

Cientific Paper

## Avaliação da qualidade física e fisiológica de sementes de soja durante o beneficiamento

### Resumo

A importância de produzir sementes de alta qualidade para a cultura da soja está relacionada com o estabelecimento de um estande uniforme em campo, formado por plantas que preservam o atributo genético, sanitário e com alto potencial fisiológico. Uma das etapas da produção de sementes é o beneficiamento, que visa classificar as sementes, remover contaminantes e prepará-las para a comercialização. Nesta pesquisa, objetivou-se avaliar as possíveis alterações na qualidade física e fisiológica de sementes de soja durante as etapas do beneficiamento das sementes. As amostras foram obtidas em cada etapa do processo de beneficiamento de sementes (recepção, pré-limpeza, secagem, limpeza, espirais, padronizador, mesa densimétrica e ensaque), as sementes foram submetidas à determinação do grau de umidade, e pelos testes de germinação, envelhecimento acelerado, tetrazólio (classe de danos mecânicos de 1 a 5; e de 6 a 8) e hipoclorito de sódio. O experimento foi avaliado em delineamento inteiramente casualizado, com oito pontos de coleta (tratamentos) e quatro repetições. Pelos resultados obtidos conclui-se que nas condições avaliadas, o beneficiamento de sementes ocasionou danos mecânicos as sementes de soja, especialmente nas etapas iniciais do processo, quando as sementes estavam com grau de umidade de 17,0%. À medida que o beneficiamento foi ocorrendo, especialmente após a classificação pela densidade, a germinação das sementes de soja alcançam patamares adequados de qualidade para sua comercialização.

**Palavras chave:** *Glycine max* (L.) merrill, germinação, vigor, danos mecânicos.

Diogo Rodrigo Amaral <sup>1</sup>  
Fernanda Santos Dobis <sup>1</sup>  
Tereza Cristina de Carvalho <sup>2</sup>

### Abstract

## Evaluation of the physical and physiological quality of soybean seeds during processing

The importance of producing high quality seeds for the soy bean crop is related to the establishment of a uniform stand in the field, made up of plants that preserve the genetic, sanitary and high physiological potential. One of the stages of seed production is the beneficiation, which aims to classify seeds, remove contaminants and prepare them for commercialization. The objective of this research was to evaluate the possible changes in the physical and physiological quality of soybean seeds during the stages of seed processing. Samples were obtained at each stage of the seed treatment process (reception, pre-cleaning, drying, cleaning, spirals, standardization, densimetric table and bagging), the seeds were resubmitted to determination of the degree of humidity and germination tests, Accelerated aging, tetrazolium (mechanical damage class from 1 to 5, and from 6 to 8) and sodium hypochlorite. The experiment was evaluated in a completely randomized design, with eight collection points (treatments) and four replications. From the results obtained, it was concluded that under the conditions evaluated, the seed treatment caused mechanical damages to the soybean seeds, especially in the initial stages of the process, when the seeds had a moisture content of 17.0%. As the processing took place, especially after classification by density, the germination of the soybean seeds reach adequate levels of quality for its commercialization.

**Key words:** *Glycine max* (L.) merrill, germination, vigor, mechanical damage.

Received at: 06/01/2018

Accepted for publication at: 03/04/2018

<sup>1</sup> Acadêmico em Agronomia. Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais - CESCAGE - Rua. Balduino Taques, 810 - Centro, Ponta Grossa - PR, 84015-440. Email: diogo.agro100@gmail.com; ferdobis01@gmail.com

<sup>2</sup> Eng. Agrônoma. Dra. Prof. Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais - CESCAGE - Rua. Balduino Taques, 810 - Centro, Ponta Grossa - PR, 84015-440. Email: tcdcarva@gmail.com

## Resumen

### Evaluación de la calidad física y fisiológica de las semillas de soja durante el beneficiamiento

La importancia de producir semillas de alta calidad para el cultivo de la soja está relacionada con el establecimiento de un stand uniforme en campo, formado por plantas que preservan el atributo genético, sanitario y con alto potencial fisiológico. Una de las etapas de la producción de semillas es el beneficiamiento, que pretende clasificar las semillas, remover contaminantes y prepararlas para la comercialización. En esta investigación, se objetivó evaluar las posibles alteraciones en la calidad física y fisiológica de semillas de soja durante las etapas del beneficiamiento. Las muestras fueron obtenidas en cada etapa del proceso de beneficiamiento de semillas (recepción, pre-limpieza, secado, limpieza, espirales, estandarizador, mesa densimétrica y enbolsado), las semillas fueron sometidas a la determinación del grado de humedad, y por las pruebas de germinación, envejecimiento acelerado, tetrazolio (clase de daños mecánicos de 1 a 5, y de 6 a 8) e hipoclorito de sodio. El experimento fue evaluado en delineamiento completamente casualizado, con ocho puntos de recolección (tratamientos) y cuatro repeticiones. Por los resultados obtenidos se concluye que en las condiciones evaluadas, el beneficiamiento de semillas ocasionó daños mecánicos a las semillas de soja, especialmente en las etapas iniciales del proceso, cuando las semillas estaban con un grado de humedad del 17,0%. A medida que el beneficiamiento fue ocurriendo, especialmente después de la clasificación por la densidad, la germinación de las semillas de soja alcanzan niveles adecuados de calidad para su comercialización.

**Palabras clave:** *Glycine max* (L.) merrill, germinación, vigor, daños mecánicos.

## Introdução

O beneficiamento faz parte de todo o processo de produção de sementes, sendo formado por um conjunto de operações, com o objetivo de melhorar a integridade física e fisiológica dos lotes de sementes (FERREIRA et al., 2010; VAUGHAN et al., 1976).

O beneficiamento possui diversas funções, como classificação de sementes de acordo com as diferenças físicas, tal como a forma, tamanho e densidade das sementes, preparando as, para a comercialização (FRANÇA NETO et al., 1993). A etapa de beneficiamento é uma prática que é executada por todas as empresas sementeiras, fazendo parte do processo produtivo de semente e constante no Sistema Nacional de Sementes e Mudanças (Lei n.10.711, de 5 de agosto de 2003, BRASIL, 2007).

Durante o beneficiamento das sementes, é possível melhorar a qualidade física e fisiológica das sementes, pois da massa de sementes que chega do campo de produção à Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS), vem acompanhado impurezas, tal como torrões de solo, restos vegetais, sementes danificadas e com má formação (FERREIRA et al., 2010). A operação de beneficiamento é de extrema importância e se faz necessária dentro de todo o processo produtivo, pois permite assim realizar a

remoção de vários contaminantes, que poderiam contribuir na redução da qualidade física e fisiológica de um determinado lote de sementes (LOPES et al., 2011; Lei n.10.711, de 5 de agosto de 2003, BRASIL, 2007).

A qualidade física de um lote de semente se determina pelo grau de pureza da amostra (BRASIL, 2009). O dano físico é caracterizado quando uma ação mecânica ocasionada na semente, a qual prejudica diretamente a qualidade da semente (COSTA et al., 1994). Já o potencial fisiológico está ligado diretamente ao desenvolvimento da semente, especialmente quanto aos parâmetros que a caracterizam, como germinação e vigor (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Segundo Alvarez et al. (1997), a resistência ao dano mecânico em sementes de soja, está diretamente ligada ao teor de lignina presente no tegumento da semente, assim cultivares com maior porcentual de lignina no tegumento, tem menor sensibilidade aos danos mecânicos.

A qualidade de sementes sempre foi de extrema importância, e atualmente vem sendo mais cobrada devido aos avanços e inovações na produção de sementes, sendo que tal qualidade é exigida pelos produtores rurais, pois os investimentos com insumos para manter sua qualidade até a colheita são elevados (DODE et al., 2013).

Diversos fatores interferem na qualidade das sementes de soja, entre eles, estão os danos ocasionados por insetos e patógenos e o dano por umidade. As sementes de soja, também estão propensas aos danos mecânicos, que são ocasionados durante a colheita e o beneficiamento, e estes estão relacionados diretamente aos impactos mecânicos e ao grau de umidade das sementes (CARVALHO, 2009; HENNING, 2005). Estes danos tendem a afetar o estabelecimento das plântulas em campo, na ocasião da semeadura (CARVALHO, 2009); e por consequência, a produção final da cultura.

Em relação aos danos físicos ocasionados no momento da colheita, sua ocorrência está relacionada à regulagem do sistema de trilha, que uma vez adequadamente regulado, reduz a ocorrência de danos mecânicos de feito imediato e latente nas sementes (CARVALHO, 2009; FRANÇA NETO et al., 1993). Na etapa de beneficiamento, danos mecânicos também estão suscetíveis a ocorrerem, como os ocasionados pelos secadores de sementes, ou aqueles inerentes a movimentação contínua da massa de sementes, especialmente na passagem das sementes pelas esteiras e elevadores, ao se deslocar de uma máquina para outra (FRANÇA NETO et al., 2007).

O processo de beneficiamento de sementes, que segue uma sequência utilizada pela maioria das empresas, independente da espécie agrícola; tal como recepção de sementes, pré-limpeza, armazenamento de sementes úmidas, secas e limpas, secagem, limpeza, classificação, tratamento, embalagem e armazenamento (SILVA et al., 1992), é uma etapa fundamental dentro do processo produtivo das sementes (BRASIL, 2007).

No entanto, podem ocorrer variações na qualidade fisiológica das sementes de soja de acordo com a estrutura de regulagem das máquinas. Em estudos, analisaram-se, que as alterações de qualidade são significativas, ao comparar o sistema operacional entre duas UBS, estas alterações ocorrem, nas diferentes etapas do processo de beneficiamento de sementes, sendo que o efeito da interação entre UBS e as etapas são significativas (KIRCHNER et al., 2014).

Em pesquisa conduzida por Nerling et al. (2014), foi verificado, que genótipos crioulos são mais resistentes no processo de beneficiamento comparados com as cultivares de polinização aberta. É importante observar que a constituição genotípica e características de um material crioulo gera certa

resistência devido a sua rusticidade, especialmente resistência aos danos mecânicos no pericarpo, sendo assim mais resistentes e menos sensíveis aos danos mecânicos no processo de beneficiamento.

É relevante que para a manutenção da qualidade das sementes, estudos caracterizam que as etapas de beneficiamento de sementes de soja, que ocasionam maiores índices de danos as sementes devem ser observadas. Tal medida se faz necessária, para que os problemas sejam pontuados, analisados e corrigidos, para que se busque a qualidade e melhoria continua dentro da UBS.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar as possíveis alterações na qualidade física e fisiológica de sementes de soja durante as etapas do beneficiamento das sementes.

## **Material e métodos**

O presente experimento foi conduzido na Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS) e no Laboratório de Análise de Sementes da Frisia Cooperativa Agroindustrial, localizados nos municípios de Ponta Grossa e Carambeí, respectivamente, estado do Paraná.

Para a realização do experimento, foi utilizado um lote de sementes da cultivar Don Mario 5.9i, beneficiada na Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS), da referida Cooperativa.

Para composição dos tratamentos, foram coletadas amostras da massa de sementes, em oito pontos na linha de beneficiamento de soja, a saber: 1º) Recepção de sementes; 2º) Após passagem na máquina pré-limpeza; 3º) Secador Intermitente (Modelo - Sec. Silomax 60 ton.h); 4º) Após passagem na máquina de limpeza (Modelo-MPL Silomax 60 ton.h); 5º) Após passagem no espiral (Modelo-SES-42 Silomax); 6º) Após passagem na padronizadora por tamanho (Modelo - SXP4X4 Silomax); 7º) Após passagem na mesa densimétrica (Modelo - SDS-120 Silomax); e 8º) Balança mecânica ensacadora (Modelo - WAIG).

Foram realizadas, quatro coletas em cada ponto, em intervalos de 5 minutos entre uma coleta e outra, em cada coleta foi retirada aproximadamente 1 quilo de amostra de sementes, totalizando 4 quilos por ponto de coleta. Cada amostra de 1 quilo de sementes, constituiu a repetição de cada um dos pontos de coleta. Assim, tiveram-se, oito pontos de coleta (tratamentos), e cada um com quatro repetições.

O delineamento adotado foi inteiramente casualizado (DIC), com oito pontos de coletas (tratamentos) no processo de beneficiamento, e quatro repetições. Os resultados obtidos através da realização dos testes de qualidade física e fisiológica das sementes, exceto para a determinação do grau de umidade, foram submetidos a análise de variância pelo teste de F e as médias dos tratamentos foram analisadas por meio do teste de Tukey, a 1% de probabilidade.

As amostras de sementes de soja, foram avaliadas no Laboratório de Análise de Sementes (LAS) da Frísia Cooperativa Agroindustrial, sendo analisadas as sementes da cultivar Don Mario 5.9i, quanto a sua qualidade física e fisiológica, durante e após o beneficiamento. Abaixo segue a descrição dos testes utilizados:

a) Determinação do grau de umidade: foi adotado o método de estufa a  $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ , durante o período de 24 horas, com 2 repetições de aproximadamente 5 gramas. Após esse tempo as amostras foram retiradas da estufa, sendo tampados os recipientes que as continham, e colocadas em dessecador até esfriar (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem média para cada tratamento, na base úmida.

b) Teste de Germinação: as sementes foram distribuídas em papel de germinação (tipo germitest), sendo feita a semeadura de 50 sementes por repetição, para isso foi utilizada quatro repetições. Os rolos após confeccionados foram mantidos em germinador a  $25^{\circ}\text{C}$ , as avaliações foram realizadas no sétimo dia após a semeadura. Os resultados foram expressos por meio da média de plântulas normais por repetição (BRASIL, 2009).

c) Envelhecimento Acelerado: as sementes foram colocadas em bandejas de tela de aço e fixadas, em seguida foi adicionado 40 mL de água no fundo das bandejas e levadas a câmara de envelhecimento a uma temperatura de  $41^{\circ}\text{C}$  por um período de 48 horas de exposição (MARCOS-FILHO, 1999). Posteriormente foi realizado o teste de germinação em papel tipo germitest com avaliação no sétimo dia após a semeadura (BRASIL, 2009).

d) Teste de tetrazólio: foi utilizado 100 sementes para as (2 subamostras de 50 sementes para cada repetição), e colocadas para a embebição em papel para germinação umedecido, com 2,5 vezes seu peso em água destilada, por 16 horas, em germinador regulado a  $30^{\circ}\text{C}$ . Após esse período foi colocada em copos plásticos, sendo submersas na solução de

tetrazólio a 0,075%, permanecendo assim a  $40^{\circ}\text{C}$  por 3 horas, em local sem luminosidade. Tais sementes foram classificadas de acordo com os procedimentos de avaliação determinados por França Neto et al. (1999), pela sua viabilidade, vigor e intensidades de danos mecânicos.

e) Teste de hipoclorito de sódio: foi utilizada 100 sementes, para cada repetição. As sementes foram colocadas em copinhos de plásticos, emergindo-as totalmente na solução de hipoclorito de sódio. Após 10 minutos foram retiradas as sementes da solução e colocadas em papel toalha para a realização da avaliação, e a contagem das sementes que ficaram intumescidas "embebidadas" em cada repetição. Os resultados foram expressos em porcentagem por meio da média entre as repetições de cada tratamento das sementes danificadas (KRZYZANOWSKI et al., 2004).

## Resultados e discussão

Ao analisar os dados contidos na Tabela 1, verifica-se que o grau de umidade das sementes antes da secagem estava entre 16,0% a 17,0%, sendo mais elevados, pois as sementes foram colhidas com alto grau de umidade, sendo estes, aproximado aos valores obtidos na recepção das sementes.

Resultados elevados do grau de umidade das sementes na recepção, como aqueles acima de 16,0% (Tabela 1), é indicativo de que as sementes necessitam passar pela etapa da secagem. Isso se faz necessário, pois a intensidade da deterioração das sementes e a atividade metabólica é mais elevada devido à respiração das sementes ser mais intensa com grau de umidade mais elevado (STEINER et al., 2011; MARCOS-FILHO, 2015).

O valor reduzido do grau de umidade das sementes, obtido após a etapa da secagem (Tabela 1), se deve ao fato da secagem ter favorecido a redução do porcentual médio de água das sementes entre 10,0% a 11,0% (etapas da limpeza e espiral). De acordo com Carvalho e Nakagawa (2012), o grau de umidade recomendado para minimizar danos mecânicos durante o manuseio constante das sementes, como ocorre durante o beneficiamento, não deve ser inferior a 12,0%, e nem superior a 18,0%, condições que permitiriam as sementes, estar mais susceptível aos danos por amassamento.

De acordo com Amaral et al. (2016), é importante salientar que o grau de umidade de sementes de soja é importante também para seu

armazenamento e preservação das características intrínsecas do lote de sementes até o período da comercialização e vale ressaltar que o grau de umidade das sementes deve ser o mais uniforme possível, pois mesmo com sua uniformidade a tendência é que esse grau de umidade seja reduzido após um período até a comercialização.

De acordo com Costa et al. (1997), a colheita também deve ser feita no momento ideal, evitando atrasos, sendo recomendado esta etapa quando a semente atinge pela primeira vez 15,0% de grau de umidade ou menos, em decorrência de um processo natural de secagem em campo. Os mesmos autores relatam que, o retardamento de colheita resultará em reduções de germinação e vigor e no aumento nos índices de contaminação por patógenos em campo, pois se considera que as sementes já estão armazenadas em campo.

Após a etapa da secagem (Tabela 1), houve uniformidade do grau de umidade das sementes, nos demais pontos de coleta (desde a limpeza até o ensaio das sementes). Tal fato é relevante para a confiabilidade das avaliações realizadas nas sementes em cada ponto de coleta (MARCOS-FILHO, 2015).

Quanto aos valores de viabilidade das sementes de soja contidos na Tabela 1, obteve-se a máxima viabilidade, de 95%, para as sementes obtidas após a etapa do ensaio. Segundo Barbosa et al. (2014), em seu trabalho enfatizaram que o

aprimoramento de um lote ocorre após a passagem por diversas etapas no processo de beneficiamento, devido a eliminação das sementes impróprias. Porém os referidos autores destacam que, a qualidade fisiológica e sanitária de sementes é irreversível e não melhora com o processo de beneficiamento.

Valores intermediários de viabilidade das sementes foram obtidos nas etapas de limpeza, no padronizador, espirais e mesa de gravidade, com viabilidade entre 89% a 93% (Tabela 1). As sementes com viabilidade menor possuíam percentuais entre 81% e 83%, sendo pertencentes às etapas de recepção, pré-limpeza e secagem. Observa-se pelos resultados da Tabela 1, que sementes de soja possuem maior evolução na viabilidade conforme a passagem no processo de beneficiamento.

Quando se analisa a germinação das sementes de soja (Tabela 1), observou-se que esta variável estava reduzida nas três primeiras etapas do beneficiamento, fato devido à elevada porcentagem de materiais inertes que estavam acompanhando a massa de sementes antes da remoção de tais materiais. É importante salientar que a germinação no momento do ensaio estava com 85%, permanecendo de acordo com os padrões exigidos pela Instrução Normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013, que determina que a germinação mínima para soja seja de 80%, para a referida categoria da pesquisa.

**Tabela 1.** Resultados da avaliação de sementes de soja, cultivar Don Mario 5.9i, durante a classificação em distintas máquinas, pela determinação do grau de umidade e pelos testes de viabilidade (tetrazólio) e germinação.

Tratamentos	Grau de Umidade	Viabilidade %	Germinação
Recepção	16,0	81 d	33 b
Pré-Limpeza	17,0	83 d	36 b
Secagem	13,0	82 d	38 b
Limpeza	10,0	89 c	81 a
Espirais	11,0	92 b	80 a
Padronizador	11,0	89 c	78 a
Mesa Densimétrica	12,0	93 b	86 a
Ensaio	11,0	95 a	85 a
C.V (%)	-	1,1 **	5,5 **

\*\*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey  $p \leq 0,01$ .

A avaliação inicial dos tratamentos é importante para mensurar o potencial fisiológico das sementes nas distintas etapas do beneficiamento (DEMIGNIS et al., 2009); pois através da análise dos resultados, mensura-se a qualidade da condução do beneficiamento das sementes.

Ao analisar o vigor das sementes obtido pelos testes de tetrazólio e de envelhecimento acelerado, observa-se que a medida que o beneficiamento foi se processando, o vigor das sementes foi tornando-se superior (Tabela 2).

**Tabela 2.** Resultados da avaliação de sementes de soja, cultivar Don Mario 5.9i, durante a classificação em distintas máquinas, pelos testes de vigor (tetrazólio) e envelhecimento acelerado.

Tratamentos	Vigor Tetrazólio	Envelhecimento Acelerado
	%	
Recepção	76 b	43 b
Pré-Limpeza	76 b	46 b
Secagem	74 b	49 b
Limpeza	77 b	72 a
Espirais	79 ab	72 a
Padronizador	83 ab	72 a
Mesa Densimétrica	80 ab	75 a
Ensaque	87 a	81 a
C.V (%)	4,6 **	7,8 **

\*\*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey  $p \leq 0,01$ .

Diversos trabalhos citam que há uma melhoria contínua da qualidade física e fisiológica dos lotes de sementes durante o decorrer e após o beneficiamento, pois quando passam nas etapas do processo as sementes deterioradas e danificadas são excluídas e ocorre uma disponibilidade nas últimas etapas de sementes viáveis. (VIEIRA et al, 1995; GIOMO et al., 2004).

De acordo com Vieira et al. (1995) ocorre uma melhora na qualidade das sementes para o arroz, café arábica (GIOMO et al., 2004); milho híbrido (FESSEL et al., 2003); e milho doce (FERREIRA et al., 2010), a medida que ocorre o beneficiamento. Fato esse comprovado no comportamento observado nos testes tetrazólio e de envelhecimento acelerado na cultivar Don Mario 5.9i (Tabela 2), sendo inferior nos tratamentos de recepção, pré-limpeza e secagem, gerando melhora na qualidade física e fisiológica da semente.

Os testes que avaliaram dano mecânico nas sementes de soja, em todas as etapas do processo de beneficiamento, encontram-se na Tabela 3. Por meio do teste de hipoclorito de sódio (Tabela 3), os maiores danos de efeitos imediatos foram observados após as sementes passarem pelas espirais, padronizador de tamanho e secagem, sendo 31%, 30% e 26%, respectivamente.

Tais danos ocorreram por serem acumulativos em cada etapa. Entretanto a presença de sementes com danos mecânicos de efeito imediato reduziu acentuadamente, após passar pela mesa densimétrica, devido ao fato destas sementes terem sua integridade física comprometida, adquirindo menor densidade e sendo descartada no referido equipamento.

Já os danos causados as semente de soja, observados pelo teste de hipoclorito, danos mecânicos

de efeito imediato (Tabela 3), foram identificados nas últimas etapas do processo de beneficiamento, com percentuais de 14% na mesa densimétrica e 11% no ensaque e estatisticamente não houve diferenciação (Tabela 3). Por ser as últimas etapas do processo de beneficiamento, Beckert et al. (2000) salientaram que quando as sementes passam pelas etapas de separação por forma e tamanho, as sementes inadequadas para sementes são retiradas do processo gerando assim melhores resultados nas últimas etapas do processo de beneficiamento de sementes.

De acordo com França Neto et al. (1984), a massa de sementes quando são lançadas nos processos e diversas etapas do beneficiamento, por meio de esteiras e elevadores de uma máquina para outra, sofrem impactos, podendo resultar em trincas ou rompimento do tegumento. De acordo com o protocolo do teste de hipoclorito é possível observar os danos mecânicos de efeito imediato que ocorrem nas sementes de forma rápida e eficiente (KRZYŻANOWSKI et al., 2004). Vale ressaltar, que mesmo após o ensaque, a intensidade de danos mecânicos de efeito imediato encontradas em sementes de soja no processo, pelo teste de hipoclorito (Tabela 3), apresenta valores superiores ao adequado, de acordo com o estabelecido por Krzyzanowski et al. (2004), que é de 10% para um lote de sementes de soja, fato esse relevante e que comprova que mesmo as sementes sendo danificadas por danos mecânicos não se tornam inviáveis, pois nem todas as estruturas da semente são prejudicadas.

Observando os valores de danos mecânicos as sementes, pelo teste de tetrazólio (Tabela 3). Na classe de sementes de 1 a 5, em que as sementes são viáveis para a semeadura mas apresentam-se com danos mecânicos de efeito imediato e latente,

é possível caracterizar que em todos os tratamentos ocorreram níveis distintos de danos. Mas a presença de tais porcentagens de danos, não prejudicou significativamente o porcentual germinativo das sementes, de acordo com as informações da germinação em cada etapa (Tabela 1).

Nas etapas de recepção (dano de 8%), pré-limpeza (dano de 8%) e secagem (dano de 11%), foram observados os maiores índices de danos mecânicos de efeito latente as sementes; sendo importante salientar que a etapa de secagem acarretou índices mais elevados de danos latentes as

sementes. Provavelmente devido à movimentação exercida no interior do secador que funciona pelo método contínuo/intermitente. Nesse tipo de secador, ocorre o movimento contínuo da massa de sementes, enquanto a água é removida de seu interior, vale ressaltar a importância do cuidado de controlar a temperatura da massa de semente não ultrapassando 40°C, outro fator importante é que na UBS ocorre o uso de elevadores apropriados para sementes, como de correntes e flexíveis evitando assim que o índice de danos mecânicos fosse mais elevado.

**Tabela 1.** Resultados da avaliação de sementes de soja, cultivar Don Mario 5.9i, durante a classificação em distintas máquinas, pela determinação do grau de umidade e pelos testes de viabilidade (tetrazólio) e germinação.

Tratamentos	Danos mecânicos em sementes		
	Hipoclorito de sódio	TZ - Classes de sementes 1 a 5	TZ - Classes de sementes 6 a 8
	..... % .....		
Recepção	18 ab	8 b	3 bc
Pré-Limpeza	18 ab	8 b	3 bc
Secagem	26 bc	11 a	4 b
Limpeza	17 ab	2 c	4 b
Espirais	31 c	1 d	4 bc
Padronizador	30 c	3 c	7 a
Mesa Densimétrica	14 a	2 c	3 bc
Ensaque	11 a	2 c	2 c
C.V (%)	20,9 **	11,4 **	18,7 **

\*\*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey  $p \leq 0,01$ .

Para os danos mecânicos obtidos pelo teste de tetrazólio, na classe de sementes de 6 e 8 (Tabela 3), que mensura as sementes inviáveis devido a intensidade do danos mecânicos; observou-se que os tratamentos com maiores índices de danos mecânicos foram nos equipamentos de padronizador de tamanho, secagem e limpeza, sendo observados com valores de 7%, 4% e 4%, respectivamente (Tabela 3). Valores intermediários de danos mecânicos foram observados nas etapas do processo de recepção (de 3%), pré-limpeza (de 3%), espirais (de 4%) e mesa densimétrica (de 3%).

A última etapa no ensaque expressou menor índice de danos mecânicos, sendo de apenas 2% (Tabela 3). Porém, vale destacar que a presença de tais danos foi mais expressiva quando atingiu 7%, no

padronizador de tamanho, posteriormente este valor foi reduzido (Tabela 3), e não prejudicou a viabilidade e germinação das sementes (Tabela 1).

É importante salientar que as danificações mecânicas na maioria das vezes não destroem as partes essenciais das sementes, mas refletem na subtração de plântulas normais, e aumento de plântulas anormais, ocorrendo assim problemas futuros em outros processos, pois a semente de soja possui uma característica de ser mais susceptível ao dano mecânico, pois seu tegumento é pouco espesso podendo gerar assim uma maior sensibilidade aos produtos no tratamento industrial e também pode ocorrer uma redução do potencial de armazenamento (CICERO et al., 2003).

## Conclusões

Nas condições avaliadas, o beneficiamento de sementes ocasionou danos mecânicos as sementes de soja, especialmente nas etapas iniciais do processo, quando

as sementes estavam com grau de umidade de 17,0%.

À medida que o beneficiamento foi ocorrendo, especialmente após a classificação pela densidade, a germinação das sementes de soja alcançam patamares adequados de qualidade para sua comercialização.

## Referências

- ALVAREZ, P. J. C.; KRZYZANOWSKI F. C.; MANDARINO, J. M. G.; FRANÇA NETO J. B. Relationship between soybean seed coat lignin content and resistance to mechanical damage **Seed science and technology**, Zurich, v.25, n.2, p. 209-214, 1997.
- AMARAL, D. R.; CARVALHO, T. C. Efeito da armazenagem convencional na qualidade fisiológica de sementes de soja transgênica. **Revista Scientia Rural**. Ponta Grossa, v.1, n.13, p. 36-45, 2016. Disponível em: [http://www.cescage.edu.br/new/main.php?module=edit\\_edicoes&revista=4](http://www.cescage.edu.br/new/main.php?module=edit_edicoes&revista=4). Acesso em: 23 mai. 2017.
- BARBOSA, R. M.; VIEIRA, B. G. T. L.; MARTINS, C. C.; VIEIRA, R. D. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de amendoim durante o processo de produção. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.49, n.12, p.977-985, 2014. Disponível em: <http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/19217/12> > Acesso em: 13 abr. 2017.
- BECKERT, O.P.; MIGUEL, M.H.; MARCOS FILHO, J. Absorção de água e potencial fisiológico em sementes de soja de diferentes tamanhos. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.57, n.3, p. 671-675, 2000.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Legislação brasileira sobre sementes e mudas. LEI 10.711. **Sistema Nacional de Sementes e Mudanças**. 5 de agosto de 2003. Brasília: MAPA/SDA, 2007. 318p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.
- CARVALHO, N. M. Efeito do vigor de sementes de soja sobre o seu desempenho em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.33-41, 2002.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5ª ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.
- CARVALHO, T.C. **Sensibilidade de análises de raios X para detecção de injúrias mecânicas, imediatas e latentes, em sementes de soja e relações com o potencial fisiológico**. Dissertação de Mestrado. USP/ESALQ. 2009. 86p.
- CICERO, C. M.; SILVA, W. R. Danos mecânicos associados a patógenos e desempenho de sementes de milho. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.2, p.304-314, 2003.
- COSTA, N.P.; MARCOS FILHO, J. Temperatura e pré-condicionamento de sementes de soja para o teste de tetrazólio. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.5, n.1, p.158-168, 1994.
- COSTA, N. P.; FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; OLIVEIRA, M. C. N. Metodologia alternativa do teste de tetrazólio em sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 33, n. 6, p. 869-877, 1998.
- COSTA, N. P.; FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A. A. Avaliação da metodologia alternativa para o teste de tetrazólio para sementes de soja. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 55, n. 2, p. 305-312, 1998.
- COSTA, N. P.; FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZZONOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; OLIVEIRA, M. C. N. Efeito da temperatura e do período de embebição de sementes de soja para o teste de tetrazólio. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 40, n. 1, p. 169-177, Mar. 1997.

- DEMINEICIS, B.B.; VIEIRA, H.D.; SILVA, R.F. da. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Clitorea ternatea* L. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, p.54-62, 2009.
- FRANÇA NETO, J. de B.; HENNING, A. A. **DIACOM**: Diagnóstico completo da qualidade da semente de soja. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1992. 22p. (Circular Técnica, 10).
- FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; PÁDUA, G.P.; COSTA, N.P.; HENNING, A.A. **Tecnologia da produção de sementes de soja de alta qualidade**. Londrina: Embrapa-CNPSo, 2007. (Circular Técnica, 40).
- FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; WEST, S. H.; MIRANDA, L. C. Soybean seed quality as affected by shriveling due to heat and drought stresses during seed filling. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 21, n. 1, p. 107-116, 1993.
- FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N.P. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES. 1999. p.8.5-1 - 8.5-28.
- FRANÇA NETO, J. de B.; HENNING, A. A. Qualidade fisiológica da semente. **Qualidade fisiológica e sanitária de semente de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1984. 39p. (EMBRAPA-CNPSo, Circular Técnica, 9).
- FERREIRA, R. L.; SÁ, M. E. Contribuição de etapas do beneficiamento na qualidade fisiológica de sementes de dois híbridos de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.32, n.4, p. 99-110, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222010000400011>.
- FESSEL, S. A.; SADER, R.; PAULA, R. C.; GALLI, J. A. Avaliação da qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de milho durante o beneficiamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 25, n. 2, p. 70-76, 2003. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222003000400010>.
- GIOMO, G. S. RAZERA, L. F. GALLO, P. B. Beneficiamento e qualidade de sementes de café arábica. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 2, p. 291-297, 2004.
- HENNING, A. A. Patologia e tratamento de sementes: noções gerais. 2. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 52p. (Embrapa Soja. Documentos, 264).
- KIRCHNER, J. H.; MATTIONI, N. M.; ROBAINA, A. D.; PEITER, M. X.; BAZOTTO, F.; MEZZOMO, W.; Qualidade física, fisiológica e danos mecânicos nas etapas do beneficiamento de sementes de soja. **Revista Tecnologia e Ciência Agropecuária**. João Pessoa, v.8, n.2, p.15-20, 2014. Disponível em: <http://revistatca.pb.gov.br/edicoes/volume-08-2014/volume-8-numero-2-junho-2014/tca8210.pdf>> Acesso em: 08 abr. 2017.
- KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; COSTA, N.P. Teste do hipoclorito de sódio para semente de soja. Londrina: **Embrapa**, 2004. 4p. (Circular Técnica, 37).
- LOPES, M. M.; PRADO, D. O. M.; SADER, R.; BARBOSA, R. M. Efeitos dos danos mecânicos e fisiológicos na colheita e beneficiamento de sementes de soja. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 27, n. 2, p.230-238, 2011. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/viewFile/7123/7228>>. Acesso em: 05 abr. 2017.
- NERLING, D.; COELHO, C. M. M.; MAZURKIÉVICZ, J.; NODARI, R. O. Qualidade física e fisiológica de sementes de milho durante o beneficiamento. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. Lages, v. 13, n.3, p.238-246, 2014. Disponível em: [http://www.revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/5695/pdf\\_37](http://www.revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/5695/pdf_37)>. Acesso em: 08 abr. 2017.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes - ABRATES, 2015. 659p.
- MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 1-21.
- SILVA, J.S.; DONZELES, S.M.; AFONSO, A.D.L. **Qualidade dos grãos**. Viçosa, Engenharia na Agricultura, v. 2, n. 6, p.1-29, 1992. (Caderno Didático).
- STEINER, F.; OLIVEIRA, S. S. C.; MARTINS, C. C.; CRUZ, S. J. S. Comparação entre métodos para a avaliação do vigor de lotes de sementes de triticale. **Ciência Rural**, v. 41, n. 2, p. 200-204, 2011.

Amaral et al. (2018)

VAUGHAN, C.E.; GREGG, B.R.; DELOUCHE, J.C. **Beneficiamento e manuseio de sementes**. Brasília: Editora Agiplan. 1976. 195p.

VIEIRA, A. R.; OLIVEIRA, J.A.; VIEIRA, M.G.G.C.; REIS, M.S. Avaliação da eficiência de máquinas utilizadas no beneficiamento de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 187-192, 1995.