

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade De Agronomia Eliseu Maciel
Programa De Pós-Graduação Em Ciência E Tecnologia De Sementes



Dissertação

**Incidência de Danos Mecânicos e Qualidade Fisiológica
de Sementes de Soja**

Tissiano Vendramin

Pelotas, 2015

Tissiano Vendramin

**Incidência de Danos Mecânicos e Qualidade Fisiológica
de Sementes de Soja**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Pelotas, sob a
orientação do EngºAgrº Géri Eduardo
Meneghello, Dr., como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Ciência e Tecnologia de
Sementes, para obtenção do título de
Mestre Profissional.

Orientador: Géri Eduardo Meneghello

Pelotas, 2015

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

V453i Vendramin, Tissiano

Incidência de danos mecânicos e qualidade fisiológica de sementes de soja / Tissiano Vendramin ; Géri Eduardo Meneghello, orientador. — Pelotas, 2015.

32 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2015.

1. Glicine max. 2. Germinação. 3. Emergência. 4. Armazenamento.. I. Meneghello, Géri Eduardo, orient. II. Título.

CDD : 633.34

Tissiano Vendramin

Incidência de Danos Mecânicos e Qualidade Fisiológica de Sementes de Soja

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em ciências, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: Junho de 2015

Engº Agrº Geri Eduardo Meneghello, Dr.
FAEM - UFPel

Prof. Francisco Amaral Villela, Dr.
FAEM - UFPel

Prof. Rita de Cassia Fraga Damé, Dra.
CEng - UFPel

Engº Agrº Suemar Alexandre Gonçalves Avela, Dr.

À Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.
À Universidade Federal de Pelotas, seu corpo docente, direção e administração
que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte superior, eivado
pela acendrada confiança no mérito e ética aqui presentes.
Ao meu orientador Géri Eduardo Meneghello, pelo suporte no pouco tempo que
lhe coube, pelas suas correções e incentivos.
Aos meus pais, minha esposa Francilene, meu filho João Luiz, amigos e a toda
minha família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que
eu chegasse até esta etapa de minha vida.
E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu
muito obrigado.

RESUMO

VENDRAMIN, Tissiano. **Incidência de Danos Mecânicos e Qualidade Fisiológica de Sementes de Soja**. 2015. 31f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Os danos mecânicos em sementes de soja podem produzir efeitos imediatos ou latentes que em muito contribuem para a redução da qualidade fisiológica de um lote. As principais causas de dano mecânico é a umidade inadequada da semente no momento da colheita, as operações realizadas nesta etapa e pós colheita, incluindo transporte, secagem, beneficiamento, tratamento e outras, associado à característica da própria semente, com tegumento delgado deixando o eixo embrionário praticamente exposto. Objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja, durante o armazenamento, com diferentes níveis dano mecânico. O trabalho foi desenvolvido na empresa Serra Bonita Sementes, utilizando sementes da cultivar Syn 1080 RR. Foram utilizados dois lotes da mesma cultivar, com três níveis de dano mecânico (2, 5 e 11%) combinados com duas épocas de avaliação, a primeira no final do beneficiamento e a segunda 96 dias após o início do armazenamento. Avaliaram germinação, viabilidade pelo teste de tetrazólio e emergência em areia. O delineamento foi inteiramente casualizado sendo realizado quatro repetições estatística para cada uma das determinações. Os resultados permitem concluir que o dano mecânico contribui para a redução mais acentuada da qualidade fisiológica de sementes de soja. Os danos latentes intensificam a redução da qualidade fisiológica de sementes de soja transcorridos 96 dias após o beneficiamento.

Palavras-chave: *Glicine max*, germinação, emergência, armazenamento.

ABSTRACT

VENDRAMIM, Tissiano. **Effect of Mechanical Damage and Quality Physiological of Soybeans Seeds**. 2015. 30f. Dissertation (Master of Science) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Mechanical damage in soybean seeds can produce immediate or latent effects which greatly contribute to the reduction of the physiological quality of the lot. The main mechanical damage causes are the inadequate seed moisture at harvest, the aconditioning operations at this stage and post-harvest, including transportation, drying, processing, treatment and other. In addition, we have the characteristic own seed, with thin seed coat, leaving the embryonic axis substantially exposed. This study aimed to evaluate the physiological quality of soybean seeds during storage, with different mechanical damage levels. The study was conducted in company Serra Bonita using Seeds of the cultivar Syn 1080 RR. Were used two lots of the same variety, with three different levels of mechanical damage (2, 5 and 11%) combined with two evaluation periods, the first at the INITIOL the processing and the second 96 days after the beginning of storage. It evaluated germination viability by the tetrazolium test and emergency sand. The design was completely randomized with four replications performed statistics for each determination. The results show that the mechanical damage contributes to greater reduction of the physiological quality of soybean seeds. The latent damage intensify the reduction of the physiological quality of soybean seeds elapsed 96 days after processing.

Key words: *Glicine max*, Germination, emergency, storage.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Viabilidade de sementes de soja, lote 1, teste de tetrazólio.....	21
Tabela 2	Viabilidade de sementes de soja, lote 2, teste de tetrazólio.....	22
Tabela 3	Germinação de sementes de soja, lote 1.....	23
Tabela 4	Germinação de sementes de soja, lote 2.....	23
Tabela 5	Germinação em areia sementes de soja, lote 1.....	24
Tabela 6	Germinação em areia de sementes de soja, lote 2.....	25

SUMARIO

1.	Introdução.....	9
2.	Revisão Bibliográfica.....	12
2.1.	Atributos da qualidade das sementes.....	12
2.2.	Principais causas de dano mecânico em sementes de soja.....	15
2.3.	Presença de dano mecânico x redução da qualidade fisiológica..	16
2.4.	Relação entre qualidade fisiológica e produtividade.....	16
2.5.	Fatores que podem interferir no teste de tetrazólio.....	17
3.	Material e Métodos	18
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
5.	Conclusões.....	27
	Revisão Bibliográficas.....	28

1. INTRODUÇÃO

A agricultura brasileira tem na soja a sua principal cultura, segundo a CONAB foram semeados 31,5 milhões de há na safra 14/15, pois a soja ocupa 47% da área agricultável. A evolução técnica observada nas últimas décadas permitiram aumentar a produtividade e a produção nacional. O nível tecnológico adotado pelos agricultores brasileiros é responsável, em parte, pelo aumento da produtividade. Quanto a produção nacional, não somente o nível tecnológico é o responsável, mas também o aumento da área cultivada. Ressalta-se que atualmente cultiva-se soja deste o Rio Grande do Sul até o Maranhão, Piauí e Pará, sendo a região centro oeste a maior produtora. O cultivo nestas regiões só foi viabilizada pelo desenvolvimento de cultivares adaptadas para estas regiões de baixa latitude.

Neste contexto, a semente é a responsável por levar ao agricultor todo o potencial tecnológico de uma cultivar, havendo inúmeros trabalhos na literatura científica que indicam que há relação direta entre a qualidade da semente com a produtividade de uma lavoura. É importante registrar que locais considerados adequados para se produzir soja com destino à indústria de grãos, nem sempre possuem condições favoráveis para a produção e armazenamento de sementes. Locais com temperaturas elevadas e com alta incidência de chuvas durante a época de colheita não são as melhores para produção de sementes de soja.

Se as condições são desfavoráveis, é comum a colheita ser realizada em condições sub ótimas, podendo aumentar significativamente a percentagem de dano mecânico na semente. A estrutura de proteção da semente de soja é frágil, os cotilédones e o eixo embrionários estão praticamente expostos, protegidos apenas pelo tegumento, que uma estrutura delgada. A exposição à operação de trilha durante a colheita e as várias operações pós colheita (secagem, beneficiamento, tratamento, etc.) podem favorecer a ocorrência de danos mecânicos imediatos e latentes. Estes danos contribuem para aumentar a velocidade de deterioração das sementes, reduzindo mais intensamente a qualidade fisiológica de um lote, tornando-se necessário realizar procedimentos que minimizem a ocorrência destes, e utilizar ferramentas de controle de

qualidade capazes de identificar a ocorrência e eventuais reflexos diretos na qualidade fisiológica.

Um dos principais fatores limitantes para a produção de sementes de soja de alta qualidade é o dano mecânico. A colheita é considerada a fase mais crítica de todo o processo de produção dessa semente, pois os fortes impactos causados pelos mecanismos de trilha da máquina colhedora durante a colheita são a maior fonte de danos mecânicos à semente. Não se pode desconsiderar que, além da colheita, a operação de beneficiamento também pode causar danos mecânicos, devido à utilização de equipamentos inapropriados, desajustados, desregulados, e posicionados ou dimensionados de forma inadequada, e especialmente as de transporte.

Um dos testes mais utilizados para avaliação da presença de dano mecânico é o teste de hipoclorito de sódio. Se o percentual de sementes embebidas (indica a presença de dano mecânico) for superior a 10%, a semente está muito danificada, indicando a necessidade de efetuar ajustes e regulagens na colhedora ou correções nos equipamentos de transporte na linha de beneficiamento, dentre eles pode-se citar a troca de elevadores e correias transportadoras, ajuste na velocidade operacional, instalação de escadas amortecedoras de sementes ou outra forma de redução de impactos ao descarregar a semente nos silos armazenadores, secadores ou reguladores de fluxo.

Muitas vezes a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja é um aspecto importante a ser considerado em um programa organizado de produção, pois o emprego de metodologia adequada, possibilita a estimativa do vigor, do desempenho em campo e o descarte de lotes deficientes, diminuindo riscos e prejuízos.

Na atualidade, uma das principais exigências para a avaliação do vigor de sementes refere-se à obtenção de resultados confiáveis em um período de tempo relativamente curto, permitindo a agilização nas tomadas de decisão principalmente, no que se refere às operações de colheita, beneficiamento e comercialização. A rapidez na obtenção de resultados em um testes, permite, por exemplo, que campos de produção com qualidade duvidosa possam ser

descartados antes mesmo da colheita, sendo destinados para a indústria de grãos.

A qualidade fisiológica pode ser definida como a capacidade da semente de desempenhar funções vitais, caracterizada pela germinação, vigor e longevidade, que afeta diretamente a implantação da cultura em condições de campo (POPINIGIS, 1977). Resultados de pesquisa mostram que a baixa qualidade fisiológica de sementes pode resultar em reduções na velocidade e emergência total, desuniformidade de emergência e menor estatura inicial de plântulas, produção de matéria seca e na área foliar (KHAN et al., 1989; SCHUCH et al., 2000; HÖFS et al., 2004a; KOLCHINSKI et al., 2006). Pintus e Kimel (1979) constataram que plântulas de soja provenientes de sementes com menor qualidade fisiológica emergiram posteriormente e apresentaram as primeiras folhas trifoliadas menores em relação às plântulas provenientes das sementes com alta qualidade, resultando em menor taxa de acúmulo de matéria seca durante o período de crescimento.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja, durante o armazenamento, com diferentes níveis de dano mecânico.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As sementes de soja precisam ser colhidas, beneficiadas e manipuladas de forma adequada para a preservação de sua qualidade, caso contrário, os esforços dispendidos no desenvolvimento de técnicas de cultivo específicos para a produção de sementes podem ser em vão. A semente de soja é particularmente sensível à danificação mecânica, uma vez que o eixo embrionário está situado sob um delgado tegumento que oferece pouca proteção física (OLIVEIRA et al., 1999). Eventuais danos mecânicos podem reduzir drasticamente a qualidade fisiológica, além de poder ter reflexos na qualidade física (umidade e presença de sementes partidas) e sanitária (porta de entrada para patógenos)

2.1. Atributos da qualidade de sementes

A produção de sementes em culturas com alta competitividade requer por parte das empresas a rigoroso sistema de controle de qualidade, buscando identificar eventuais pontos fracos e adotar os ajustes necessários. Novas tecnologias são incorporadas ao processo, dentre eles o tratamento industrial de sementes que exige uma logística diferenciada na empresa, pois há necessidade de iniciar o tratamento um tempo antes da janela de semeadura e deixar as sementes armazenadas já submetidas ao tratamento. Esse fato remete diretamente à qualidade fisiológica da semente, uma vez que é preciso que o vigor seja alto para suportar mais facilmente às ações prejudiciais que por ventura podem vir a ser provocadas pelos produtos químicos. Sementes com dano mecânico podem sofrer mais intensamente a ação de produtos químicos, pois estes podem entrar em contato de forma direta com os cotilédones e até mesmo com o eixo embrionário. Segundo (PESKE et al. 2012) os principais atributos de qualidade são genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários. Esta divisão é meramente didática, pois na prática são interligados e dependentes entre si. Na sequência serão apresentadas as principais características destes atributos.

Genéticos: representam a carga genética e tecnológica que envolvem determinada cultivar, oriunda do programa de melhoramento que a desenvolveu. Isso envolve a pureza varietal, potencial de produtividade, resistência a pragas e doenças, precocidade, qualidade do grão e resistência a condições adversas de solo e clima, entre outros. Atualmente, os programas de melhoramento, buscam aprimorar características, de algumas espécies, como: resistência à deterioração de campo; capacidade de germinar em condições de baixa disponibilidade de água e capacidade de germinar em maiores profundidades do solo.

Físicos: estão ligados ao peso volumétrico da semente; pureza física, que remete a composição física do lote; grau de umidade; dano mecânico, é o provocado por impactos, abrasões e cortes que caracterizam danos imediatos, que são aberturas na cobertura protetora, e latente, causando redução do vigor, que comprometem seriamente a qualidade da semente, pois deixam o embrião mais exposto às condições adversas do meio. Além deste, a aparência do lote, também pode ser definida como característica física, resultado de uma boa padronização, com equipamentos modernos, dando uniformidade ao lote, deixando-o livre de materiais indesejáveis.

Fisiológicos: consideram as características que envolvem o metabolismo da semente para expressar seu potencial, como germinação que é definida como a emergência e o desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, manifestando sua capacidade para dar origem a uma plântula normal, sob condições ambientais favoráveis. O resultado do teste de germinação também é utilizado para comparar a qualidade fisiológica dos lotes de sementes. Entretanto, salienta-se que o teste de germinação é realizado em condições ambientais favoráveis e pode apresentar um resultado bem diferente se essas condições não forem encontradas no solo.

Outro atributo fisiológico importante para o bom estabelecimento de uma lavoura é o vigor que representa o resultado da conjugação de todos aqueles atributos da semente que permitem a obtenção de um adequado estande sob condições de campo, favoráveis e desfavoráveis. Ou seja, é o conjunto de propriedades da semente que determina o nível de atividade e desempenho de

um lote de sementes durante a germinação e emergência das plântulas (TILLMANN e MENEZES, 2012).

Segundo Floss (2006), entende-se por vigor, a capacidade da semente em germinar e produzir uma plântula normal. Dentre os fatores que afetam o vigor da semente, pode-se citar o estado nutricional das plantas, pois havendo deficiência essas plantas transferem menos reserva às sementes que estão produzindo; condições climáticas, principalmente no período de maturação fisiológica, como umidade, temperatura e sanidade da planta mãe; maturação plena, ou seja, plantas que não completam a maturação fisiológica afetam o vigor das sementes; danos causados nas operações de colheita, beneficiamento e transporte, além de danos causados por insetos como percevejos e pragas de armazenamento; e, condições de armazenamento das sementes, que tem que oferecer umidade e temperatura adequadas para a semente manter-se com metabolismo baixo e não ocorrer o mínimo consumo de energia das sementes.

Sanitários: as sementes, se contaminadas, tornam-se disseminadoras de doenças, por isso deve-se ter um eficiente controle de qualidade e manejo para utilizar para propagação sementes sadias e livres de patógenos. Além disso, caso infectadas por patógenos causadores de doenças podem não apresentar viabilidade ou serem de baixo vigor.

Conforme mencionado por Moore (1985), há três objetivos básicos na avaliação das sementes: a) determinar o potencial de germinação de um lote de sementes sob as condições mais favoráveis possíveis; b) categorizar as sementes em diferentes classes de viabilidade; e c) diagnosticar as possíveis causas que resultam na perda de viabilidade das sementes. Os dois primeiros objetivos podem ser alcançados pela interpretação de quatro características básicas: condição e cor dos tecidos após a coloração, pela localização e pelo tamanho das lesões.

2.2. Principais causas de dano mecânico em sementes de soja

No processo produtivo, nem sempre a semeadura, a colheita e o armazenamento podem ser conduzidos na época adequada, tornando o problema de incidência de patógenos nas sementes de difícil solução. Nessa situação, a obtenção de sementes de soja isentas de rachaduras ou trincas no tegumento é praticamente impossível, pois na colheita elas passam por uma série de impactos que afetam a qualidade. Após a semeadura, essas rachaduras facilitam a penetração de patógenos, reduzindo os valores de germinação em laboratório, conforme salientam Soave & Wetzel (1987), Carbonell & Krzyzanowski (1993) e Brito et al. (1996).

O efeito do crescimento e desenvolvimento das plantas em função da qualidade fisiológica de sementes na produção final tem sido objeto de discussão. Segundo TeKrony et al. (1989) o vigor das sementes pode afetar o crescimento inicial das culturas, mas o efeito tende a reduzir com a evolução do crescimento, desaparecendo na maturação, o que foi constatado por Schuch et al. (2000b) em aveia-preta. Segundo Khah et al (1989), as vantagens iniciais das plantas originadas de sementes de alta qualidade tenderiam a diminuir com avanço no período de crescimento, em função da intensificação da competição entre plantas dentro das populações por recursos de crescimento (água, nutrientes e especialmente sombreamento mútuo), que inicia mais cedo em cultivos derivados de sementes de melhor qualidade, sob condições agrícolas normais.

Segundo Marcos Filho (1999), o vigor de sementes tem efeito direto na habilidade da planta acumular matéria seca, mas à medida que os estádios se sucedem, essa influência tende a reduzir e o desempenho da planta torna-se mais dependente das relações genótipo e ambiente. Segundo o autor, para as plantas produtoras de grãos, não é esperada influência da qualidade fisiológica das sementes sobre a produção final, se não há redução significativa no estande inicial. No entanto, Tekrony e Egli, (1991) afirmam que o potencial fisiológico das sementes pode afetar indiretamente a produção da lavoura ao afetar a velocidade e a percentagem de emergência das plântulas e o estande inicial,

bem como pode influenciar diretamente o rendimento de grãos, através de sua influência no vigor nas plantas resultantes.

2.3. Presença de dano mecânico x redução da qualidade fisiológica

As sementes de soja são particularmente muito sensíveis à danificação mecânica, uma vez que o eixo embrionário está situado sob um tegumento pouco espesso, que praticamente não oferece proteção (COSTA et al., 1979; FRANÇA NETO, 1984).

O dano mecânico que afeta a semente, por pequeno que seja, é cumulativo, sendo parte do dano total da semente, contribuindo para reduzir poder de germinação, vigor e, conseqüentemente, nos rendimentos na produção total (JIJON, BARROS, 1983).

Os danos mecânicos ocorridos predominantemente na colheita podem reduzir a germinação em até 10%, podendo este percentual ser elevado para 20%, ou mesmo para 30% durante o beneficiamento (COPELAND, 1972). Devem ser realizados estudos para aumentar a eficiência do beneficiamento de sementes de soja, dentre os quais destaca-se a otimização dos equipamentos, o planejamento de fluxos que reduzam o número de passagens das sementes pelos elevadores, minimizando com isso a danificação mecânica à semente.

2.4. Relação entre qualidade fisiológica e produtividade

Em comunidades de plantas formadas a partir de sementes com melhor qualidade fisiológica apresentam rendimentos de grãos superiores, tais como em arroz irrigado (HÖFS et al., 2004; MELO et al., 2006) e em soja (KOLCHINSKI et al., 2006). Trabalhando com comunidades constituídas de combinações de sementes com diferentes níveis de qualidade observaram que as plantas provenientes das sementes de alta qualidade apresentaram rendimento de grãos superiores. Constataram também que o aumento na proporção das sementes com alta qualidade no estabelecimento das comunidades de plantas de soja proporcionou aumentos no rendimento de sementes. Esses efeitos são devidos provavelmente à obtenção de plântulas com maior tamanho na emergência, o

que proporcionou maiores taxas de crescimento inicial (KOLCHINSKI et al., 2006; SCHUCH et al., 2000; MACHADO e SCHUCH, 2004) tendo essas diferenças refletido no rendimento de grãos. Nesse sentido, Scheeren (2002) observou que as plantas de soja provenientes das sementes de alta qualidade fisiológica apresentaram maior altura aos 21 dias após a semeadura e aquela vantagem inicial foi suficiente para resultar em maior rendimento de grãos.

2.5. Fatores que podem interferir no teste de tetrazólio

Os resultados do teste de tetrazólio podem ser afetados por diversos fatores: gradientes de umidade e temperatura comumente encontrados nos germinadores; diferenças do pH e da textura do papel; variação na quantidade de água adicionada ao substrato; e a presença de fungos, como *Phomopsis* spp. e *Fusarium semitectum* nas sementes testadas, requer treinamento especial sobre a estrutura embrionária da semente e sobre técnicas de interpretação. É relativamente tedioso, uma vez que as sementes são avaliadas uma a uma, requerendo, desta forma, experiência e paciência. Embora seja um teste relativamente rápido, ele consome um maior número de homem-hora que o teste de germinação, pois requer do analista capacidade de interpretação e decisão pelas características do teste.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na Unidade de Beneficiamento de Sementes da empresa Serra Bonita Sementes, localizada no município de Buritis-MG, e as análises laboratoriais para avaliação da qualidade fisiológica foram realizados no Laboratório GERMINAX localizado em Formosa-GO. Com o intuito de avaliar uma situação encontrada na prática, as amostras foram retiradas de lotes comerciais produzidos pela empresa.

Foram utilizadas sementes de soja, da cultivar Syn 1080 RR, com peneira de 6.0 mm, sendo as amostras de sementes que compuseram o material experimental retiradas de dois lotes. Foram obtidos três percentagens dano mecânico visível após feito o teste de hipoclorito de Trifenil, onde encontravam-se com 2%, 5% e 11% de dano mecânico, respectivamente. Para as determinações foram utilizadas quatro repetições estatísticas.

A colheita foi realizada no dia 21 de maio de 2014, utilizando-se máquina colhedora axial. Na ocasião a semente encontra-se com umidade média de 13,2% não sendo realizada a secagem artificial. O material foi colocada temporariamente em bolsas tipo BAGs, com capacidade aproximada de 1 ton, permanecendo acondicionadas neste local por 16 dias até iniciar a operação de beneficiamento na UBS. As amostras foram obtidas após a passagem na mesa dessimétrica e a porcentagem de dano mecânico foi obtido de acordo com a classificação da mesa dessimétrica.

A qualidade fisiológica das sementes em função dos diferentes percentuais de dano mecânico foi avaliada em duas épocas durante o armazenamento sendo realizada pela interpretação dos resultados obtidos nos laudos do laboratório. Foram realizadas avaliações em duas épocas, sendo a primeira no dia do beneficiamento, 06 de junho de 2014, considerado tempo zero de armazenamento pós beneficiamento, e a segunda após 96 dias, ou seja, no dia 11 de setembro 2014. Não foram realizadas avaliações subsequentes, pois nesta data aproxima-se a expedição das sementes para comercialização em revendas e/ou outros canais de distribuição.

As sementes ficaram armazenadas nas mesmas condições em que os lotes comerciais estavam, em um local com temperatura controlada em torno de

20°C, isento de patógenos. As amostras foram acondicionadas em sacos de papel de 40 Kg, novamente enfatizando a premissa de reproduzir as condições oferecidas aos lotes comerciais.

A qualidade fisiológica foi avaliada pelos testes de tetrazólio, germinação e emergência em areia, cujas metodologias são descritas a seguir:

No teste de tetrazólio utilizou-se para cada repetição experimental 100 sementes (2 sub amostras de 50 sementes), conforme sugerido pós AOSA (1983), Moore (1973), França Neto (1981) e França Neto *et al.* (1985; 1988). A necessidade de um menor número de sementes para o teste de tetrazólio é devida às condições homogêneas a que são submetidas todas as sementes durante o preparo, o que, normalmente, não ocorre durante a execução do teste padrão de germinação.

No teste de tetrazólio utilizam a solução sal de TCC TRIFENIL TETRAZÓLIO (VERMELHO DE TETRAZOLIO), formada 10 g do Trifenil Tetrazólio, diluído em um litro de água destilada para obter a solução de estoque, desta solução retira-se 0,075 Lt. e completa com 0,925 Lt. de água destilada, esta será a solução a ser empregada para fazer o teste de tetrazólio.

Após separadas as duas amostras de 50 sementes cada, utilizou-se o papel de germinação. O papel foi mergulhado em um recipiente com água destilada por cinco minutos, retiram o excesso de água do papel e colocam-se as sementes no papel de germinação, dobra o papel para cobrir as sementes. Colocam-se as sementes embrulhadas em outro recipiente que ficam coberto por um plástico ou em um gerbox por 16 horas em temperatura ambiente para a embebição da água pelas sementes. Após as 16 horas retiram-se as sementes do papel colocam-se em um copo plástico e cobriu-se as sementes com a solução de trabalho (Trifenil Tetrazólio) e colocam-se os copos em uma estufa com a temperatura na faixa de 35° a 40° C por duas horas. Após retiram-se a solução e lavam-se as sementes com água destilada. A avaliação foi realizada somente quanto a viabilidade, sendo os valores expressos em percentagem.

O teste de germinação foi realizado seguindo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), com a utilização de 400 sementes, para cada repetição, divididas em 8 sub amostras de 50 sementes, dispostas sobre papel

de germinação, Após confecção dos rolos, foram acondicionados em germinador regulado à temperatura de 25°C e as contagens realizadas aos 5 a 8 dias. Os resultados foram expresso em percentagens de plântulas normais.

A emergência de plântulas foi realizada em canteiros de areia, em quatro repetições de 100 sementes. A semeadura foi realizada em linhas com espaçamento de 2 cm entre si, a uma profundidade média de 2 cm. Após à semeadura realizam-se irrigações diárias mantendo a umidade adequada para que ocorresse o processo de germinação e emergência de plântulas. Realizou-se contagem única, transcorridos cinco dias após a semeadura. Os resultados foram expressos em percentagens de plântulas emergidas, sendo considerada para fins de avaliação aquelas que apresentavam as dois cotilédones (folhas cotiledonares) bem desenvolvidas.

Os lotes foram analisados de forma independente. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado em fatorial 2x3 (Duas épocas de avaliação x Três níveis de dano mecânico), com quatro repetições. Os dados expressos em percentagem foram submetidos à transformação $\text{arc. sen}(\text{raizx}/100)$ e posteriormente submetidos à análise de variância. Havendo significância para a interação entre os fatores realizou-se desdobramento. Não havendo, verificou-se efeito principal do fator isolado. Em ambos casos as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes a viabilidade de sementes de soja, lote 1, submetidas ao teste de tretrazólio no momento da colheita e após 96 dias, com diferentes níveis de sementes danificadas mecanicamente estão apresentados na Tabela 1. Verifica-se que houve redução na viabilidade em todas as porcentagens de dano mecânico após o armazenamento, evidenciando que os danos latentes nas sementes se mostram mais intensos com o passar do tempo. O efeito latente dos danos mecânicos é um aspecto muito importante a ser considerado na tecnologia de sementes, pois este se manifesta não somente em sementes de soja, mas também em outras espécies, conforme descreve Borba et al. (1996), que a germinação e o vigor em sementes de milho sofreram redução significativa durante o armazenamento caso ocorram danos mecânicos em mais de 5,6% das sementes.

Tabela 1. Viabilidade de sementes de soja, lote 1, submetidas ao teste de tetrazólio, em função de diferentes níveis de dano mecânico. Aos 0 dias, e 96 dias de armazenamento.

Nível de Dano Mecânico (%)	Tempo de Armazenamento (dias)	
	0	96
2	94 A a	80 B a
5	92 A b	81 B a
11	91 A b	72 B b
CV(%)	1,07	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de tukey em nível de a 5% de probabilidade de erro.

Há de se salientar que com 2% de dano mecânico a redução na viabilidade das sementes, entre os períodos armazenados, foi da ordem de 14 pp, similar ao observado no caso em que havia 5% de sementes danificadas mecanicamente, em que à redução foi de 11pp. Porém, se a semente possuía maior incidência de dano mecânico (11%), transcorridos 96 dias houve redução de 19 pp, não atingindo 80% de sementes viáveis. No final do beneficiamento, as sementes que estavam com 2% de dano mecânico diferenciaram-se dos demais, já após a armazenagem as sementes que estava com 11 % de dano mecânico estavam com a viabilidade mais baixa.

No lote 2 (Tabela 2), o comportamento foi um pouco diferenciado, os danos de 2% e 5% diferenciaram-se entre si ao comparar as duas épocas,

ficando com a maior viabilidade após 96 dias de armazenamento. Porém, no caso de o dano mecânico de 11%, transcorridos 96 dias de armazenamento atingiu valor mais alto.

Comparando as porcentagens de dano mecânico ao zero dias de armazenamento, com os danos de 2% e 5% não diferenciaram-se entre si. Após o armazenamento todas as porcentagens diferenciaram-se, ficando a de 11% de dano mecânico com a viabilidade mais alto seguida pela de 5% de dano mecânico e a com 2% de dano mecânico com 11 pp mais baixo que o valor mais alto. Os dados são em parte contraditórios aos observados por Lopes et al. (2011), que não encontraram diferença na percentagem de sementes viáveis pelo teste de tetrazólio, apesar dos diferentes níveis de dano mecânico.

Tabela 2: Viabilidade de sementes de soja, lote 2, submetidas ao teste de tetrazólio, em função de diferentes níveis de dano mecânico. Aos zero e 96 dias de armazenamento.

Nível de Dano Mecânico (%)	Tempo de Armazenamento (dias)	
	0	96
2	92 A a	77 B c
5	92 A a	80 B b
11	74 B b	88 A a
CV(%)	1,19	

Médias seguidas de mesma letra Maiúscula na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível 5% de probabilidade.

No lote 1, os dados do teste de germinação (Tabela 3) mostraram que tanto ao zero dias, como aos 96 dias de armazenamento obteve-se diferença do menor resultado dano de 11% para o maior 2 e 5% de dano da ordem 3 pp, sendo que as porcentagens de 2% e 5% não diferenciaram entre si. Já comparando as porcentagens de dano mecânico com tempo de armazenagem, todos os níveis de dano reduziram a germinação em no mínimo 2 pp após o armazenamento, com os melhores resultados obtidos no início do armazenamento. O teste de germinação é conduzido em condições favoráveis e controladas, por esta razão, provavelmente não foram observadas diferenças entre as porcentagens de dano mecânico de 2 e 5% imediatamente após o beneficiamento (época zero).

Tabela 3: Germinação de sementes de soja, lote 1, em função de diferentes níveis de dano mecânico. Aos zero, e 96 dias de armazenamento.

Nível de Dano Mecânico (%)	Tempo de Armazenamento (dias)	
	0	96
2	94 A a	91 B a
5	94 A a	92 B a
11	91 A b	88 B b
CV(%)	1,11	

Médias seguidas de mesma letra Maiúscula na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Por outro lado, o teste de germinação do lote 2 mostrou que a percentagem de plântulas normais estava 9 pp mais alta com menor porcentagem de dano mecânico do que com 11% sementes danificadas no início do período de armazenamento. Já após a armazenagem por 96 dias, as sementes com 2% e 5% de dano não se diferenciaram, ficando as sementes com menor viabilidade as que se encontravam com 11% de dano mecânico. Apesar de terem conduzidos estudos independentes, a incidência de dano mecânico de 11% causou redução na percentagem de plântulas normais no teste de germinação para o lote 2, diferentemente do observado no lote 1, o que permite inferir que no lote 2 a incidência de sementes danificadas teve um reflexo mais severo na qualidade fisiológica das sementes, uma vez que os efeitos se mostram imediatos, ao contrário do lote 1 que indicam ser latentes.

Tabela 4: Germinação de sementes de soja, lote 2, em função de diferentes níveis de dano mecânico. Aos zero e 96 dias de armazenamento.

Nível de Dano Mecânico (%)	Tempo de Armazenamento (dias)	
	0	96
2	97 A a	89 B a
5	95 A b	90 B a
11	88 A c	86 B b
CV(%)	0,78	

Médias seguidas de mesma letra Maiúscula na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de tukey em nível de 5% de probabilidade.

Comparando as diferentes porcentagens de dano mecânico com a época de armazenagem, a diferença das mais viáveis com 2% de dano mecânico no momento do beneficiamento para as com menor viabilidade que estavam com 11% de dano mecânico após o armazenamento foi de 11 pp. Sendo que no

momento inicial do armazenamento, todas as porcentagens de dano mecânico obtiveram a viabilidade melhor, diferenciando do período após a armazenagem.

No lote 1, (Tabela 5) os dados referentes ao teste de emergência em areia no momento inicial do armazenamento, demonstrou que a qualidade no caso em que o nível de dano mecânico era da ordem de 5% diferenciou-se dos demais sendo o resultado superior, contrariando as expectativas uma vez que este não era o menor nível de dano mecânico testado. Aos 96 dias de armazenamento, as sementes que estavam com danos mecânicos de 2% e 5% não se diferenciaram entre si, ao mesmo tempo que apresentaram resultados superiores da semente que apresentavam 11% de dano mecânico, com 5pp de diferença para a melhor qualidade. A emergência foi de 85%, valor que pode ser considerado crítico, pois as condições de condução do teste não são tão adversas quanto as que podem ser encontradas nas lavouras comerciais, o que possivelmente resultaria em emergências menores que as observadas, gerando insatisfação por parte do usuário da semente.

Tabela 5: Emergência em areia de plântulas formadas de sementes de soja, lote 1, em função de diferentes níveis de dano mecânico. Aos zero, e 96 dias de armazenamento.

Nível de Dano Mecânico (%)	Tempo de Armazenamento (dias)	
	0	96
2	92 A b	90 B a
5	95 A a	89 B a
11	92 A b	85 B b
CV(%)	1,10	

Médias seguidas de mesma letra Maiúscula na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de tukey em nível de 5% de probabilidade.

Após a armazenagens, por 96 dias, todas as porcentagens de dano mecânico nas sementes tiveram resultado inferiores aos observados na época 0, chegando a ter 7pp de diferença para a incidência de 11% de dano nas sementes. Sendo que no beneficiamento todas as porcentagens diferenciaram-se das demais contendo sempre a viabilidade ou seja o vigor mais alto.

Já no lote 2 (Tabela 6) para o teste de emergência em areia todas as porcentagens de dano mecânico diferenciaram-se no início frente a 96 dias de armazenagem, sendo beneficiamento os melhores resultados de vigor, ocorrendo uma diferença de 5 pp nas sementes com 11% de dano mecânico, 7

pp nas sementes com 5% de dano mecânico e com a menor porcentagem de dano nas sementes foram 8 pp a diferença, afetando drasticamente a qualidade das sementes.

Tabela 6: Emergência em areia de plântulas formadas de sementes de soja, lote 2, em função de diferentes níveis de dano mecânico. Aos zero, e 96 dias de armazenamento.

Nível de Dano Mecânico (%)	Tempo de Armazenamento (dias)	
	0	96
2	95 A a	87 B a
5	95 A a	88 B a
11	90 A b	85 B b
CV(%)	0,97	

Médias seguidas de mesma letra Maiúscula na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Ao comparar as diferentes porcentagens de dano mecânico no início do armazenamento, as sementes que estavam com danos de 2% e 5% não diferenciaram-se obtendo o melhor resultado. Já aos 96 dias de armazenamento o resultado inferior foi com 11% de dano mecânico com 3 pp de diferença, sendo que com 2% e 5% não diferenciaram-se entre si. Os resultados comprovam dados obtidos por Brito et al. (1996) que identificaram desempenho inferior de sementes com presença de dano mecânico, sendo este mais intenso quando as condições de umidade do solo são insatisfatórias.

O teste de emergência em areia, foi conduzido em condições muito próximas das obtidas em campo. O teste de tetrazólio confirmou os resultados, mostrando que quanto maior o dano mecânico menor a viabilidade das sementes de soja. Com relação ao tempo de armazenagem mostrou que em todas as avaliações houve uma perda na viabilidade das sementes com uma diferença que chegou a ser de 22 pp comparando a de maior viabilidade com menor dano nas sementes para a com a maior porcentagem de dano mecânico nas sementes e a maior perda de viabilidade após a armazenagem. Portanto quanto maior for o dano causado nas sementes maior é a perda da viabilidade das sementes após o armazenamento, sendo então o dano mecânico considerado um importante método de controle da qualidade de sementes, desde a colheita passando pela operação de beneficiamento, armazenagem e transporte até o campo a ser semeada. Ressaltando-se ainda que com o monitoramento dos danos causados

nas sementes nas operações envolvidas no beneficiamento podem-se identificar e se necessário regular melhor os equipamentos envolvidos no processo produtivo, pois o presente trabalho mostrou que o dano mecânico reduz a viabilidade das sementes, especialmente, após um período de armazenamento.

5. CONCLUSÕES

O dano mecânico contribui para a redução mais acentuada da qualidade fisiológica de sementes de soja durante o armazenamento.

Os danos mecânicos latentes intensificam a redução da qualidade fisiológica de sementes de soja transcorridos 96 dias após o armazenamento.

Referências Bibliográficas

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **The Seed Vigor Test Committee. Seed vigor testing handbook.** [S.l.], The Handbook on Seed Testing, Contribution, 32), p. 88. 1983

BOWLING, C.C. The stylet sheath as an indicator of feeding activity by the southern green stink bug on soybeans. **Journal of Economic Entomology**, College-Park, v.73, p.1-3, 1980.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. p. 395.

BRITO, C. H. de; BRACCINI, A. de L. e; ACOSTA, A. da S.; ALVARENGA, E. M. Efeito do dano mecânico na semente, umidade do solo e uso de óleo mineral sobre a emergência de plântulas de soja [*Glycine max* (L.) Merrill). **Revista Ceres**, Viçosa, v. 43, n. 250, p. 720-730, 1996.

BULAT, H. Reduction processes in living tissue, formazan, tetrazolium salts and their importance as reduction-oxidation indicators in resting seed. **Proceedings of the International Seed Testing Association**, Copenhagen, v.26, p.686-696, 1961.

CARBONELL, S. A. M.; KRZYZANOWSKI, F. C. Dano mecânico em soja, um problema que poderá ser resolvido com cultivares resistentes. **Informative ABRATES**, Brasilia v. 3, p. 32-37, 1993.

COPELAND, T.G.; BRUCE, C.F.; MIDYETTE Jr., J.W. The unofficial application of tetrazolium tests as an aid in checking germination claims. **Proceedings of the Association of Official Seed Analysts**, East Lansing, v. 49, p.134-141, 1959.

COSTA, N. P., MESQUITA, C.M., HENNING, A. A. Avaliação das perdas e dos efeitos da colheita mecânica sobre a qualidade fisiológica e a incidência de patógenos em sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília. v 1, n. 3, p. 59-70, 1979.

COTTRELL, H.J. Tetrazolium salt as a seed germination indicator. **Annals of Applied Biology**, Cambridge, v.25, p.123-131, 1948.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas**. Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, p. 536, 2006.

FRANÇA NETO, J. B. Qualidade fisiológica da semente. In: FRANÇA-NETO, J. B., HENNING, A. A. **Qualidade fisiológica e sanitária de semente de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, p. 5-24 ,1984.

HÖFS, A.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T.; BARROS, A.C.S.A. Emergência e crescimento de plântulas de arroz em resposta à qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.26, n.1, p.92-97, 2004.

JIJON, A. V., BARROS, A. C. S. A. Efeito dos danos mecânicos na semeadura sobre a qualidade de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merril. **Tecnologia de Sementes**, Pelotas, v. 6, n. 1/2, p. 3-22, 1983.

KHAH, E. M.; ROBERTS, E. H.; ELLIS, R. H. Effects of seed ageing on growth and yield of spring wheat at different plant-population densities. **Field Crops Research**, Oxford, v.20, p.175-190, 1989.

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. . Crescimento inicial de soja em função do vigor de sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, p. 163-166, 2006.

MACHADO, R.F.; SCHUCH, L.O.B. Produção de forragem e de sementes de aveia branca em função do vigor de sementes e populações de plantas. **Científica Rural**, Santa Maria, v.9, n.1, p.126-136, 2004.

MARCOS FILHO, J. Conceitos e testes de vigor para sementes de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 1999. p.220-226.

MELO, P.T.B.S.; SCHUCH, L.O.B.; ASSIS, F.N.; CONCENÇO, G. Comportamento individual de plantas originadas de sementes com diferentes níveis de qualidade fisiológica em populações de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas. v.28, n.2, p.84-94, 2006

MOORE, R.P. **Handbook on tetrazolium testing**. Zurich: International Seed Testing Association, 1985. 99p.

OLIVEIRA, A.; SADER, R.; KRZYZANOWSKI, F.C. Danos mecânicos ocorridos no beneficiamento de sementes de soja e suas relações com a qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília. v. 21, n. 1, p. 59-66. 1999.

PESKE, S.T.; BARROS, A.C.S.A.; SCHUCH, L.O.B.; Produção de Sementes. In.: PESKE, S.T.; VILLELA, F.A.; MENEGHELLO, G.E.; **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos**, 3º ed., Pelotas: Ed. Universitária/UFPel, 2012, p.32-36.

PINTHUS, M.J.; KIMEL, U. Speed of germination as criterion of seed vigor in soybeans. **Crop Science**, Madison, v.19, p.291-292, 1979. Popinigis, 1979.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, AGIPAN, p. 289, 1977.

SCHEEREN, B.R. **Vigor das sementes de soja e produtividade**. 2002. 48f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel" da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

SCHUCH, L. O. B.; NEDEL, J. L.; ASSIS, F. N. Vigor de sementes e análise de crescimento de aveia preta. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.2, p.305-312, 2000.

SCHUCH, L. O. B.; NEDEL, J. L.; ASSIS, F. N.; MAIA, M.S. Emergência em campo e crescimento inicial de aveia preta em resposta ao vigor das sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.6, n.2, p. 97-101, 2000.

SOAVE, J.; WETZEL, M. M. V. S. **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill., p. 480, 1987.

TeKRONY, D.M.; EGLI, D. B. Relationship of seed vigor to crop yield: a review. **Crop Science**, Madison, v.31, p.816-822, 1991.

TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B.; WICKHAM, D.A. Corn seed vigor on no-tillage field performance. II. Plant growth and grain yield. **Crop Science**, Madison, v.29, p.1528-1531, 1989.

TILLMANN, M.A.A.; MENEZES, N.L. de. Análise de sementes. In: PESKE, S.T.; VILLELA, F.A.; MENEGHELLO, G.E (Org.). **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 3ª ed. rev. e ampl. Pelotas: Ed. Universitária / UFPel, p.161-272, 2012.