

REVISÃO SOBRE OS ASPECTOS DA PRODUÇÃO DE SEMENTES DE SOJA: PRODUÇÃO, MANEJO E ARMAZENAMENTO

Hallan da Silva Santorio¹, Gil Cesar da Silva Pimentel¹, Geovana Riquieri Ribeiro, Guilherme Pereira Leite¹, Simone de Paiva Caetano Bucker Moraes¹.

¹Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, S/N - 29.500-000 - Guararema, Alegre – ES, Brasil. hallan.santorio@edu.ufes.br, gil.pimentel@edu.ufes.br, geovana.ribeiro@edu.ufes.br, guilherme.p.leite@edu.ufes.br, simonepaiva01@hotmail.com

Resumo

A soja se consolida como a principal oleaginosa do setor agropecuário brasileiro, com a colheita atingindo volumes anuais na casa de milhões de toneladas. Esse cenário impõe uma demanda crescente ao mercado para fornecer sementes de altíssima qualidade, essenciais para sustentar a produtividade e competitividade da cultura. Deste modo, o objetivo deste estudo é conduzir uma revisão detalhada acerca dos diferentes elementos envolvidos na produção, manejo e armazenamento de sementes de soja. A metodologia utilizada para a realização desta pesquisa consiste em uma análise qualitativa da literatura. A revisão foi realizada com a ajuda do Google Scholar, além de outras bases de dados, como Scielo, Embrapa e ResearchGate, resultando na escolha de 89 artigos que fazem parte desta análise. Conclui-se que uma administração eficaz da produção, cultivo e estocagem de sementes de soja é crucial para garantir qualidade e produtividade, minimizando perdas e riscos de doenças e pragas.

Palavras-chave: Beneficiamento. Colheita. Vigor

Área do Conhecimento: Engenharia Agrônoma – Agronomia

Introdução

O Brasil desempenha um papel fundamental na produção global de grãos, contribuindo de maneira significativa para a segurança alimentar mundial. Entre os grãos cultivados, a soja (*Glycine max*) se destaca como a oleaginosa mais relevante no cenário internacional (Pinheiro Neto; Trolí, 2003), integrando uma vasta gama de cadeias produtivas. Além de ser uma matéria-prima vital na fabricação de diversos produtos, a soja é essencial na formulação de rações animais, atuando como uma rica fonte de proteína.

No entanto, para que o Brasil continue a ocupar uma posição de destaque na produção global, é imprescindível não apenas contar com boas áreas de cultivo, mas incluir a utilização de sementes de alta qualidade. Nos últimos anos, as mudanças climáticas têm se intensificado em várias regiões do mundo, inclusive no Brasil, muitas vezes em decorrência de atividades humanas. Essas alterações climáticas podem prejudicar os cultivos e causar uma redução significativa na produtividade (Evangelista *et al.*, 2022).

Entre as diversas estratégias para mitigar os efeitos negativos dessas mudanças, destaca-se o uso de sementes de qualidade, que promovem um melhor desenvolvimento das plantas, mesmo em condições adversas, sendo crucial para o sucesso do cultivo. A produção dessas sementes com elevados padrões representa um desafio significativo para o setor agrícola, particularmente em áreas de clima tropical e subtropical. Para alcançar esse objetivo, é essencial investir em técnicas especializadas para o desenvolvimento de sementes em um sistema rigoroso de controle de padrões (França Neto *et al.*, 2016).

Sementes idôneas favorecem de forma rápida e uniforme uma germinação e emergência das plântulas, resultando no desenvolvimento de plantas mais robustas e produtivas. Elas têm a capacidade de germinar mesmo em condições adversas, o que permite o cultivo em áreas geralmente consideradas de baixo potencial. Dessa maneira, o emprego de sementes de alta qualidade facilita o avanço da cultura e auxilia para a geração de renda em distintas regiões. Plantas de alta performance apresentam um crescimento mais acelerado, uma estrutura produtiva mais eficiente e um sistema radicular com

maior profundidade, além de produzir um maior número de vagens e sementes, resultando em uma produtividade significativamente maior (França Neto *et al.*, 2016).

Para garantir sementes de soja de alta qualidade, é crucial focar em três pilares: plantio e colheita, armazenamento adequado e controle de pragas e doenças. A atenção a esses aspectos assegura sementes vigorosas e alta produtividade. Boas práticas e manejo adequado são essenciais para o sucesso da cultura. Dessa forma, este estudo tem como finalidade revisar os aspectos da produção, manejo e armazenamento das sementes de soja.

Metodologia

A metodologia empregada nesta pesquisa foi caracterizada por uma análise qualitativa da literatura. Foram explorados os bancos de dados das plataformas eletrônicas Google Acadêmico, além de outras bases de dados, como Scielo e ResearchGate, para fornecer suporte à ampla investigação científica sobre a produção de sementes de soja.

Resultados

Na busca da plataforma Scielo foram encontrados 195 artigos, na ResearchGate foram aproximadamente 105 artigos, no google acadêmico mais de 140 artigos e na Embrapa 6 publicações totalizando 446 artigos que após seleção, resultando na escolha de 89 artigos que fazem parte desta análise, foram incluídos 17 trabalhos científicos publicados a partir dos anos 2000.

Discussão

A soja (*Glycine max*) pertence à família Fabaceae que abrange espécies arbóreas e herbáceas anuais, muitas delas economicamente importantes, especialmente a soja que é considerada a principal fonte vegetal de proteína e óleo. Diante disso, a produção de sementes de alta qualidade torna-se cada vez mais crucial, de modo que para alcançar essa excelência, é essencial focar e dar a devida atenção a aspectos-chave que garantem o sucesso na produção de sementes de soja.

A escolha da área para o cultivo de soja é um dos fatores mais críticos e deve considerar aspectos como fotoperíodo, precipitação e umidade relativa do ar. Para assegurar o desenvolvimento ideal das sementes, é essencial que as condições climáticas sejam adequadas, o que nem sempre ocorre em todas as regiões.

Por ser uma planta de dia curto, a soja floresce de acordo com a duração do dia, sendo mais adequada para regiões de maiores latitudes. As temperaturas ideais para o cultivo variam entre 20 e 30 °C, com uma média de 22 °C durante as fases de maturação e colheita, garantindo sementes de alta qualidade fisiológica (Seixas *et al.*, 2020).

A soja passa por diferentes estádios de desenvolvimento que exigem condições específicas para a produção de sementes de alta qualidade, especialmente nas fases de maturação e colheita, que requerem temperaturas amenas e clima seco (Salomão *et al.*, 2023). Contudo, essa combinação de condições climáticas ideais não está sempre ao alcance. Nesse cenário, regiões com altitudes superiores a 700 metros surgem como alternativas promissoras para o cultivo de sementes, uma vez que a altitude oferece um ambiente mais adequado. Além disso, ajustar a época de plantio é uma estratégia eficaz para otimizar o aproveitamento das melhores condições climáticas disponíveis (França Neto *et al.*, 2016; Seixas *et al.*, 2020)

No que diz respeito às necessidades hídricas da soja, é fundamental ressaltar alguns aspectos essenciais. Para que a soja complete seu ciclo de desenvolvimento e alcance seu máximo potencial de produção, a quantidade de água necessária pode variar entre 450 mm e 800 mm, dependendo de fatores como as condições climáticas, as práticas de manejo adotadas e a duração do ciclo da cultura, que pode variar de 100 a 120 dias para variedades precoces e de 155 a 160 dias para variedades tardias. As fases que exigem maior atenção em relação à disponibilidade de água incluem a germinação, emergência, floração, formação de vagens e enchimento de grãos. As sementes de soja requerem um volume de água equivalente a 50% de seu peso para iniciar o processo de germinação, tornando-as mais exigentes em relação à água quando comparadas a outras culturas (Centurion; Ghini, 2008)

Um estudo realizado por Gomes *et al.* (2012) evidenciou a influência significativa que o ambiente de cultivo exerce sobre a soja, analisando o vigor e a viabilidade das sementes provenientes de diferentes regiões do Brasil. Os resultados indicaram que sementes de soja originadas de regiões com climas específicos, como aqueles encontrados em algumas cidades do Paraná, apresentaram alta qualidade, comprovando o impacto do ambiente na fisiologia e no rendimento das sementes.

Em relação às plantas daninhas, pode-se afirmar que elas competem diretamente com a soja por recursos vitais, como luz, água, nutrientes e espaço. Essa competição é especialmente crucial nos estágios iniciais de desenvolvimento da cultura, podendo levar a perdas expressivas na produtividade, que podem superar 80% e, em casos extremos, até mesmo inviabilizar ou dificultar a colheita. Esse cenário é ainda mais preocupante, dado que a colheita no momento certo é essencial para garantir a qualidade das sementes. Assim, é imprescindível evitar qualquer obstáculo que possa comprometer o desempenho das máquinas agrícolas. O manejo de plantas daninhas na cultura da soja pode ser realizado por meio de diferentes métodos de controle, como preventivo, cultural, mecânico, químico e biológico. Além disso, o agricultor tem a opção de adotar o controle integrado, que combina vários métodos para um manejo mais eficiente (Vargas; Roman, 2006).

O solo em que a planta se desenvolve exerce uma influência significativa no sucesso da cultura. Portanto, a neutralização da acidez do solo, juntamente com o fornecimento adequado de potássio, fósforo e micronutrientes, é fundamental para garantir a fertilidade do solo. Esses fatores são igualmente essenciais para a produção de sementes de soja de alta qualidade (França Neto *et al.*, 2010).

Como modelo, trabalho realizado por Guerra *et al.* (2006) evidenciou que a aplicação de fósforo, molibdênio e cobalto nas adubações mostrou-se altamente eficaz para aumentar tanto o vigor quanto a capacidade de germinação das sementes de soja. Isso foi evidenciado por testes de germinação e pela emergência das plântulas em campo. A disponibilidade adequada desses nutrientes é crucial para estabelecer um estande mais robusto de plantas nos cultivos de soja destinados à produção de sementes, assegurando um melhor desempenho das lavouras (Guerra *et al.*, 2006).

De maneira semelhante, Oliveira *et al.* (2022) avaliou o potencial fisiológico das sementes de soja em função da adubação com boro em diferentes estádios fenológicos, encontrando variações significativas no índice de velocidade de germinação das sementes. Esses resultados evidenciam, mais uma vez, a importância do fornecimento adequado de nutrientes para a qualidade das sementes (Oliveira *et al.*, 2022).

De mesmo modo, alguns produtores podem adotar a prática de roguing em suas lavouras, cujo tipo e eficácia dependem do momento em que é realizada. Essa técnica tem como objetivo eliminar plantas atípicas, identificadas por diferenças na cor da flor, pubescência, morfologia e estágio fenológico. Existem dois principais tipos de roguing: o "roguing de florescimento" e o "roguing de pré-colheita". O roguing de florescimento é realizado quando, no mínimo, 50% das plantas atingem o estágio fenológico R2. Já o roguing de pré-colheita ocorre no estágio R7, visando identificar plantas com ciclos distintos, ou no estágio R8, observando-se a coloração do hilo e outras características morfológicas, tudo isso com objetivo de manter a pureza (Ceccagno, 2013).

Além do mais, a etapa da colheita também é considerada crítica dentro do processo de produção de sementes, sendo essencial realizar a limpeza das máquinas ao trocar de cultivares, além da realização de uma separação minuciosa entre os campos, a fim de evitar a mesclagem das variedades. Durante a colheita mecanizada, é fundamental considerar a umidade, pois os danos mecânicos diminuem quando as sementes são colhidas com umidade entre 13% e 14%. Sementes com umidade inferior a 12% têm maior risco de sofrer danos mecânicos como fissuras e quebras, enquanto as que apresentam umidade acima de 14% são mais propensas a sofrerem danos latentes como amassamentos e abrasões (Souza, 2022).

O beneficiamento de sementes de soja inclui várias etapas após a colheita, como limpeza, classificação por tamanho, remoção de sementes danificadas e embalagem. Utilizam-se máquinas de ar, peneiras, separadores em espiral, mesas de gravidade, tratadores e embaladoras para garantir um fluxo contínuo e flexível. As principais atividades são: pré-limpeza, onde ventiladores e peneiras separam sementes e materiais indesejáveis por tamanho e peso; secagem, necessária quando a umidade das sementes ultrapassa 12,5%, especialmente em épocas chuvosas; limpeza, que envolve o uso de várias peneiras para uma separação mais rigorosa de materiais indesejáveis; e classificação,

onde as sementes limpas são divididas em lotes menores e mais uniformes em forma e tamanho. Essas etapas garantem um melhor padrão e qualidade das sementes (Carvalho; Nakagawa, 2000).

A fase final do processamento de sementes, que é o armazenamento, desempenha um papel essencial na conservação do vigor das sementes, desde o momento da maturidade fisiológica no campo até a hora da semeadura. É imprescindível manter condições ideais de temperatura (inferiores a 25 °C) e umidade (abaixo de 70% UR) para assegurar a viabilidade das sementes (Souza, 2022).

No entanto, mesmo com cuidados adequados, podem chegar a 10% da produção anual (Lorini, 2015). Essas perdas podem ser atribuídas a várias causas, sendo as pragas umas das mais significativas. Entre os insetos, destacam-se os besouros, como, *Sitophilus oryzae*, *S. zeamais* e *R. dominica*, onde se tem o maior consumo de agroquímicos para o consumo (Lorini, 2014). Além dos besouros, as traças, como *Sitotroga cerealella*, *Ephestia kuehniella* e *P. interpunctella*, também contribuem para as perdas (Lorini *et al.*, 2015).

Para mitigar o efeito de pragas em sementes durante o armazenamento, é essencial utilizar métodos físicos e químicos. Embora os produtos químicos de controle sejam amplamente empregados, seu uso enfrenta limitações devido à resistência por parte dos insetos (Lorini, 2014; Lorini, 2010).

Antes da popularização dos métodos químicos, a proteção das sementes era feita principalmente por meios físicos, que agem com a função de mitigar ou eliminar as pragas (Banks; Fields, 1995). Entre esses métodos, a temperatura é destacada. Sementes expostas a temperaturas amenas (13°C) ou elevadas (42°C) podem eliminar pragas. No entanto, a praga *Rhizopertha dominica* é mais resistente ao calor, necessitando de temperaturas ainda mais altas (Banks; Fields, 1995). Estudos em trigos que a mortalidade dessa praga aumenta com temperaturas mais altas e tempos de exposição mais longos, atingindo 100% de mortalidade a 47,5°C e 60°C, exceto a 47,5°C por 24 horas (Lorini *et al.*, 2015; Souza *et al.*, 2013).

Para o manejo de pragas em sementes, os inseticidas são amplamente utilizados, tanto como prevenção quanto curativa. Quando for armazenadas por mais de 60-90 dias, recomenda-se um tratamento químico prévio com inseticidas líquidos, aplicando de 1,0 a 2,0 litros por tonelada de sementes (Lorini *et al.*, 2015). Inseticidas como fenitrothion, pirimiphos-methyl, lambda-cyhalothrin, deltamethrin ou bifenthrin são usados conforme a espécie de praga (Lorini *et al.*, 2015). O tratamento não deve ser feito se houver infestação para evitar resistência. Inseticidas específicos são recomendados para diferentes pragas: bifenthrin, deltamethrin e lambda-cyhalothrin para *Rhizopertha dominica*, e pirimiphos-methyl e fenitrothion para *Sitophilus zeamais* e *Sitophilus oryzae* (Lorini *et al.*, 2015).

Se tendo problema de ataques severos de pragas em lotes, silos ou armazéns de sementes armazenadas, a fumigação se torna uma técnica fundamental para o controle, utilizando gás que é introduzido no interior do lote de sementes, devendo assim permanecer em concentração necessária para a eliminação da praga, sendo crucial vedar qualquer entrada ou saída de ar. A fosfina, derivada do fosfeto tanto de alumínio como de magnésio, sendo necessário alta umidade relativa do ar para a sua liberação (Lorini *et al.*, 2015). É eficaz no controle de todas as fases de desenvolvimento da praga. É uma prática antiga, mas somente recentemente foi introduzida na cultura da soja (Lorini *et al.*, 2015).

A cultura da soja está suscetível a uma variedade de doenças que podem comprometer seu desenvolvimento. Dentre elas, destaca-se a *Phomopsis sojae*, cuja incidência é favorecida por temperaturas elevadas durante o período de maturação, especialmente em dias chuvosos. A infecção causada por este fungo resulta em uma diminuição no poder germinativo das sementes. Sua disseminação ocorre principalmente por meio das sementes, mas também pode ser propagada pelo vento, resíduos culturais e chuva. Estudos demonstram que a *Phomopsis sojae* perde sua viabilidade após armazenamento em condições ambientais (Goulart, 2018).

Outro patógeno de relevância é o *Colletotrichum truncatum*, favorecido por períodos de alta umidade seguidos de temperaturas elevadas. Este fungo pode atacar todas as partes da planta, e, em casos severos, pode causar a perda total da produção, além de reduzir o número de vagens, retenção de folhas e hastes verdes. As sementes infectadas apresentam manchas de coloração castanho-escura e, frequentemente, desenvolvem sintomas de necrose dos cotilédones logo após a germinação (Goulart, 2018). Embora este fungo seja mais resistente ao armazenamento do que a *Phomopsis sojae*, sua viabilidade é reduzida após seis meses em condições ambientais (Goulart, 2018).

O *Aspergillus flavus* é o fungo mais comum em sementes de soja. Em sementes com alta umidade, um atraso na secagem pode diminuir a qualidade devido à ação desse fungo. Além disso, em altas incidências, ele pode reduzir a capacidade germinativa das sementes (Goulart, 1997).

Por fim, o fungo *Fusarium semitectum* é a espécie de *Fusarium* mais frequentemente encontrada, estando estreitamente associado a sementes que sofreram deterioração por umidade ou atraso na colheita (Goulart, 2018). Após a incubação, os sintomas característicos incluem o desenvolvimento de micélios brancos, que podem variar para amarelo-pêssego ou marrom, dependendo da idade da cultura. Assim como os demais patógenos, o *Fusarium semitectum* perde sua viabilidade após o armazenamento (Goulart, 2018).

Conclusão

Conclui-se que uma administração eficaz da produção, cultivo e estocagem de sementes de soja é crucial para garantir não apenas a qualidade e produtividade, mas também para otimizar os recursos e o retorno econômico. Um manejo cuidadoso pode minimizar perdas e reduzir significativamente os danos com doenças e pragas, além de assegurar a sustentabilidade do cultivo. A utilização de técnicas avançadas e monitoramento constante, é fundamental para enfrentar os desafios que possam surgir no campo de produção de sementes de soja, garantindo assim uma colheita com sementes saudáveis e alto vigor, resultando assim numa alta produtividade.

Referências

- BANKS, H. J.; FIELDS, P. G. **Physical methods for insect control in stored grain ecosystems**. In: JAYAS, D. S.; WHITE, N. D. G.; MUIR, W. E. *Stored grain ecosystems*. New York: Marcell Dekker, 1995. p. 353-409.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3. ed. Fundação
BANKS, H. J.; FIELDS, P. G. *Physical methods for insect control in stored grain ecosystems*. In: JAYAS, D. S.; WHITE, N. D. G.; MUIR, W. E. *Stored grain ecosystems*. New York: Marcell Dekker, 1995. p. 353-409.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3. ed. Fundação Cargill, p. 424, 2000.
- CECCAGNO, H. **Produção de sementes de soja INTACTARR2PRO na MONSANTO DO BRASIL**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia), Porto Alegre, 2013. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- CENTURION, M. A. P. DA C.; GHINI, R. (2010). **Impacto potencial das mudanças climáticas sobre as doenças e o desenvolvimento da soja no Brasil**. In R. Ghini (Ed.), *Mudanças Climáticas: Impactos sobre Doenças de Plantas no Brasil* (pp. 123-145). Brasília, DF: Embrapa, 2010.
- EVANGELISTA, B. A. *et al.* **Possíveis Impactos das Mudanças Climáticas Sobre o Zoneamento Agrícola de Risco Climático da Cultura da Soja no Estado do Tocantins**. In: COLLICCHIO, E.; ROCHA, H. R. da (org.). *Agricultura e mudanças do clima no estado do Tocantins: vulnerabilidades, projeções e desenvolvimento*. Palmas, TO: EdUFT, 2022.
- FRANÇA NETO, J. B. *et al.* **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Informativo ABRATES, vol. 20, nº. 3, 2010.
- FRANÇA NETO, J. B. *et al.* **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Londrina: Embrapa Soja, 2016.
- GOMES, G. D. R. *et al.* **Produção e qualidade fisiológica de sementes de soja em diferentes ambientes de cultivo**. Semina: Ciências Agrárias, 2593–2604, 2012.

GOULART, A. C. P. **Fungos em Sementes de Soja: Detecção, Importância e Controle**. 2. ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2018. 71p.

GOULART, A.C.P. **Fungos em sementes de soja: detecção e importância**. Dourados: Embrapa, 1997. 58p.

GUERRA, C. A. *et al.* **Qualidade fisiológica de sementes de soja em função da adubação com fósforo, molibdênio e cobalto**. Acta Sci. Agron. Maringá, v. 28, n. 1, p. 91-97, jan./mar. 2006.

LORINI, I. **Manejo integrado de pragas de produtos armazenados**. Londrina: Embrapa Soja, 2014.

LORINI, I. **Perdas anuais em grãos armazenados chegam a 10% da produção nacional**. Visão Agrícola, nº 13, 2015.

LORINI, I. *et al.* **Manejo Integrado de Pragas de Grãos e Sementes Armazenadas**. Brasília: Embrapa, 2015.

LORINI, I. *et al.* **Principais Pragas e Métodos de Controle em Sementes durante o Armazenamento**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. Disponível em:
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/888419/1/30266.pdf>.

LORINI, I. **Insetos que atacam grãos de soja armazenados**. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B., CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 421-444.

LORINI, I. *et al.* **Expurgo da semente de soja com fosfina e seu efeito na qualidade fisiológica – Série Sementes**. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 12 p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 97).

OLIVEIRA, L. N. A. *et al.* **Potencial fisiológico de sementes de soja em função da adubação boratada em diferentes estádios fenológicos**. Ipameri: Universidade Estadual de Goiás, 2022.

PINHEIRO NETO, R.; TROLI, W. **Perdas na colheita mecanizada da soja (*Glycine Max (L.)*, no município de Maringá, Estado do Paraná**. Acta Scientiarum. Agronomy Maringá, v. 25, n. 2, p. 393-398, 2003.

SALOMÃO, A. N. *et al.* **O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa, 2023.

SOUZA, W. F. de; VARGAS, A. N.; VAL, J. B. R. do; FREITAS, A. de M. A.; LORINI, M. **Control of temperature to suppress the population of *Rhizopertha dominica (F.) (Coleoptera, Bostrichidae)* in a grain silo prototype**. In: EUROPEAN CONTROL CONFERENCE, 2013, Zurich. Proceedings... Zurich: European Control Association, 2013. p. 4089-4093.

SEIXAS, C. D. S. *et al.* **Tecnologias de produção de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2020. 347p.

SOUZA, A. R. V. de. **Processo de produção e beneficiamento de sementes de soja**. 2022. 32 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia). Faculdade de Rondonópolis, Rondonópolis, 2022.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Manejo e controle de plantas daninhas na cultura da soja**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 26 p.