totais (n-total), ativos (n-ati) e inativos (n-ina), massa de nódulos presentes na raiz principal (n-prin), massa de nódulos das raízes secundárias (n-sec), massa seca de raízes (ms-r), massa seca de folhas (ms-f), massa seca de vagens (ms-v), massa seca do caule (ms-c), número de vagens (n-vag) e sementes por planta (n-sem), rendimento por planta (Rend) e peso de mil sementes (PMS). Todas as avaliações foram realizadas no laboratório de análise de sementes do programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, pertencente à Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, da Universidade Federal de Pelotas. Nas condições deste estudo verificou-se que as sementes armazenadas de forma comercial apresentaram maior número de nódulos totais ativos, tanto primários como secundários. O mesmo foi observado para as variáveis massa seca de folhas, vagens, caules, raízes e peso de mil sementes. As diferentes formas de armazenagem de sementes pré-plantio influenciaram diretamente a qualidade e rendimento das plantas, assim como seu desenvolvimento estrutural e fotossintético.

Palavras-chave: Inoculação; Sementes; Qualidade; Rendimento.

Abstract

This work aimed to evaluate, through field experimentation, the inoculation response associated with three different seed lots, using commercial soybean seeds, saved seeds and seeds exposed to the sun (simulating inadequate storage and/or transport conditions). Treatments were divided into four collection times, according to reproductive stages R1, R2, R4 and R6. During the conduction of the experiment, the count of total nodules (n-total), active (n-ati) and inactive (n-ina), mass of nodules presents in the main root (n-prin), mass of nodules of the root's secondary (n-sec),

root dry mass (ms-r), leaf dry mass (ms-f), pod dry mass (ms-v), stem dry mass (ms-c), number of pods (n-vag) and seeds per plant (n-sem), yield per plant (Rend) and thousand seed weight (PMS). All evaluations were carried out in the seed analysis laboratory of the Graduate Program in Seed Science and Technology, belonging to the Faculty of Agronomy Eliseu Maciel, at the Federal University of Pelotas. Under the conditions of this study, it was found that commercially stored seeds had a higher number of total active nodules, both primary and secondary. The same was observed for the variables dry mass of leaves, pods, stems, roots and thousand seed weight. The different ways of pre-planting seed storage directly influenced the quality and yield of the plants, as well as their structural and photosynthetic development.

Keywords: Inoculation; Seeds; Quality; Yield.

Resumen

Este trabajo tuvo como objetivo evaluar, a través de la experimentación de campo, la respuesta de inoculación asociada a tres lotes de semillas diferentes, utilizando semillas de soja comerciales, semillas guardadas y semillas expuestas al sol (simulando condiciones inadecuadas de almacenamiento y/o transporte). Los tratamientos se dividieron en cuatro tiempos de colecta, de acuerdo a los estados reproductivos R1, R2, R4 y R6. Durante la realización del experimento, el conteo de nódulos totales (n-total), activos (n-ati) e inactivos (n-ina), masa de nódulos presentes en la raíz principal (n-prin), masa de nódulos de las raíces secundarias (n-seg), masa seca de la raíz (ms-r), masa seca de la hoja (ms-f), masa seca de la vaina (ms-v), masa seca del tallo (ms-c), número de vainas (n -vag) y semillas por planta (n-sem), rendimiento por planta (Rend) y peso de mil semillas (PMS). Todas las evaluaciones se realizaron en el laboratorio de análisis de semillas del Programa de Posgrado en Ciencia y Tecnología de Semillas, perteneciente a la Facultad de Agronomía Eliseu Maciel, de la Universidad Federal de Pelotas. Bajo las condiciones de este estudio, se encontró que las semillas almacenadas comercialmente tenían un mayor número de nódulos activos totales, tanto primarios como secundarios. Lo mismo se observó para las variables masa seca de hojas, vainas, tallos, raíces y peso de mil semillas. Las diferentes formas de almacenamiento de las semillas antes de la siembra influyeron directamente en la calidad y el rendimiento de las plantas, así como en su desarrollo estructural y fotosintético.

Palabras clave: Inoculación; Semillas; Calidad; Rendimiento.

1. Introdução

A soja (*Glycine max* (L) Merrill) possui grande relevância na balança comercial brasileira quanto a produtividade. No cenário atual, o Brasil tem se destacado como maior produtor e exportador mundial de grãos, alcançando 153.633 mil toneladas na safra 22/23. Com aumento de 22,4% comparado ao ano anterior (Companhia Nacional de Abastecimento, 2023).

As sementes apresentam papel importante nesse expressivo resultado, pois constituem o insumo primário na produção agrícola. Grande parte dos fatores que influenciam estão relacionados com características específicas de cada material, visto que a pureza genética, pureza física, uniformidade no tamanho e viabilidade são parâmetros importantes para determinar a qualidade da semente (Sharma, et al., 2023). No entanto, não atuam de forma isolada, dependem também de processos químicos, físicos e biológicos associados ao manuseio durante armazenagem pós-colheita, classificação, embalagem, transporte e comercialização (Uebersax, et al., 2022; Adewoyin, et al., 2022).

A compreensão dos processos produtivos, associado com manejos que condicionem maior resultado, propicia integração entre a tecnologia de semeadura e cultivo, para melhor produtividade ao final do ciclo da cultura (Alipour, et al., 2022).

Dentre estas novas tecnologias de manejo está a inoculação de sementes a partir de microrganismos biológicos, que teve um aumento considerável de uso em culturas agrícolas nos últimos anos (de Carvalho, et al., 2023). Grande parte desse aumento se deve ao potencial de complementar e/ou substituir produtos químicos para manutenção da sanidade vegetal e controle biológico de pragas e doenças de plantas, entre outros usos, que potencialmente favorecem a redução de custos produtivos e a preservação do meio ambiente (Nonato, 2016; Diaz, et al., 2019; Chagas Júnior *et al.*, 2021).

Este trabalho objetivou avaliar mediante experimentação a campo, a resposta da inoculação associado com três lotes de sementes distintos, utilizando sementes comerciais de soja, sementes salvas e sementes expostas ao sol (simulando condições de armazenagem e/ou transporte inadequado).

2. Metodologia

O experimento foi conduzido na safra agrícola de 2019/2020, no Centro Agropecuário da Palma, município de Capão do Leão, região sul do estado do Rio Grande do Sul, latitude -31.797026 S e longitude -52.497448 O. O solo da região é classificado como Planossolo Háptico Eutrófico Solódico (Solos, 2013). Enquanto que, o clima é caracterizado como temperado, com chuvas bem distribuídas e verão quente, tipo Cfa, de acordo com a classificação de Köppen.

Durante a condução do experimento os dados de precipitação foram obtidos a partir do boletim da estação meteorológica de Pelotas, localizada próximo ao local de cultivo (Quadro 1). E também os dados referentes à temperatura, umidade relativa do ar e radiação solar localizada próximo ao local de cultivo (Quadro 2).

Quadro 1 - Precipitação pluviométrica média e precipitação pluviométrica aferida para o período de 24 horas, na estação meteorológica da Embrapa Clima Temperado.

Época	Precipitação Pluviométrica Média (mm)	Precipitação Pluviométrica Aferida (mm)
Novembro/19	85,4	101,7
Dezembro/19	90,5	38,3
Janeiro/20	107,15	45,3
Fevereiro/20	127,79	23,8
Março/20	107,2	41

Fonte: Elaborado pelos autores.

Vale ressaltar que o maio regime de chuva ocorreu durante os meses de janeiro, fevereiro e março (Quadro 1), coincidindo com o período vegetativo da cultura. Além disso a média mensal acumulada para os cinco meses, desde o plantio até a fase final de colheita foi de 518,04 mm de água. De acordo com Grassini *et al.*, (2015) e Wolffenbuttel, (2021) a necessidade hídrica da soja varia entre 450 – 700 mm de água, dependendo do clima e da duração do ciclo de desenvolvimento. No entanto, deve-se considerar que a safra de 2019/2020 foi marcada pelo fenômeno de La Niña no Rio Grande do Sul. Fato que remete a época de escassez hídrica.

Quadro 2 - Temperatura média, radiação solar e umidade relativa para o período de 24 horas, na estação meteorológica da Embrapa Clima Temperado.

Época	Temperatura Média (°C)	Radiação Solar (cal.cm ⁻² .dia ⁻¹)	Umidade Relativa (%)
Novembro/19	21,1	451,7	79,1
Dezembro/19	22,5	538,4	74,1
Janeiro/20	23,6	511,3	80
Fevereiro/20	23,3	508,7	76,3
Março/20	22,9	414,1	81,3

Fonte: Elaborado pelos autores.

Analisando a temperatura média (Quadro 2) é possível observar que os valores ficaram entre 20°C e 30°C. No entanto, abaixo dos 25°C, considerado como temperatura ideal para a cultura da soja (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2012; Vidal, 2023).

Os tratamentos foram estabelecidos em três níveis de qualidade: Sementes comerciais, salvas e expostas ao sol pelo tempo de uma hora e temperatura de 32°C (simulando condições de armazenagem e/ou transporte inadequado). Divididos em quatro épocas de coleta, de acordo com os estágios reprodutivos um (R1), R2, R4 e R6.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC) com três tratamentos e quatro repetições. Cada parcela foi constituída de 9 linhas de 5 metros espaçadas em 0,45 metros com densidade de semeadura de 14 sementes por metro. A área útil da parcela foi da 2ª à 8ª linha para evitar o efeito bordadura, conforme descrito em Petersen (1994). O espaçamento entre parcelas foi de 2 metros. O inoculante utilizado foi o Nod Líquido, formulado a partir das estirpes SEMIA 5079 e SEMIA 5080 da bactéria *Bradyrhizobium japonicum* na concentração de $7,2 \times 10^9$ células por mL do produto. A recomendação do fabricante é a aplicação de 50 mL ha⁻¹ do produto.

Em cada uma das respectivas coletas de materiais, foi sorteado linhas dentro do experimento, e com auxílio de uma fita métrica, era coletado cinco metros lineares de forma aleatória dentro de cada tratamento, durante as 4 coletas totais. As plantas foram separadas por tratamentos, com o primeiro arranque das plantas de cada parcela, limpeza de raízes, corte e contagem de nódulos (principais e secundários), verificação da atividade de bactérias fixadoras de nitrogênio (FBN), separação de raízes, caule, folhas e número de vagens. Posteriormente as partes das plantas coletadas eram ensacadas em sacos de papel pardo e submetidas a secagem por pelo menos 48 horas em estufa com temperatura fixa de 41°C. Para que em seguida pudessem ser pesados e mensurados através da balança de precisão.

Todas as avaliações foram realizadas no laboratório de análise de sementes do programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, pertencente à Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, da Universidade Federal de Pelotas.

Foram avaliados os seguintes parâmetros morfológicos: a) Contagem de nódulos totais (n-total), b) nódulos ativos (n-ati) e c) inativos (n-ina), d) massa de nódulos presentes na raiz principal (n-prin), e) massa de nódulos das raízes secundárias (n-sec), f) massa seca de raízes (ms-r), g) massa seca de folhas (ms-f), h) massa seca de vagens (ms-v), i) massa seca do caule (ms-c), j) número de vagens (n-vag) e k) sementes por planta (n-sem), l) rendimento por planta (Rend) – padronizada para umidade dos grãos a 13% em Kg ha⁻¹ e m) peso de mil sementes (PMS) – Através da contagem manual, utilizando contador de 100 sementes, com 8 repetições em cada amostra. Após a contagem foi realizado o cálculo para o PMS, cujo é expresso da seguinte maneira: $PMS = ((\text{Peso da amostra} \times 1.000) / \text{número total de sementes}) \times 10$, de acordo com o manual de Regras para Análises de Sementes (Brasil, 2009). Todas as avaliações foram submetidas a pesagem (g) e contagem manual.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo Teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

3. Resultados e Discussão

As variáveis de crescimento nos diferentes lotes de sementes, apresentaram significância de 5% (Tabela 1). Enquanto que, para o fator épocas de coleta apenas o número de nódulos inativos não apresentou significância. Para a interação entre lotes x épocas não foram observadas diferenças significativas entre os números de nódulos ativos, inativos e totais. O coeficiente de variação (CV) para a variável nódulos totais foi considerado alto, enquanto que, para as demais variáveis ficaram abaixo de 20%, apresentando boa exatidão experimental, conforme Pimentel-Gomes (1985).

Tabela 1 - Quadrado médio e análise da variância dos caracteres morfológicos para lotes de sementes submetidos a inoculação.

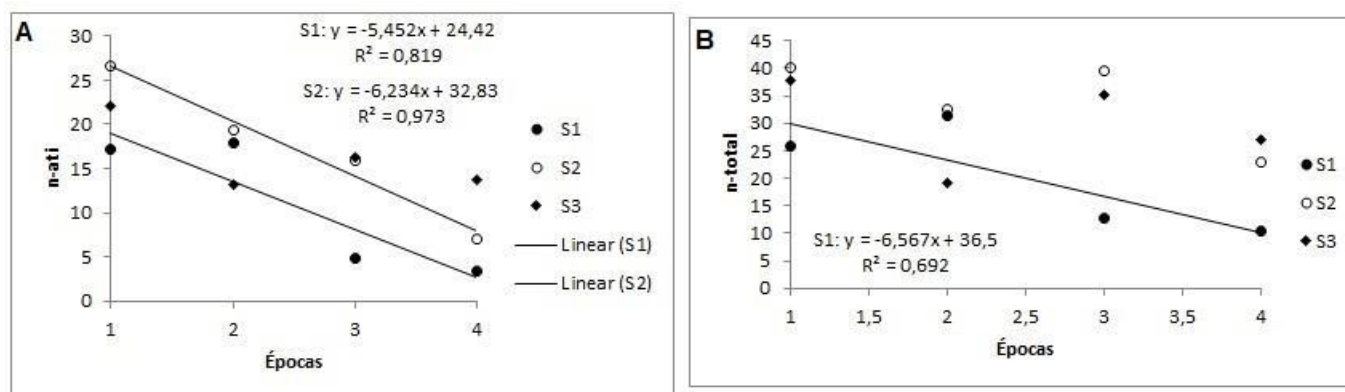
Fontes	G.L.	n-ati	n-ina	n-total	n-prin	n-sec	ms-f	ms-r	ms-c	ms-v
Tipos (T)	2	146,52*	155,44*	590,47*	0,0007*	0,032*	15,46*	0,601*	64,46*	38,39*
Épocas (E)	3	323,41*	59,4ns	322,45*	0,0527*	0,005*	13,05*	1,041*	47,26*	107,56*
T x E	6	54,37ns	63,5ns	197,72ns	0,0151*	0,005*	20,49*	2,638*	55,08*	19,7*
Resíduo	22	26,43	26,85	77,77	2E-06	2E-06	0,0003	0,015	0,0003	0,003
Média		14,79	13,07	27,86	0,15	0,17	7,73	3,33	12,23	7,04
CV (%)		34,76	39,64	31,65	1,02	0,98	0,25	3,68	0,14	0,8

G.L. (graus de liberdade); n-ati (nódulos ativos); n-ina (nódulos inativos); n-total (nódulos totais); n-prin (nódulos primários); n-sec (nódulos secundários); ms-f (massa seca das folhas); ms-r (massa seca das raízes); ms-c (massa seca dos caules); ms-v (massa seca das vagens); * Significativo em nível de probabilidade de 5%; ns Não significativo. Fonte: Elaborado pelos autores.

O número de nódulos ativos e totais reduziu de R1 até R6, com tendência linear (Figura 1A). Enquanto que, sementes salvas e comerciais não apresentaram diferenças significativas. Estes resultados corroboram com os encontrados por Teixeira, et al., (2016) avaliando a resposta do feijoeiro à co-inoculação com *Rhizobium* em cobertura. Percebeu que o maior número de nódulos ativos foi encontrado durante o estágio vegetativo da cultura.

Sementes expostas ao sol apresentaram o menor número de nódulos comparativamente aos demais tratamentos, enquanto que para sementes comerciais não foram observadas diferenças significativas. Estes resultados sugerem que a utilização de sementes comerciais armazenadas sob condições de umidade e temperatura controladas tendem a preservar os compostos enzimáticos responsáveis pelo processo de germinação, emergência e estabelecimento da soja, sem que haja perda de qualidade (Jun-Cai *et al.*, 2022).

Figura 1 - Resposta de diferentes lotes de sementes submetidos a inoculação. (A) nódulos-ativos e (B) nódulos-totais.

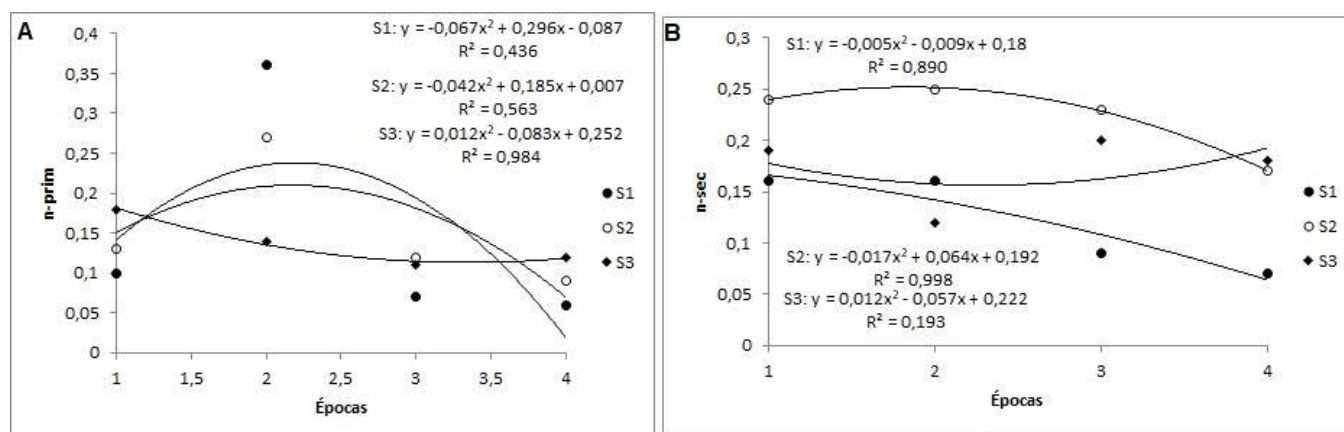


S1 (sementes expostas ao sol); S2 (sementes salvas); S3 (sementes comerciais). Fonte: Elaborado pelos autores.

Os nódulos situados na raiz primária apresentaram tendência quadrática, com pontos de máxima até R2 para sementes salvas e ao sol, embora que para as sementes comerciais tenham sido obtidos pontos de mínima até R3 (Figura 2A).

O número de nódulos em raízes secundárias apresentou tendência de redução a partir de R2 para sementes salvas e após R1 para as expostas ao sol (Figura 2B). Contudo, para as sementes comerciais foi encontrado aumento até R6. Além dos fatores externos, fatores internos da semente também são fundamentais para que ocorra uma fixação biológica de nitrogênio adequada, desta maneira, a utilização de sementes de qualidade na semeadura é primordial para o sucesso da lavoura (Feldmann *et al.*, 2023).

Figura 2 - Resposta de diferentes lotes de sementes submetidos a inoculação. (A) nódulos presentes na raiz primária e (B) nódulos presentes nas raízes secundárias.



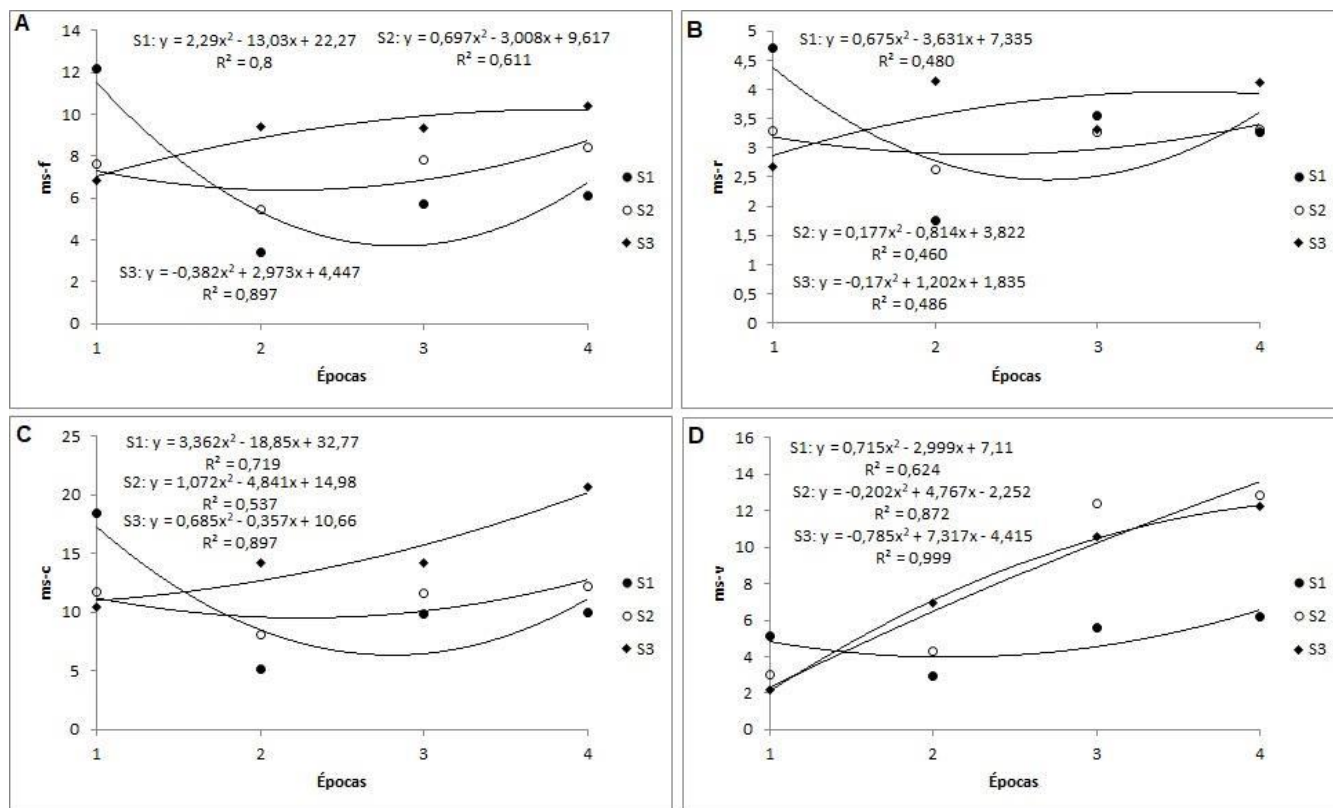
S1 (sementes expostas ao sol); S2 (sementes salvas); S3 (sementes comerciais). Fonte: Elaborado pelos autores.

A massa seca de folhas foi maior ao longo das épocas de coleta para as sementes comerciais, seguida pelas salvas e por último as expostas ao sol (Figura 3A). Tendências similares foram encontradas para massa seca de raiz (Figura 3B) e para caule (Figura 3C). No entanto, para a massa seca de vagens o acúmulo de carbono em ambos os tratamentos foi similar, enquanto que, sementes exposta ao sol apresentaram uma redução de 49% comparativamente aos demais tratamentos (Figura 3D).

A qualidade das sementes comerciais possui superioridade, quando comparado com sementes salvas e, principalmente, com sementes expostas ao sol. Sementes de qualidade tendem a proporcionar um estabelecimento mais rápido do estande de plântulas, produzindo plantas mais vigorosas e com melhor estande (Carmo Filho, 2022). Fato que contribui para maiores médias de massa seca quando comparadas às semeadas com sementes de qualidade inferior.

De acordo com Peter *et al.*, (2020) o acúmulo de massa seca está relacionado com a época de semeadura e com as densidades de plantas. Cabe salientar que, a semeadura na abertura da janela proporciona maior acúmulo de massa seca comparativamente ao final da janela, podendo estar relacionada as condições ambientes distintas entre as épocas de cultivo.

Figura 3 - Resposta de diferentes lotes de sementes submetidos a inoculação. (A) massa seca de folhas, (B) massa seca de raízes, (C) massa seca de caule, (D) massa seca das vagens.



S1 (sementes expostas ao sol); S2 (sementes salvas); S3 (sementes comerciais). Fonte: Elaborado pelos autores.

Quanto as variáveis de rendimento, as que não apresentaram significância de 5% foram o número de vagens, o número de sementes e o rendimento (Tabela 2). Os valores do coeficiente de variação (CV) para todas as variáveis respostas ficaram abaixo dos 22%.

Tabela 2 - Quadrado médio e análise da variância de caracteres morfológicos para lotes de sementes submetidos a inoculação.

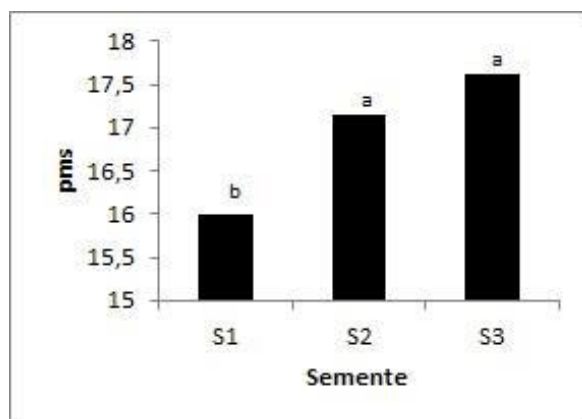
Fontes	G.L.	n-vag	n-sem	Rend	PMS
SEMENTE	2	27,13 ns	235,11 ns	83,97 ns	6,84*
RESÍDUO	12	45,65	166,32	37,18	0,91
Média		32,27	60,16	38,05	16,86
CV (%)		20,94	21,44	16,03	5,66

G.L. (graus de liberdade); n-vag (número de vagens); n-sem (número de sementes); Rend (rendimento); PMS (peso de mil sementes);

* Significativo em nível de probabilidade de 5%; ns Não significativo. Fonte: Elaborado pelos autores.

O peso de mil sementes foi maior nas sementes comerciais, seguidas das salvas e das expostas ao sol (Figura 4), embora as sementes comerciais e salvas não apresentem diferenças significativas entre si. Plantas expostas a condições ambientais desfavoráveis apresentam problemas de crescimento, o que reflete em reduções no rendimento e no acúmulo de massa nas sementes (Aumonde, et al., 2017).

Figura 4 - Gráfico de PMS para sementes expostas ao sol (S1), sementes salvas (S2) e sementes comerciais (S3).



Fonte: Elaborado pelos autores.

O peso de mil sementes (PMS) foi afetado pelas diferentes formas de armazenagem dos lotes de sementes (Figura 4). Fato que impactou negativamente no desempenho das plantas, refletindo na qualidade das sementes após a colheita (Peter *et al.*, 2020). Além disso, formas incorretas de armazenagem podem causar alterações durante o período vegetativo. Bem como na absorção de nutrientes do solo e menor produção de fotoassimilados como componentes essenciais de produtividade (Mandić *et al.*, 2020). De acordo com Spagnol (2022), sementes armazenadas em ambiente com câmara fria com temperatura média em torno de 10°C e umidade controlada apresentam maior longevidade nos lotes de sementes.

4. Conclusão

As sementes armazenadas de forma comercial apresentaram maior número de nódulos totais ativos, tanto primários como secundários, massa seca de folhas, vagens, caules, raízes e peso de mil sementes. As diferentes formas de armazenagem de sementes pré-plantio influenciaram diretamente a qualidade e rendimento das plantas, assim como seu desenvolvimento estrutural e fotossintético. Há necessidade de realizar estudos para ampliar o conhecimento acerca das distintas formas de armazenagem, em especial aquelas envolvidas com a pré comercialização das sementes.

Referências

- Adewoyin, O., Fayose, F., Babatola, L., & Ibadapo, A. (2022). *Indigenous and Improved Postharvest Handling Methods and Processing of Fruits*. 2022. <https://www.intechopen.com/chapters/80797>.
- Alipour, N., Shahgholi, G., & Jahanbakhshi, A. (2022). Evaluation and comparison and the performance of pressurized and vacuum cylindrical distributors in soybean cultivation. *Results in Engineering*, 16, 100546. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S259012302200216X>.
- Aumonde, T. Z., Pedó, T., Martinazzo, E. G., & Villela, F. A. (2017). Estresses ambientais e a produção de sementes: *Ciência e aplicação. Pelotas: UFPel*.
- Brasil; Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. p. 308-326. 2009. https://www.gov.br/agricultura/pt-br/arq_editor/file/2946_regras_analise_sementes.pdf.
- Carmo Filho, A. D. S. (2022). *Tratamento de sementes de soja com cobalto, molibdênio e níquel: efeitos no potencial fisiológico das sementes, nodulação e desempenho das plantas* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo). https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-15092022-094047/publico/Abimael_dos_Santos_Carmo_Filho_versao_revisada.pdf.
- Chagas Junior, G. C. A., Ferreira, N. R., Andrade, E. H. D. A., Nascimento, L. D. D., Siqueira, F. C. D., & Lopes, A. S. (2021). Profile of volatile compounds of on-farm fermented and dried cocoa beans inoculated with *Saccharomyces cerevisiae* KY794742 and *Pichia kudriavzevii* KY794725. *Molecules*, 26(2), 344. <https://www.mdpi.com/1420-3049/26/2/344>.
- Conab. Sétimo levantamento de avaliação da safra 2022/2023. Brasília, 2023. 10. 107p. <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em 02 de maio, 2023.

- de Carvalho, M. A. C., de Sá, M. E. A., da Silva Campos, D. T., Machado, A. P., & Junior, A. F. C. (2023). *Bacillus subtilis* UFMT-Pant001 as a plant growth promoter in soybean in a greenhouse. *African Journal of Agricultural Research*, 19(2), 161-169. <https://academicjournals.org/journal/AJAR/article-full-text/F9FC07370336>.
- Diaz, P. A. E., Baron, N. C., & Rigobelo, E. C. (2019). 'Bacillus' spp. as plant growth-promoting bacteria in cotton under greenhouse conditions. *Australian Journal of Crop Science*, 13(12), 2003-2014. <https://search.informit.org/doi/epdf/10.3316/informit.958243517246376>.
- Feldmann, N. A., Lauschner, C. F., Mühl, F. R., Gabriel, V. J., Somavilla, L. L., & Pavan, D. (2023). Uso De Cobalto E Molibdênio No Tratamento De Sementes De Soja E Seus Benefícios Para O Desenvolvimento Inicial Da Cultura. *Revista Inovação: Gestão e Tecnologia no Agronegócio*, 2, 277-298. <https://revistas.uceff.edu.br/inovacao/article/view/247/247>.
- Grassini, P., Torrión, J. A., Yang, H. S., Rees, J., Andersen, D., Cassman, K. G., & Specht, J. E. (2015). Soybean yield gaps and water productivity in the western US Corn Belt. *Field Crops Research*, 179, 150-163. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378429015001392>.
- Jun-cai, D., Xiao-man, L., Xin-li, X., Hai-jun, W., Cai-qiong, Y., Xi-yang, L., & Jiang, L. (2022). Field mold stress induced catabolism of storage reserves in soybean seed and the resulting deterioration of seed quality in the field. *Journal of Integrative Agriculture*, 21(2), 336-350. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095311920635948>.
- Mandić, V., Đorđević, S., Bijelić, Z., Krnjaja, V., Pantelić, V., Simić, A., & Dragičević, V. (2020). Agronomic responses of soybean genotypes to starter nitrogen fertilizer rate. *Agronomy*, 10(4), 535. <https://www.mdpi.com/2073-4395/10/4/535>.
- Nonato, J. J. (2016). Nutrição, fisiologia e produtividade de soja inoculada com *Azospirillum brasilense* e reguladores vegetais. https://www.unicentroagronomia.com/imagens/noticias/dissertacao_para_defesa_julio.pdf.
- Peter, M., Medeiros, L. B., da Silva, F. L., Rolim, J. M., Peter, M., Pollnow, H., & Pedó, T. (2020). Qualidade e tamanho de sementes de soja em função de diferentes épocas de semeadura e densidades de cultivo. *Brazilian Journal of Development*, 6(9), 65563-65573. <https://www.brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/download/16191/13258>.
- Petersen, R. G. (1994). *Agricultural field experiments: design and analysis*. Crc Press. RG Petersen - 1994 - books.google.com.
- Pimentel-gomes, F. Curso de estatística experimental (1985). USP/ESALQ, 467p.
- Sharma, P., Roy, M., Roy, B., & Deka, S. D. (2023). Post-Harvest Management Strategies and Storage Approaches for Quality Seed Production. *Emerging Issues in Agricultural Sciences Vol. 2*, 110-129. https://www.researchgate.net/profile/Priyanka-Sharma-59/publication/369545067_Post_Harvest_Management_Strategies_and_Storage_Approaches_for_Quality_Seed_Production/links/6421b0f192cfd54f84331e94/Post-Harvest-Management-Strategies-and-Storage-Approaches-for-Quality-Seed-Production.pdf.
- Solos, E. (2013). Sistema brasileiro de classificação de solos. *Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro*, 3. <http://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00053080.pdf>.
- Spagnol, F. (2022). *Umidade e ambiente de armazenamento na qualidade de sementes de soja* (Bachelor's thesis, Agronomia). <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/31017>.
- Teixeira, I. R., Lopes, P. R., Sousa, W. S., & Teixeira, G. C. D. S. (2022). Response of common bean to *Rhizobium* reinoculation in topdressing. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 26, 274-282. <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/vjQgF6m6Gn5D9zpWHLH4Gk4x/>.
- Uebersax, M. A., Siddiq, M., Cramer, J., & Bales, S. (2022). Harvesting, postharvest handling, distribution, and marketing of dry beans. *Dry beans and pulses: Production, processing, and nutrition*, 81-104. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781119776802.ch4>.
- Vidal, T. (2023). *Balanço hídrico climatológico para o cultivo de soja (Glycine max sp.) na bacia hidrográfica do rio Urussanga, frente ao cenário de climas futuros* (Doctoral dissertation). <https://repositorio.ifsc.edu.br/handle/123456789/2733>.
- Wolffenbittel, S. (2021). Desempenho agrônômico da cultura da soja em função do arranjo espacial de plantas e suplementação hídrica. *Salão Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão da Uergs (SIEPEX)*, 1(10). <http://pev-proex.uergs.edu.br/index.php/xsiepex/article/view/3596>.
- Wrege, M. S., Steinmetz, S., Reisser Junior, C., de Almeida, I. R., & Marcos Silveira Wrege, C. N. P. F. (2012). *Atlas climático da região sul do Brasil: estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas, 2012. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1045852>.