



RBES

Revista Brasileira de
Engenharia e Sustentabilidade

ISSN 2448-1661

Pelotas, RS, UFPel-Ceng

[https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php
/ RBES/index](https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/RBES/index)

v.12, p. 1-9 julho. 2024

CALIDAD FISIOLÓGICA DE LAS SEMILLAS DE SOJA SOMETIDAS A UN PERIODO INICIAL DE LA SEQUÍA: Estudio de caso

ACOSTA, M. E. L.¹, SILVA, A. M.¹, BUCK, G.¹, PASA, M.¹, ALMEIDA, A. S.¹, GADOTTI, G. I.¹

¹Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – Universidade Federal de Pelotas

Palabras clave: estrés
abiótico, *Glycine max*,
almacenamiento.

Resumen

La soja (*Glycine max*) es un cultivo de gran importancia económica y agrícola a nivel mundial. Con el objetivo de comprender mejor los efectos de la sequía en la calidad de las semillas de soja, se evaluó la germinación y el vigor de lotes de semillas que fueron expuestos a una sequía inicial y lotes que no fueron expuestos a esta condición como un estudio de caso. Los resultados de cualidad fisiológica indican la capacidad de las semillas para germinar y el vigor de las plántulas resultantes. Los lotes que no fueron expuestos a sequía inicial obtuvieron cualidad más alta en comparación con los lotes expuestos a sequía inicial. Con estos resultados se podrían considerar realizar investigaciones futuras que analicen la influencia de la duración e intensidad de la sequía inicial, evalúen el efecto de tratamientos de pre-acondicionamiento y examinen la relación entre cualidad fisiológica y éxito de establecimiento de las plántulas en condiciones de campo.

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA SUBMETIDAS A UM PERÍODO INICIAL DE ESTIAGEM: Estudo de caso

Palavras-chave: estresse
abiótico, *Glycine max*,
armazenamento.

Resumo

A soja (*Glycine max*) é uma cultura de grande importância econômica e agrícola em todo o mundo. Com o objetivo de melhor compreender os efeitos da seca na qualidade das sementes de soja, foram avaliados o poder germinativo e o vigor de lotes de sementes expostas à seca inicial e lotes não expostos a essa condição. Os resultados de germinação e vigor indicam a capacidade de germinação das sementes e o vigor das mudas resultantes. Os lotes que não foram expostos à seca inicial apresentaram maior germinação e vigor em relação aos lotes expostos à seca inicial. Com base nesses resultados, pesquisas futuras podem considerar a influência da duração e intensidade da seca inicial, avaliando o efeito de tratamentos de pré-condicionamento e examinando a relação entre germinação, vigor e sucesso do estabelecimento de mudas em condições de campo.

INTRODUCCIÓN

La producción de soja enfrenta numerosos desafíos, y uno de los factores críticos que puede afectar su rendimiento es la sequía. Entre los factores estresantes, la sequía se destaca como uno de los principales que afecta tanto la producción como la calidad de la soja (Silveira et al., 2003; Shaheen et al., 2016).

Por otro lado, el almacenamiento de las semillas de soja también es un aspecto crítico que considerar en términos de calidad fisiológica. Durante el almacenamiento, las semillas están expuestas a condiciones ambientales variables, como la temperatura y la humedad relativa, que pueden influir en su viabilidad y vigor. El tiempo de almacenamiento prolongado puede resultar en una disminución en la capacidad de germinación de las semillas y un deterioro general de su calidad fisiológica (Villela y Menezes, 2009; Sinha, et al., 2023).

El mantenimiento de la calidad fisiológica de las semillas de soja sometidas a la sequía y al almacenamiento requiere de prácticas adecuadas de manejo y conservación. La selección de variedades resistentes a la sequía,

el uso de técnicas de riego eficientes, el control de malezas y plagas, así como la adopción de métodos de almacenamiento adecuados, son estrategias clave para preservar la calidad de las semillas (Trefane et al., 2017; Basal y Szabó, 2020).

El objetivo principal objetivo de este trabajo es lograr una búsqueda bibliográfica sobre el impacto de la sequía en el cultivo de soja y en la comparación de dos lotes de semillas que fueron expuestos a diferentes condiciones ambientales, donde en una de ellas, se presentó una sequía para obtener una comprensión más profunda de los efectos de la sequía en la calidad de las semillas de soja. La hipótesis de este trabajo es que la sequía en el periodo inicial afectará negativamente la germinación y el vigor de las semillas. De esta forma, se pretende estudiar los efectos de la sequía en el periodo inicial de siembra y cómo este fenómeno interfiere en la calidad fisiológica de las semillas durante el período de almacenamiento en un estudio de caso en Paraguay.

MATERIAL Y METODOS

En este estudio de caso, se

seleccionaron dos lotes de semillas que fueron sometidos a dos temporadas de producción distintas, en las cuales se evidenciaron situaciones ambientales distintas. Para ambos lotes, el obtentor es BRASMAX, la variedad utilizada es BMX 65I65 IPRO, categorizadas como semillas certificadas.

Las semillas del Lote 1 (denominados "PJC 001/22 y PJC 003/22") se obtuvieron de Nativa (San Luis), ubicado en la ciudad de Pedro Juan Caballero, Amambay, Paraguay (22°20'18.8"S 55°50'11.6"W), de un área de 100 ha, cuya siembra se realizó el 05/11/2021 y la cosecha se realizó el 10/03/2022, tuvo un ciclo de 125 días y una producción de 2011,98 kg ha⁻¹. Esta parcela sufrió un periodo de sequía al inicio del cultivo.

Por otro lado, las semillas del Lote 2 (denominados "PJC 048/22 y PJC 538/22") fueron obtenidas de Santa Tereza, también de la ciudad de Pedro Juan Caballero, Amambay, Paraguay (22°28'03.1"S 56°01'26.2"W). Este lote fue sembrado el 30/01/2022 y fue cosechado el 25/05/2022 de un área de 74 ha donde se obtuvo una productividad de 3250 kg ha⁻¹ en un ciclo de 115 días. En este

periodo y localidad, no se registraron sequías.

Para la evaluación de la calidad fisiológica fueron realizados los siguientes análisis: Análisis de germinación: conducido de acuerdo con (ISTA, 2015), sembrando cuatro rollos de 50 semillas para cada repetición, colocadas para germinar a temperatura constante de 25 °C. Los conteos fueron realizados a los cinco y ocho días, contabilizando las plántulas normales totales y los resultados expresados en porcentaje.

Análisis de vigor: Se realizó mediante la técnica de envejecimiento acelerado. Para esto las semillas se colocaron en cajas "gerbox" sobre tamiz extendido sin dejar espacio entre ellas, con una solución acuosa (40mL a) y se colocaron en un tanque con una temperatura de 41°C durante 48 horas. Transcurrido este período, se sembraron cuatro rollos de 50 semillas por cada réplica, se colocaron a germinar a una temperatura constante de 25 °C, y a los cinco días se realizó el conteo, contabilizándose las plántulas normales y los resultados expresados en porcentaje (ISTA, 2015).

Se realizaron estadísticas

descriptivas, así lograr una discusión sobre el impacto de la sequía en el cultivo de soja y en la comparación de dos lotes de semillas que fueron expuestos a diferentes condiciones ambientales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se muestra la cantidad de precipitación mensual en milímetros (mm) para los años 2021 y 2022. Estos datos nos muestran las fluctuaciones en la cantidad de precipitación a lo largo de los meses y los años, lo que puede tener un impacto en la disponibilidad de agua y las condiciones climáticas en la región durante esos períodos.

En el año 2021, la precipitación varió a lo largo de los meses. Se observaron altos niveles de precipitación en enero (442,5 mm) y marzo (127,5 mm), mientras que se observaron bajas precipitaciones en febrero (49,5 mm) y abril (128,5 mm). Mayo y setiembre tuvieron una cantidad muy baja de precipitación (8 mm y 10 mm, respectivamente), mientras que junio, julio y agosto registraron valores moderados (63 mm, 47 mm y 52 mm, respectivamente). La precipitación aumentó

drásticamente en octubre (367 mm), y luego disminuyó en noviembre (135 mm) y diciembre (39 mm). La precipitación total anual para 2021 fue de 1469 mm, con una media mensual de 122,4 mm.

En el año 2022, también se observa una variación en la precipitación mensual. En enero de 2022, se registró una cantidad moderada de precipitación, con 266,5 mm. En febrero, la precipitación disminuyó significativamente a 61 mm. Sin embargo, en marzo hubo un aumento notable en la precipitación, alcanzando los 232,5 mm. En abril, la cantidad de precipitación se mantuvo relativamente alta con 148,5 mm. En mayo y junio, la precipitación disminuyó a 109,5 mm y 88,5 mm, respectivamente. Sin embargo, en julio no hubo precipitación registrada (0 mm). Luego, en agosto, la precipitación aumentó a 119 mm. En los meses de septiembre, octubre y noviembre, se observó un aumento gradual en la precipitación. En septiembre, se registraron 292 mm, en octubre aumentó a 370 mm y en noviembre alcanzó los 439 mm. En diciembre, la cantidad de precipitación volvió a disminuir a

92,4 mm. La precipitación total acumulada para el año 2022 fue de 2218.9 mm, con una media mensual de 184.9 mm.

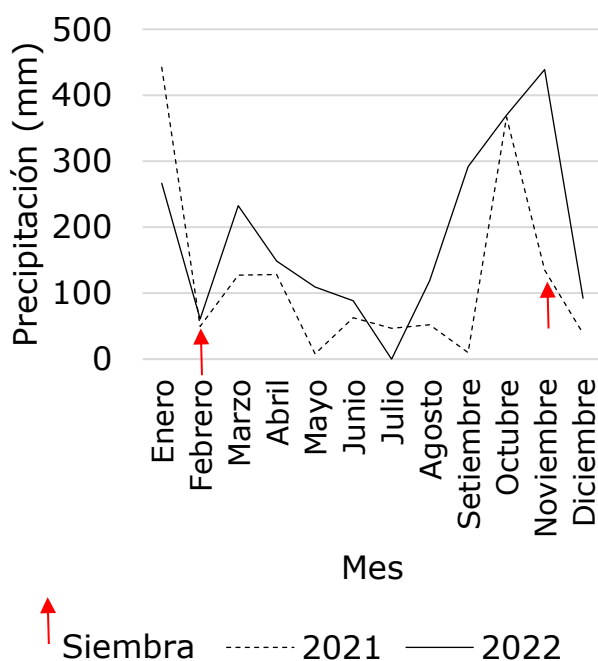


Figura 1. Cantidad de precipitación mensual en milímetros (mm) para los años 2021 y 2022 en los lotes de soja de donde se tomaron las semillas para este estudio.

Las proyecciones de producción de soja en Paraguay para el periodo 2020/2021 se redujeron de 10 millones de toneladas a aproximadamente 8 millones de toneladas debido a la escasez de precipitaciones relacionada con el fenómeno de La Niña (Naumann et al., 2022; La Nación, 2023).

Entre los meses de septiembre y octubre de 2020, los departamentos de Canindeyú e Itapúa experimentaron una

pluviosidad que representaba alrededor del 30 % de los niveles normales. Esta falta de lluvia impactó negativamente en el rendimiento de la soja de ciclo corto sembrada a principios de 2021. En el departamento de Alto Paraná, se esperaba una pérdida casi total de la soja de ciclo corto. En la temporada de cultivo anterior (2019/2020), se había observado una disminución similar tanto en la superficie sembrada como en el rendimiento de la soja de ciclo corto (Naumann et al., 2022).

Por otro lado, la germinación es la suma de procesos fisiológicos que culminan en la emergencia del embrión a partir de las cubiertas que lo envuelven, incluidos el endospermo, el perispermo, la testa o el pericarpio. La germinación de semillas es un proceso complejo que implica varios cambios bioquímicos, fisiológicos y morfológicos. Para que inicie la germinación, la semilla debe ser viable, es decir, el embrión debe estar vivo y tener capacidad para germinar; la semilla no debe estar latente; y por último, las condiciones favorables en términos de humedad, temperatura, aire (O₂) y luz (en algunas especies) deben estar

disponibles en las cantidades requeridas. Cuando se cumplen las condiciones anteriores, el embrión en reposo reanuda el crecimiento, comenzando el proceso de germinación (Prasad, 2023).

El vigor es un componente crucial de su calidad, y se refiere a su capacidad de desempeñarse de manera óptima en términos de velocidad y uniformidad de la germinación, crecimiento de plántulas, capacidad de emergencia en condiciones desfavorables y rendimiento posterior al almacenamiento. Este atributo es influenciado por factores genéticos, la calidad inicial de la semilla, las condiciones de producción, la cosecha y las condiciones de almacenamiento. A diferencia de las pruebas de germinación, las pruebas de vigor de la semilla ofrecen una evaluación más sensible del rendimiento real de la semilla (Borges, 2018; Basu & Groot, 2023).

En cuanto a las muestras evaluadas, se observaron menores valores del porcentaje de germinación y de vigor en las semillas que fueron cosechadas del lote expuesto a una sequía inicial (Tabla 1).

Tabla 1. Resultados del

germinación y vigor en lotes que fueron expuestos a sequía inicial y en lotes que fueron expuestos a un régimen pluviométrico normal.

Lote	Expuesto a sequía inicial	Germinación (%)	Vigor EA (%)
PJC 001/22	Si	83	84
PJC 003/22	Si	83	72
PJC 538/22	No	89	91
PJC 048/22	No	92	94

Se observa que los lotes expuestos a sequía inicial (PJC 001/22 y PJC 003/22) muestran una germinación ligeramente más baja y un vigor variable en comparación con los lotes no expuestos a la sequía. Esto sugiere que la sequía inicial puede tener un impacto negativo en la germinación y el vigor de las semillas.

Aunque la mayoría de los lotes presentan una germinación alta (por encima del 80%), se puede notar que el lote PJC 003/22 muestra un vigor significativamente más bajo en comparación con los otros lotes, a pesar de tener un poder germinativo similar. Esto indica que la germinación por sí solo puede no ser suficiente para evaluar completamente la calidad

de las semillas, y el vigor también es un factor importante para considerar.

En general, se puede observar una relación positiva entre la germinación y el vigor de las semillas. Los lotes con una germinación más alta tienden a tener un vigor también alto. Esto sugiere que las semillas que pueden germinar con éxito tienen más probabilidades de desarrollar plántulas vigorosas.

Basándonos en los resultados del Tabla 1, se puede inferir que los lotes que no han sido expuestos a una sequía inicial son los de mayor calidad en términos de poder germinativo y vigor, ya que presentan los valores más altos en ambas categorías. Estos lotes podrían ser considerados como los más deseables para su uso en siembras o cultivos.

A partir de las observaciones realizadas en este trabajo, se podrían plantear futuras investigaciones dentro del territorio paraguayo, como, por ejemplo, realizar un estudio de la influencia de la duración y la intensidad de la sequía inicial con la finalidad de comprender mejor el impacto de la sequía inicial en la germinación y el vigor de las semillas, se podrían diseñar experimentos en los que se

expongan diferentes lotes a distintas duraciones e intensidades de sequía inicial. Esto permitiría evaluar cómo estas variables afectan la capacidad de germinación y el vigor de las semillas.

Por otro lado, sería interesante realizar experimentos en los que se sometan los lotes de semillas a tratamientos de pre-acondicionamiento antes de la exposición a la sequía inicial. Estos tratamientos podrían incluir técnicas como la imbibición controlada, la hidratación parcial o la aplicación de sustancias protectoras. Luego, se compararía el poder germinativo y el vigor de las semillas pre-acondicionadas con las semillas que no recibieron ningún tratamiento, para determinar si estos enfoques pueden mejorar la resistencia de las semillas a la sequía inicial.

También, se podría realizar una evaluación de la relación entre germinación, vigor y éxito de establecimiento de plántulas. Esto proporcionaría una visión más completa de la relación entre la calidad de las semillas y la capacidad de las plántulas para desarrollarse y sobrevivir en condiciones reales.

Según Tarumingkeng y Coto (2003) e Capobiango (2023), bajo

condiciones de sequía en la etapa vegetativa, el perfil de las raíces de la soja se caracteriza por una baja cantidad de raíces en la capa superficial seca y una máxima proliferación de raíces en la capa más profunda y húmeda del suelo. También las raíces crecen lentamente en la capa superficial y más rápidamente en las capas más profundas y húmedas del suelo. Se ha observado que el efecto del estrés hídrico en las raíces depende de la profundidad del suelo, con una mayor disminución del crecimiento de las raíces en la capa superficial en comparación con la capa más profunda.

Por último, se podrían hacer investigación de factores ambientales adicionales. Por ejemplo, se podrían investigar los efectos de la temperatura, la disponibilidad de luz, la salinidad del suelo u otros factores específicos de la región de interés. Estos experimentos ayudarían a comprender mejor la interacción entre diferentes factores ambientales y la respuesta de las semillas.

CONSIDERACIONES FINALES

1. Los resultados de la germinación y vigor indican la

capacidad de las semillas para germinar y el vigor de las plántulas resultantes.

2. Los lotes que no fueron expuestos a sequía inicial obtuvieron una germinación y vigor más altos en comparación con los lotes expuestos a sequía inicial.

LITERATURA CITADA

BASAL, O.; SZABÓ, A. The combined effect of drought stress and nitrogen fertilization on soybean. **Agronomy**, v. 10, n.3, p. 384, 2020.

BASU, S.; GROOT, S. P. Seed Vigour and Invigoration. In: DADLANI, M.; YADAVA, D. **Seed Science and Technology. Biology, Production, Quality**. Springer, 2023, p. 67-98.

BORGES, Helton Dantas. **Teste de tratrazólio para detectar a viabilidade e vigor em sementes de soja**. 2018. 23 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia/MG, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/22068>. Acesso em: 15 fev. 2023.

CAPOBIANGO, Nayara Pereira. **Estresse por compactação do solo: screening de genótipos de soja e relação entre crescimento de plântulas e produção de grãos.** 2023. 76 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/Mg, 2023. Disponível em: <https://locus.ufv.br/server/api/core/bitstreams/a9c157ee-0880-402c-80e7-877efc5c6366/content>. Acesso em: 19 jun. 2023.

ISTA. International rules for seed testing. **International Seed Testing Association**, Basserdorf, 2015.

LA NACION. Efecto de la sequía: Paraguay perdió dos lugares en el ranking de producción y exportación de soja, 2023. Recuperado de: <https://www.lanacion.com.py/negocios/2023/01/14/efecto-de-la-sequia-paraguay-perdio-dos-lugares-en-el-ranking-de-produccion-y-exportacion-de-soja/>

LIU, A.M.; FENG, Z.M.; YAN, L.Z.; GE, Y.U. Study on soybean throughput based on cultivated land resources restriction in

China. **Journal of Natural Resources**, v. 4, 2003.

NAUMANN, G.; PODESTÁ, G.; MARENGO, J.; LUTERBACHER, J.; BAVERA, D.; ARIAS MUÑOZ, C.; ... SELUCHI, M. El episodio de sequía extrema de 2019-2021 en la Cuenca del Plata. **Centro Común de Investigación**, 2022.

PRASAD, S. R. Testing Seed for Quality. In: DADLANI, M.; YADAVA, D. **Seed Science and Technology. Biology, Production, Quality.** Springer, 2023, p. 299-344.

SHAHEEN, T.; RIAZ, M. S.; ZAFAR, Y. Soybean production and drought stress. **In Abiotic and biotic stresses in soybean production.** Academic Press, 2016, p. 177-196.

SILVEIRA, J.A.G.; COSTA, R.C.L.; VIEGAS, R.A.; OLIVEIRA, J.T.A.; FIGUEIREDO, M.V.B. N-Compound accumulation and carbohydrate shortage on N₂ fixation in drought-stressed and rewatered cowpea plants. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 1, n. 3, p. 65-75, 2003.

SINHA, J. P.; KUMAR, A.; WEISSMANN, E. Seed Processing for Quality Upgradation. In:

DADLANI, M.; YADAVA, D. **Seed Science and Technology. Biology, Production, Quality.** Springer, 2023, p. 213-238.

TARUMINGKENG, R. C., & COTO, Z. Effects of drought stress on growth and yield of soybean. Kisman. **Sci. Philosophy**, v. 702, p. 798-807, 2003.

TRAFANE, L. G.; MOTTA, X. F. D.; SUAREZ CASTELHANOS, C. I.; ALMEIDA, A. D. S.; GÉRI, E. M.; TUNES, L. M. D. Tratamiento de semillas de soja y su influencia sobre la calidad fisiológica a lo largo del almacenamiento. **Agrociencia**, v. 21, n. 1, p. 58-68, 2017.

VILLELA, F. A.; MENEZES, N. L. O potencial do armazenamento de cada semente. **Seed News**, v. 13, n. 4, 2009. Recuperado de http://www.seednews.inf.br/_html/site/content/reportagem_capa/imprimir.php?id=31