



**THULIO GONÇALES CARDEAL NAVES**

**DANOS MECÂNICOS E A QUALIDADE FISIOLÓGICA NO  
PROCESSO DE BENEFICIAMENTO DE SEMENTES DE  
SOJA DE DIFERENTES TAMANHOS**

**LAVRAS – MG  
2019**

**THULIO GONÇALES CARDEAL NAVES**

**DANOS MECÂNICOS E A QUALIDADE FISIOLÓGICA NO PROCESSO DE  
BENEFICIAMENTO DE SEMENTES DE SOJA DE DIFERENTES TAMANHOS**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Everson Reis Carvalho  
Orientador

Msc. Leandro Vilela Reis  
Co-orientador

**LAVRAS - MG  
2019**

**THULIO GONÇALES CARDEAL NAVES**

**DANOS MECÂNICOS E A QUALIDADE FISIOLÓGICA NO PROCESSO DE  
BENEFICIAMENTO DE SEMENTES DE SOJA DE DIFERENTES TAMANHOS**

**MECHANICAL DAMAGE AND PHYSIOLOGICAL QUALITY IN THE  
PROCESSING OF SOYBEAN SEEDS FROM DIFFERENT SIZES**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 21 de novembro de 2019.

Dra. Heloisa Oliveira dos Santos UFLA

Msc. Debora Kelli Rocha UFLA

Prof. Dr. Everson Reis Carvalho  
Orientador

Msc. Leandro Vilela Reis  
Co-orientador

**LAVRAS - MG  
2019**

*Deus, minha fortaleza...*

*Aos meus pais Paulo Henrique Cardeal Naves e Consuelo Gonçales Lavez Naves, e também a todos que contribuíram de alguma maneira para a conclusão dessa etapa.*

***Dedico***

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, primeiramente por ter me dado força e fé para que não deixasse desistir ao decorrer do curso.

Aos meus pais Paulo Henrique Cardeal Naves e Consuelo Gonçalves Lavez Naves por todo apoio, paciência e dedicação que tiveram comigo ao longo desses anos.

Aos meus irmãos Thiago Gonçalves Cardeal Naves e Thais Gonçalves Lavez Naves deixo meus agradecimentos devido á todos os conselhos e auxílio nas dificuldades encontradas durante a graduação.

Especialmente agradeço a República Pé-de-Cana por ter me concedido todas amizades, aprendizados, novas experiências, respeito e a oportunidade de conviver diariamente com pessoas que ao decorrer dos anos se tornaram verdadeiro irmãos.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) pelas oportunidades de aprendizado e ensinamentos dessa renomada instituição de ensino.

Ao departamento de agricultura e ao setor de sementes pela disponibilidade de suas instalações para realização do experimento.

À empresa Valiosa Sementes por todo apoio e disponibilidade de sua UBS para realização das coletas do experimento.

Aos membros da banca examinadora pelas contribuições para este trabalho.

Agradeço também aos professores do Setor de Sementes e todas as pessoas que pude ter a oportunidade e prazer de trabalhar e que conseqüentemente de alguma maneira contribuíram para minha formação. Em especial ao meu orientador, professor Everson Reis Carvalho, e ao grande amigo Leandro Vilela Reis que me auxiliaram sem medir esforços durante todo o trabalho de conclusão de curso.

**OBRIGADO A TODOS!**

## RESUMO

O beneficiamento é um componente fundamental para o processo de produção de sementes de soja, com o propósito de aprimorar a qualidade do lote de sementes através das operações de remoção de materiais indesejáveis, como impurezas, sementes malformadas, deterioradas e danificadas, além da classificação das sementes em tamanhos uniformes. Durante os processos de beneficiamento, o dano mecânico é uma das causas da perda de qualidade da semente, assim o controle de qualidade ao longo desse processo é essencial. O objetivo neste trabalho foi avaliar a incidência de danos mecânicos e a qualidade fisiológica ao longo de algumas etapas do processo de beneficiamento de sementes de soja, classificadas em diferentes tamanhos. Foram amostradas sementes da cultivar de soja M6410IPRO, em uma usina de beneficiamento de sementes (escala industrial) localizada no município de Nazareno, Minas Gerais. O experimento foi conduzido em arranjo fatorial 5 x 2, envolvendo cinco pontos de amostragem ao longo das etapas de beneficiamento e 2 classificações de sementes por tamanho, com 3 repetições. As amostras foram coletadas no fluxo de beneficiamento em intervalos regulares de 30 minutos nos seguintes pontos: saída da máquina padronizadora (classificador de peneira plana), entrada na mesa densimétrica (após elevador), saída da mesa densimétrica bica superior, saída da mesa densimétrica bica média e saída da mesa densimétrica bica inferior, para sementes classificadas nos tamanhos 6,5 e 5,5 mm. As sementes foram avaliadas por meio dos testes de germinação, envelhecimento acelerado, vigor determinado pelo teste de tetrazólio (TZ 1-3), dano mecânico por hipoclorito de sódio e danos mecânicos letais (TZ 6-8). A mesa densimétrica é eficiente na separação de sementes com danos mecânicos e diferentes níveis de vigor, descartando as sementes com maior porcentagem de danos mecânicos e conseqüentemente menos vigorosas na bica inferior. Nesse ponto também foi constatado maior porcentagem de sementes em que o dano mecânico provocou a inviabilidade. Foram verificadas maiores incidências de danos mecânicos em sementes maiores e conseqüentemente menor vigor dessas sementes, porém não houve diferença na germinação.

**Palavras-chave:** *Glycine max.* UBS. Vigor.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	7
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	8
<b>2.1. Importância e mercado da soja</b> .....	8
<b>2.2. Qualidade da semente de soja</b> .....	11
<b>2.3. Beneficiamento de semente de soja</b> .....	13
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	15
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	18
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	25
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	26

## 1. INTRODUÇÃO

A soja destaca-se como uma das principais “*commodities*” produzidas e comercializadas no mundo. O agronegócio brasileiro é responsável por grande parte da produção mundial desta cultura e também por impulsionar o crescimento do mercado devido à grande importância do complexo da soja para o setor de exportação do país (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - FIESP, 2018). A soja é o grão mais produzido no país com uma produção de 120,4 milhões de toneladas, sendo o Brasil um dos maiores produtores mundiais, com aproximadamente 36,57 milhões de hectares plantados (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2019). E para semear toda essa área com semente de qualidade é necessário um setor sementeiro muito bem estruturado.

A indústria sementeira brasileira movimentou nos últimos anos em média 10 bilhões de reais por ano, sendo 37% deste valor obtido com a produção de sementes de soja (TREICHEL; CARVALHO; BELING, 2016). Para atender a atual demanda de sementes, assegurando o estabelecimento de estande correto e plantas de alto desempenho que contribuam para o aumento da produtividade de grãos, a utilização de sementes de alta qualidade é primordial (KRZYZANOWSKI et al, 2015).

O controle da qualidade assume importância fundamental para assegurar a obtenção de sementes de alto vigor, quer seja na fase de campo ou nas etapas de processamento das sementes (KRZYZANOWSKI et al., 2006). A qualidade das sementes reflete diretamente no desenvolvimento da cultura gerando plantas de elevado vigor e uniformidade de população (SILVA; LAZARINI; SÁ, 2010), fatores esses que podem influenciar diretamente na produtividade (BAGATELI et al., 2019).

O beneficiamento é componente fundamental em qualquer programa de produção de sementes e tem como objetivo aprimorar a qualidade do lote de sementes através das operações de remoção de materiais indesejáveis, como impurezas, sementes de plantas daninhas, sementes malformadas, deterioradas, danificadas e as atacadas por fungos e insetos, e também classificação das sementes em tamanhos uniformes (PESKE; LUCCA FILHO; BARROS, 2006). De acordo com Dechamps (2006) a separação se torna possível quando existem diferenças de características físicas entre as sementes e o material indesejável. Assim, o beneficiamento se corretamente realizado, pode favorecer características de qualidade aos lotes de sementes, sejam na melhoria da qualidade física, fisiológica ou sanitária.

Todavia, durante os processos de beneficiamento, o dano mecânico é uma das causas da perda de qualidade da semente, portanto o controle de qualidade ao longo desse processo é essencial (JUVINO et al., 2014). Em estudo dos danos mecânicos ocorridos no beneficiamento de sementes de soja e suas relações com a qualidade fisiológica, Oliveira, Sader e Krzyzanowski (1999) concluíram que os danos mecânicos podem ocorrer em cada ponto do beneficiamento e são cumulativos; mas o beneficiamento de sementes de soja pode aprimorar a qualidade de um lote, refletindo na germinação e vigor; dependendo da qualidade inicial do lote.

Durante o processo de beneficiamento é realizada a operação de classificação da semente por tamanho. Sendo esse procedimento realizado no Brasil em sementes de soja há vários anos, essa é uma técnica importante uma vez que a padronização por tamanho das sementes resulta em um incremento da precisão de semeadura, o que facilita a obtenção da população de plantas desejada (KRZYZANOWSKI; FRANÇA NETO; COSTA, 1991).

Segundo Marcos Filho (2013) o embrião da semente de soja é protegido por um tegumento relativamente frágil, o eixo embrionário é superficial e suscetível a injúrias mecânicas provocadas por outros agentes externos demonstrando que a semente pode sofrer injúrias mecânicas durante as etapas do beneficiamento. Outro fator que pode afetar a incidência de danos mecânicos e assim a qualidade das sementes no processo de beneficiamento é o tamanho das sementes (MOREANO et al., 2013; 2018).

No entanto informações que correlacionem a ocorrência de danos mecânicos com o tamanho e qualidade fisiológica das sementes de soja em diferentes pontos do beneficiamento são escassas, necessitando de trabalhos para avaliar e elucidar essas relações importantes tanto para o processo de melhoramento quanto para a produção de sementes. Sendo assim, o objetivo neste trabalho foi avaliar a incidência de danos mecânicos e a qualidade fisiológica ao longo de etapas do processo de beneficiamento, após a padronização por tamanhos de sementes de soja.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. Importância e mercado da soja**

A soja (*Glycine max* L. Merrill) tem seu centro de origem no continente asiático, na costa leste. Há milênios, vem sendo usada na alimentação humana. (SILVA, 2009).

A espécie foi introduzida no continente americano via Estados Unidos da América, sendo utilizada inicialmente como forrageira. No Brasil, os primeiros cultivos foram efetuados em São Paulo e no Rio Grande do Sul, onde a planta encontrou efetivas condições para se desenvolver (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2011).

A cultura da soja destaca-se como uma das principais “*commodities*” produzidas e comercializadas no mundo. O agronegócio brasileiro é responsável por grande parte da produção mundial desta cultura, estando entre os principais produtores juntamente com os Estados Unidos, e destacando-se também como um dos maiores exportadores do mundo com aproximadamente 84 milhões de toneladas na última safra. Além de impulsionar o crescimento do mercado brasileiro devido à grande importância do complexo da soja para o setor de exportação do país (FIESP, 2018).

Segundo o décimo segundo levantamento de produtividade de grãos realizado pela Companhia Nacional de Abastecimento, o Brasil produziu 119,28 milhões de toneladas na safra de 2017/18 (CONAB, 2018). Os números atualizados da safra 2018/2019 de grãos, divulgados pela Conab, confirmam a produção recorde, onde foram colhidos no país 120,4 milhões de toneladas (CONAB, 2019).

O Brasil aumentou sua participação no mercado internacional, destacando-se como grande produtor e exportador de soja. A soja é uma das principais fontes de divisas para o Brasil no setor agrícola, sendo a cultura que ocupa a maior área. Na safra 2018/19 a área cultivada com soja foi 35 milhões de hectares (CONAB, 2019). O crescimento na produção de soja no Brasil também é estimulado pelo aumento da demanda do grão, que em média contém 40% de proteína e 20% de óleo, caracterizando assim uma excelente fonte de proteína e energia para utilização na alimentação humana e animal, além da manufatura de diversos produtos e matéria prima para biocombustíveis (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS - ABRASEM, 2011).

O sucesso na produção da cultura da soja está relacionado à capacidade competitiva associada aos avanços científicos e à disponibilização de tecnologias ao setor produtivo (HUNGRIA et al., 2005), bem como pela correta utilização das diversas práticas culturais. Dentre os insumos do setor agrícola, a semente de alta qualidade ocupa papel fundamental em todo sistema de produção (COSTA et al., 2011). Neste contexto, a base que sustenta todo o processo produtivo é a semente, sendo o incremento na produtividade e na produção nacional viabilizado pelas tecnologias difundidas pelo uso deste importante insumo (MENEGHELLO; PESKE, 2013).

Os principais fatores que alavancam a soja no país estão associados a adoção de novas tecnologias pelos agricultores, sejam elas, a alta qualidade da semente utilizada, manejo da fertilidade do solo, material genético, transgenia, manejo de pragas e doenças, na mecanização, entre outras. Algumas das tecnologias são veiculadas por meio das sementes, caracterizando-se assim como um dos principais insumos, por isso a qualidade das mesmas está cada vez mais requerida e valorizada.

No Brasil são utilizados anualmente mais de um milhão de toneladas de sementes de soja, cujo setor movimenta mais de dois bilhões de reais por ano, envolvendo mais de 200.000 pessoas, cerca de 500 produtores de sementes e mais de 15 programas de melhoramento (MENEGHELLO; PESKE, 2013). Estimulada pelo avanço de transgênicos no país, a produção de sementes certificadas cresceu nas últimas safras, e a produção de sementes soja alcançou 3.069.575 de toneladas segundo estatísticas de produção realizado pela ABRASEM e publicados no anuário de 2018. As sementes certificadas são produzidas para o mercado, com garantia de parâmetros de qualidade, procedência e cobrança de “royalties” pelas tecnologias embarcadas. No Brasil, disputam espaço com as chamadas sementes "salvas", que são guardadas pelos próprios produtores rurais de uma safra para outra (TAVARES et al., 2016).

Nota-se que o crescimento do plantio utilizando semente certificada é significativo, entretanto, ainda há uma alta taxa de utilização de sementes “piratas” ou “salvas”, de aproximadamente 30% em âmbito nacional, em especial, no caso da cultura da soja. O fato é que com a utilização de sementes certificadas, a produtividade no Brasil tem aumentado a cada ano, contribuindo para uma mudança de postura do produtor durante o planejamento da safra (TAVARES et al., 2016).

O mercado de sementes de soja no Brasil correspondeu a 37% do mercado total de sementes brasileiro, sendo que o mercado de sementes movimentou nos últimos anos em média 10 bilhões de reais por ano (TREICHEL; CARVALHO; BELING, 2016). O Estado de Minas Gerais ocupa posição de destaque no mercado nacional de sementes de soja, com produção de aproximadamente 812.864 toneladas de sementes de soja na safra 2017/18, o que representou 26,5% da produção nacional de sementes de soja (ABRASEM, 2018). Nos últimos anos tem se observado incremento na área semeada com esta leguminosa, principalmente na região Sul do estado de Minas Gerais que direciona o interesse para a cultura da soja pelos preços atrativos oferecidos aos produtores (GESTEIRA et al., 2015). Para atender a atual demanda de sementes, assegurando o estabelecimento de estande correto

e plantas de alto desempenho que contribuam para o aumento da produtividade de grãos, a utilização de sementes de alta qualidade é primordial (KRZYZANOWSKI et al., 2015).

## **2.2. Qualidade da semente de soja**

As sementes são responsáveis por grande parte da evolução da agricultura brasileira, bem como pelo sucesso de qualquer empreendimento agrícola que se baseia na exploração comercial de cultivos vegetais que requerem a utilização de sementes de qualidade, com isso, vem o empenho e os esforços por parte da indústria sementeira para a produção de sementes de alta qualidade que é a base para o sucesso da lavoura (BOTELHO et al., 2010).

A utilização de sementes de qualidade possui vantagens como a formação de lavoura sem falhas e com população de plantas adequada; melhor uniformidade, o que também facilita a colheita. O uso de sementes certificadas é recomendado, uma vez que o campo de produção de sementes tem que atender a determinados padrões que garantem boa qualidade. Devem ser adquiridas sementes produzidas por empresas credenciadas e registradas, isto é, que tenham certificado de garantia (VALENTINI; OLIVEIRA; FERREIRA, 2008).

A base das altas produtividades conquistadas nas lavouras de soja no Brasil está diretamente interligada com o sucesso do estabelecimento das plantas no campo, que dependem principalmente de sementes com alta qualidade e do manejo racional, ou seja, sementes com potencial de produzir plantas produtivas e vigorosas, de maneira uniforme e no menor intervalo de tempo possível, para que dessa forma as plantas possam expressar ao máximo seu potencial genético (BOTELHO, 2012). Na agricultura uma das principais causas da baixa produtividade, é a falta de qualidade da semente que, conseqüentemente, afeta o estante inicial (TEKRONY; EGLI, 1991).

A qualidade da semente é definida como o somatório dos atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que afetam a capacidade de originar plantas normais e produtivas. A qualidade física compreende a pureza física e a condição física da semente. Já a qualidade fisiológica da semente é a capacidade que a semente possui para desenvolver funções vitais que envolvam a germinação, o vigor e a longevidade (MARCOS FILHO, 2015). Os atributos genéticos estão diretamente ligados com a pureza genética e varietal das sementes, que é a garantia de uma lavoura uniforme em seus caracteres agronômicos (SCHUSTER et al., 2004). Se tratando do atributo sanitário, a qualidade sanitária de um lote de sementes é determinada pelo grau de ocorrência de microrganismos e insetos que causam doenças ou danos as

sementes, que são transmitidos pela mesma, e são capazes de causar problemas e reduções na produtividade das culturas no campo (ABREU; BIAVA, 2005).

A produção de sementes de soja com alta qualidade é fundamental para a obtenção de sementes com os padrões mínimos exigidos para a comercialização garantindo estandes ideais, os quais determinam, sobremaneira, a produtividade de grãos (MENEZES, 2008). Neste sentido a utilização de procedimentos eficientes para a produção, comercialização e utilização de lotes de sementes de alta qualidade têm sido o principal objetivo da tecnologia de sementes (SANCHES, 2015). O conhecimento sobre os fatores que afetam a produção e qualidade de sementes durante o processo produtivo são de fundamental importância (FESSEL et al., 2010).

Segundo Silveira e Vieira (1982) a qualidade final da semente depende do cuidado em manter durante o beneficiamento e o armazenamento a qualidade obtida no campo, minimizando as injúrias que ocorrem durante o processamento, principalmente as injúrias mecânicas. A capacidade de uma semente de produzir uma planta normal pode ser reduzida ou anulada por injúrias mecânicas causadas durante o beneficiamento (GREGG et al., 1970).

A elevada qualidade das sementes é um componente do marketing explorado por diversas empresas. A indústria de sementes atualmente faz uso extensivo da informação sobre o vigor das sementes em seus programas de controle de qualidade, utilizando os resultados de várias formas, incluindo para estabelecer os níveis mínimos de qualidade que as sementes precisam alcançar para serem comercializadas (FRANÇA NETO et al., 2016).

A baixa qualidade da semente afeta o vigor das plântulas, o estande e conseqüentemente a produtividade. Scheeren et al. (2010), os quais verificaram que as plantas provenientes de sementes de soja de elevado vigor apresentaram maior altura até 75 dias após a semeadura e que a produtividade por área dos lotes de alto vigor pode ser 9% superior aos de baixo vigor, confirmando a relevância da utilização de sementes com alta qualidade. Sementes com alta qualidade refletem diretamente no estabelecimento da cultura, proporcionando alto vigor das plantas, ausência de doenças transmitidas via sementes, uniformidade de população e maior produtividade, sendo que cada ponto porcentual de aumento no nível de vigor dos lotes pode resultar num acréscimo de até 28 kg.ha<sup>-1</sup> no rendimento de grãos (BAGATELI et al., 2019).

### **2.3. Beneficiamento de semente de soja**

Visando o aprimoramento da qualidade dos lotes de sementes, é feito o beneficiamento, que envolve o transporte das sementes por diversas máquinas e, ou, equipamentos para, a limpeza, a classificação, a separação, o tratamento e a embalagem das sementes, sendo as sementes posteriormente armazenadas e destinadas à comercialização (VANZOLINI et al., 2000).

A qualidade do produto final (sementes) está diretamente associada à habilidade do beneficiador em remover o material inerte, sementes de plantas daninhas e sementes de outras culturas, assim como evitar mistura mecânica com sementes de outras cultivares. Esta habilidade do beneficiador para prestar estes serviços depende da disponibilidade da combinação adequada do equipamento de limpeza e separação, da disposição das máquinas na unidade de beneficiamento de sementes (UBS), bem como da perícia e técnica do operador (WELCH, 1973).

O beneficiamento é componente fundamental em qualquer programa de produção de sementes e tem como objetivo, aprimorar a qualidade do lote de sementes dando condições de ser utilizado pelos produtores e de atender aos padrões mínimos de comercialização que são pré-estabelecidos pelas normas legais vigentes (BAUDET; VILLELA; CAVARIANI, 1999).

O processo de beneficiamento visa aprimorar a qualidade dos lotes de sementes através das operações de remoção de materiais indesejáveis como impurezas, sementes de invasoras, sementes imaturas, mal formadas e deterioradas, e as atacadas por fungos e insetos. De acordo com Dechamps (2006) a separação se torna possível quando existem diferenças de características físicas entre as sementes e o material indesejável. Assim o beneficiamento pode favorecer características de qualidade aos lotes de sementes, sejam na melhoria da qualidade física, fisiológica ou sanitária.

A sequência de máquinas depende da espécie de semente que está sendo beneficiada, da natureza e da espécie de impurezas, da quantidade de cada componente no lote e dos padrões de sementes que deverão ser obedecidos (VAUGHAN; GREGG; DELOUCHE, 1976). Geralmente, para o beneficiamento de semente de soja são utilizados equipamentos de pré-limpeza, secagem, máquina de ar e peneiras, separador em espiral, padronizadora por tamanho e mesa de gravidade (FRANÇA NETO et al., 2016). Os equipamentos de transporte (elevadores e correias transportadoras) devem ser bem escolhidos e dimensionados, pois afetam diretamente a qualidade das sementes e podem aumentar ou não os danos mecânicos

(OLIVEIRA; SADER; KRZYZANOWSKI, 1999), afetam o desempenho industrial e permitem ou impedem a ocorrência de mistura mecânica.

As etapas utilizadas na unidade de beneficiamento de sementes se iniciam com a entrada da semente pelas moegas, passando a seguir, pela máquina de pré-limpeza para a remoção das impurezas grosseiras e menores que a semente. As sementes recém colhidas, vindas do campo, podem muitas vezes apresentar um teor de umidade inadequado, então há necessidade do emprego da secagem para reduzir a umidade da massa das sementes, tornando-a própria para o armazenamento e também facilitar as operações durante o beneficiamento.

A máquina de ar e peneiras (MAP) tem como bases de separação de acordo com as diferenças de tamanho (largura e espessura) e o peso específico das sementes e do material indesejável (VAUGHAN; GREGG; DELOUCHE, 1976). A MAP deve ter uma alimentação contínua, com a semente distribuída uniformemente sobre a largura total da primeira peneira. O sistema de separação por ar dessa máquina deve ser perfeitamente ajustado, para remover toda impureza leve. Caso isso não ocorra, haverá acúmulo de palha no centro dos espirais, o que comprometerá a função desse equipamento (FRANÇA NETO et al., 2016).

O separador por espiral, usado principalmente em soja por seu formato, é constituído por uma ou mais lâminas de metal espiralado ao redor de um eixo central disposto verticalmente, tem a função de realizar uma limpeza mais precisa e selecionada. A máquina padronizadora por tamanho classifica a semente por diâmetros no caso da soja com classificação em intervalos de 0,5 mm ou 1mm. A última etapa consiste na passagem da semente padronizada por tamanho pela mesa de gravidade, cujo princípio de funcionamento se baseia na separação das sementes pela diferença em massa específica, que no sistema métrico decimal equivale à densidade, se constitui numa superfície perfurada que permite a passagem de uma corrente de ar, geralmente de baixo para cima, ajustado para levantar as sementes mais leves que pela ação da gravidade se deslocam para a parte mais baixa da mesa, enquanto as sementes mais pesadas permanecem em contato com a superfície da mesa sendo deslocadas para a parte alta da mesa (PESKE; BAUDET, 2003).

Durante os processos de beneficiamento, o dano mecânico é uma das causas da perda de qualidade da semente de soja (FAGUNDES, 1971; POPINIGIS, 1972). A semente de soja é suscetível à danificação de natureza mecânica, uma vez que o eixo embrionário está situado sob tegumento pouco espesso, que praticamente não oferece proteção (OLIVEIRA; SADER; KRZYZANOWSKI, 1999). Estudo realizado por Copeland (1972) destaca que o dano mecânico ocorrido no beneficiamento inadequado pode acarretar redução na germinação na

ordem de 30%. Segundo Moore (1974), os efeitos latentes do dano mecânico, expressos por amassamento, produzem lesões que podem servir como meio de entrada para patógenos que afetariam a sanidade e a conservação das sementes durante o armazenamento. Em estudo dos danos mecânicos ocorridos no beneficiamento de sementes de soja e suas relações com a qualidade fisiológica, Oliveira, Sader e Krzyanowski (1999) concluíram que os danos mecânicos podem ocorrer em cada ponto do beneficiamento e são cumulativos; mas o beneficiamento de sementes de soja se bem conduzido pode aprimorar a qualidade de um lote, assim refletindo na germinação e vigor; dependendo da qualidade inicial e da cultivar.

Em trabalho realizado com sementes de soja, Risse et al. (1991) concluíram que os lotes contendo sementes mecanicamente danificadas e que sofreram danos por estiagem, melhoraram sua qualidade física quando separadas nas sequências das máquinas de ar e peneiras – separador de espiral – mesa de gravidade, porém havendo uma alta taxa de descarte.

Moreano et al. (2013; 2018) estudando o efeito do processo de beneficiamento na qualidade física e fisiológica de sementes de soja, observaram que os danos mecânicos são mais detectados em sementes de soja maiores. No entanto, há escassez de trabalhos que correlacionem a incidência de danos mecânicos e a qualidade das sementes durante o processo de beneficiamento em função de seu tamanho.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

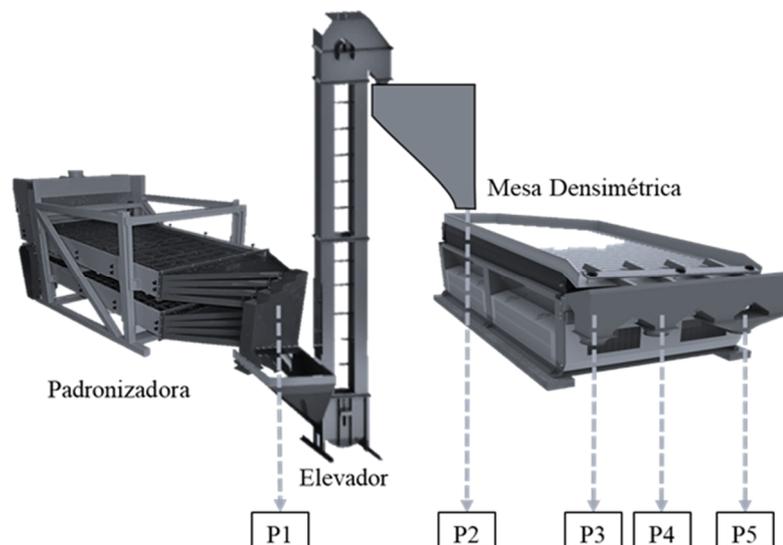
O experimento foi conduzido em uma Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS) (escala industrial), da empresa Valiosa Sementes, localizada no município de Nazareno, Minas Gerais. As análises das sementes foram conduzidas no Laboratório Central de Sementes do Departamento de Agricultura (DAG) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais.

Utilizou-se um lote de semente da cultivar de soja Monsoy M6410IPRO, produzida no campo de produção de sementes da empresa proprietária da UBS na safra 2018/19.

Durante o beneficiamento, que ocorreu em junho 2019, foram coletadas três amostras (repetições) no fluxo de beneficiamento em intervalos regulares de 30 minutos durante o beneficiamento do lote, para sementes classificadas nos tamanhos 6,5 mm e 5,5 mm na padronizadora com peneiras de crivo circular, nos seguintes pontos: saída da máquina padronizadora (classificador de peneira plana), entrada na mesa densimétrica (após elevador entre padronizadora e densimétrica), saída da mesa densimétrica bica superior, saída da mesa

densimétrica bica média e saída da mesa densimétrica bica inferior, conforme representado na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma ilustrativo dos pontos de amostragem nas etapas do processamento de sementes de soja em uma unidade de beneficiamento de sementes.



Pontos de Amostragem*	Etapas do Processamento de Sementes de Soja
P1	Saída da máquina padronizadora (classificador de peneira plana)
P2	Entrada na mesa densimétrica (após passagem pelo elevador)
P3	Saída da mesa densimétrica bica superior
P4	Saída da mesa densimétrica bica média
P5	Saída da mesa densimétrica bica inferior

\*Amostras coletadas independentemente nos diferentes pontos para sementes classificadas nos tamanhos de 6,5 e 5,5 mm.

As amostras das sementes foram acondicionadas em sacos de papel e armazenadas em temperatura ambiente até a realização dos seguintes testes:

**Germinação:** Foram utilizadas duas repetições de 50 sementes para cada repetição de amostragem na UBS. A semeadura foi realizada em substrato rolo de papel para germinação, umedecidos com 2,5 vezes o peso do substrato papel em água destilada, e foram mantidos em germinador à 25 °C, por um período de 8 dias. As avaliações foram realizadas aos 5 e 8 dias após a semeadura, seguindo as prescrições contidas nas Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

*Envelhecimento acelerado:* O método utilizado foi o da caixa plástica tipo gerbox adaptada, contendo 40 ml de água e uma camada única de sementes cobrindo toda a tela suspensa. Posteriormente, essas caixas foram colocadas em câmara tipo BOD a 42°C por 48 horas (MARCOS FILHO, 1999). Após, duas repetições de 50 sementes para cada repetição de amostragem na UBS foram colocadas para germinar conforme metodologia descrita para o teste de germinação (BRASIL, 2009), e a avaliação foi realizada cinco dias após a semeadura, com os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

*Incidência de danos mecânicos:* Foi estimada através do teste de imersão em hipoclorito de sódio. Utilizou-se duas replicatas de 100 sementes para cada repetição de coleta na UBS, colocadas em copo plástico e cobertas com solução de hipoclorito de sódio a 0,13%, durante 10 minutos; após este período, as sementes foram distribuídas sobre folhas de papel-toalha, procedendo-se à contagem do número de sementes entumecidas. Os resultados foram expressos em porcentagem de danos mecânicos (KRZYZANOWSKI; FRANÇA NETO; COSTA, 2004).

*Teste de tetrazólio (TZ):* Foram utilizadas 100 sementes (2 replicatas com 50 sementes cada) para cada repetição de amostragem na UBS. Para o pré-umedecimento as sementes foram colocadas entre papel úmido por 16h a 25°C. Para a coloração foi utilizado o sal 2, 3, 5 trifenil cloreto de tetrazólio a 0,075%, onde as sementes ficaram por 3h a 40°C, na ausência de luz. Ao final do período de coloração, a solução foi descartada e as sementes foram lavadas em água corrente e mantidas submersas até o final da avaliação para evitar que ficassem ressecadas. O resultado foi expresso pela porcentagem de sementes vigorosas (verificados nos níveis 1 a 3) e sementes inviáveis devido a danos mecânicos letais (verificados nos níveis 6 a 8), conforme metodologia proposta por França Neto, Krzyzanowski e Costa (1998).

*Delineamento e Análise estatística:* O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 2 x 5, cujos fatores foram duas classificações de sementes por tamanho (Diâmetros 6,5 e 5,5mm) e cinco pontos de amostragem ao longo das etapas de beneficiamento, com três repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) com auxílio do software estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2014) a 5% de probabilidade, pelo teste F, e quando pertinente, as médias foram agrupadas com o uso do teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). Quando necessário os dados foram transformados em  $(x + 1)^{1/2}$ .

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis estudadas ao longo do trabalho foram danos mecânicos determinados pelo teste de hipoclorito de sódio (D.M.HIP.), danos mecânicos letais determinados pelo teste de tetrazólio (TZ 6-8) (D.M.TZ), vigor determinado pelo teste de tetrazólio (TZ 1-3) (VIG.), germinação (GERM.) e envelhecimento acelerado (E.A.).

Na Tabela 1 encontra-se o resumo da análise de variância. Nota-se interação entre tamanho de semente e pontos de amostragem ao longo do fluxo de beneficiamento de semente somente para variável dano mecânico determinado pelo teste de hipoclorito de sódio. As variáveis danos mecânicos letais determinados pelo teste de tetrazólio, vigor determinado pelo teste de tetrazólio e envelhecimento acelerado apresentaram significância isolada para ambos os fatores estudados, no caso tamanho de semente e pontos de amostragem ao longo do fluxo de beneficiamento. Já para a variável germinação foi observado somente significância nos pontos coletados ao longo do fluxo de beneficiamento, sendo tamanho de sementes não significativo.

Tabela 1 – Resumo da análise de variância dos resultados de danos mecânicos determinados pelo teste de hipoclorito de sódio (D.M.HIP.), danos mecânicos letais determinados pelo teste de tetrazólio (D.M.TZ), vigor determinado pelo teste de tetrazólio (VIG.), germinação (GERM.) e envelhecimento acelerado (E.A.) em sementes de soja, cultivar M6410PRO, classificadas em diferentes tamanhos (6,5 e 5,5 mm) (T) obtidas de amostras coletadas em 5 diferentes pontos do fluxo de beneficiamento (P).

FV	GL	Quadrados médios				
		D.M.HIP. <sup>1</sup>	D.M.TZ <sup>1</sup>	VIG.	GERM.	E.A.
Tamanho (T)	1	3,2082*	0,8224*	56,0333*	4,8000	132,3000*
Pontos (P)	4	2,9287*	1,0064*	64,0333*	27,1333*	126,8333*
T*P	4	0,7301*	0,2819	5,0333	4,3000	14,4667
Resíduo	20	0,0599	0,1221	4,2000	6,7667	11,9000
CV (%)		11,77	20,56	2,19	2,73	3,90
Média <sup>2</sup>		3,97	2,17	93,70	95,27	88,50

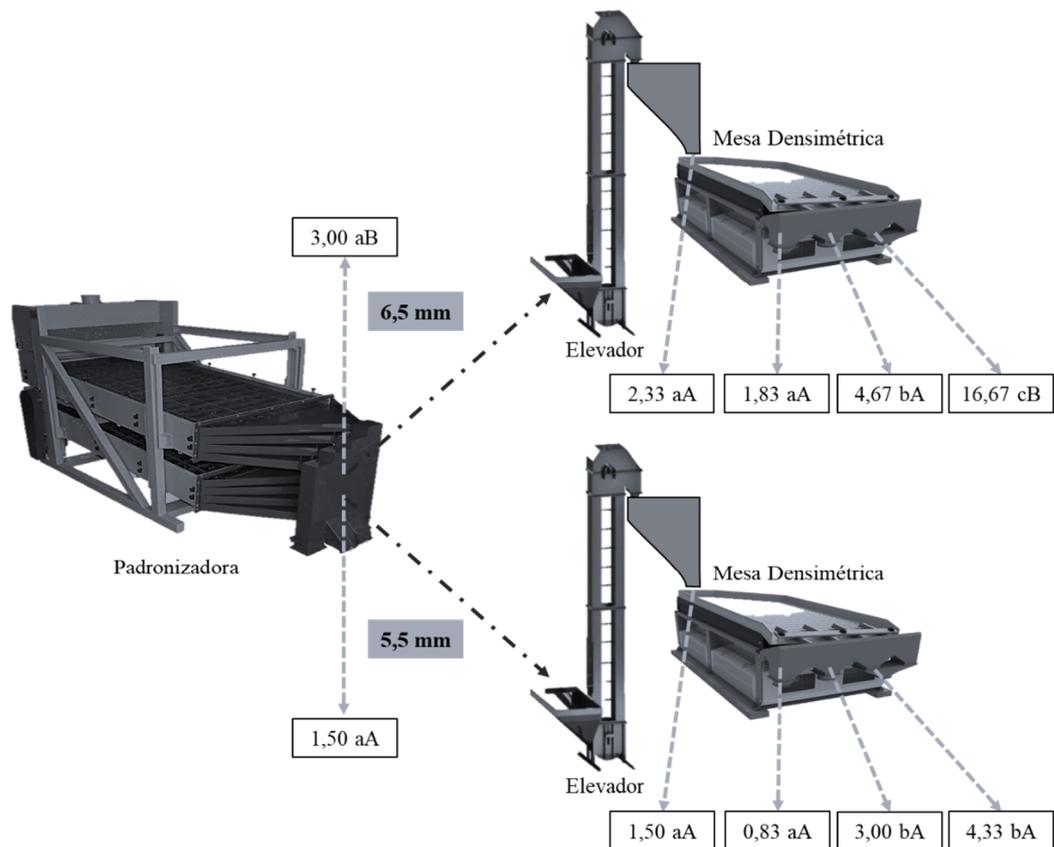
\*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F ( $p < 0,05$ ). <sup>1</sup>Dados transformados em  $(x + 1)^{1/2}$ .

<sup>2</sup>Média original.

Na Figura 2 é ilustrado a porcentagem média de danos mecânicos a partir do teste de hipoclorito de sódio em sementes da cultivar de soja M6410 IPRO classificadas em diferentes tamanhos. Observa-se que ao longo do processo de beneficiamento, a mesa densimétrica foi eficiente para separação de sementes com maior porcentagem de danos mecânicos, separando em três categorias nas bicas superior, média e inferior as sementes de 6,5 mm com menor, média e maior porcentagem de danos mecânicos respectivamente. Já para as sementes de 5,5

mm, a mesa densimétrica separou as sementes com menor porcentagem de danos na bica superior e maior porcentagem de danos nas bicas média e inferior. A remoção de sementes com menor massa específica e maior porcentagem de danos mecânicos por meio da mesa densimétrica, tem-se mostrado uma técnica eficiente no beneficiamento de sementes de diversas culturas, promovendo melhorias no desempenho fisiológico dos lotes de sementes (PEREIRA; ALBUQUERQUE; OLIVEIRA, 2012; MOREANO et al., 2013).

Figura 2 – Porcentagem média de danos mecânicos determinados pelo teste de hipoclorito de sódio em sementes da cultivar de soja M6410IPRO, classificadas em diferentes tamanhos (6,5 e 5,5 mm) obtidas de amostras coletadas em 5 diferentes pontos do fluxo de beneficiamento.



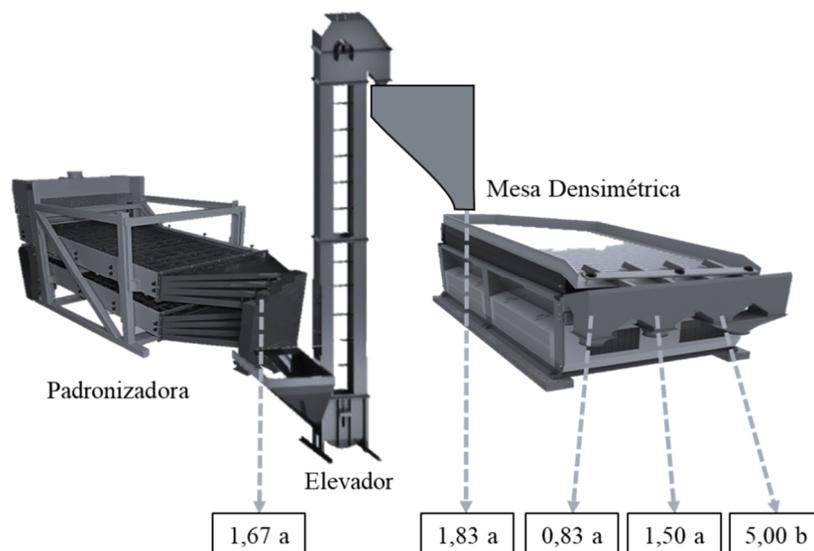
Médias seguidas de mesma letra minúscula ao longo do fluxo de beneficiamento e maiúscula entre tamanho de sementes não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5%. As médias originais foram apresentadas, mas os dados foram comparados em função dos dados transformados (Transformação em  $(x + 1)^{1/2}$ ).

Em relação ao tamanho de sementes é notória a maior concentração de danos mecânicos nas sementes maiores após a classificação na padronizadora e na bica inferior da mesa densimétrica. Estes resultados são consistentes com Krzyzanowski, França Neto e Costa (1991) que avaliando sementes de soja classificadas por tamanho observaram maiores taxas de danos mecânicos em sementes maiores. Moreano et al. (2018) também relataram que as sementes maiores tendem a ser mais afetadas pelos danos mecânicos.

Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), mesmo com a perfeita regulagem das máquinas, podem ocorrer danos em intensidades variáveis, ou seja, a sua ocorrência é inevitável. Tais danos são provocados por impactos nas sementes, em virtude de vários fatores, como teor de água e tensão aplicada na queda das sementes, dureza e características genótípicas do material, dentre outros (ANDRADE et al., 1999). Além disto, no caso da soja, a própria espécie possui características que propiciam a alta incidência de danos mecânicos, uma vez que as partes vitais do eixo embrionário, como radícula, hipocótilo e plúmula, estão situadas sob tegumento pouco espesso, o qual, praticamente, não lhe oferece proteção (FRANÇA NETO; HENNING, 1984).

A porcentagem média de danos mecânicos letais determinados pelo teste de tetrazólio (TZ 6-8) ilustrada na Figura 3, demonstra que somente na bica inferior da mesa densimétrica foi separada as sementes com maior porcentagem de danos, resultado semelhante ao observado para danos mecânicos determinados pelo teste de hipoclorito de sódio (FIGURA 2). Fato esse devido à mesa densimétrica separar as sementes pela sua massa específica e assim as sementes mais leves (“descarte”) serem eliminadas na bica inferior, mostrando eficiência desse equipamento em eliminar sementes com maior danificação mecânica, quando bem regulado.

Figura 3 – Porcentagem média de danos mecânicos letais determinados pelo teste de tetrazólio (TZ 6-8) em sementes da cultivar de soja M6410IPRO, obtidas de amostras coletadas em 5 diferentes pontos do fluxo de beneficiamento.

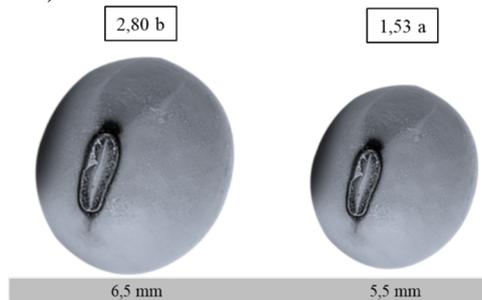


Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5%. As médias originais foram apresentadas, mas os dados foram comparados em função dos dados transformados (Transformação em  $(x + 1)^{1/2}$ ).

Oliveira, Sader e Krzyzanowski (1999) observaram que a remoção das sementes danificadas, por meio da mesa densimétrica, diminuiu assim a porcentagem de sementes inviáveis no lote, ao final do processo de beneficiamento.

Os danos mecânicos letais concentraram nas sementes de 6,5 mm em relação as de 5,5mm (FIGURA 4). Sementes maiores tem maior superfície de contato e são mais pesadas o que pode acarretar em sofrerem maior danificação mecânica nos processos de colheita e processamento durante a movimentação dessas. Moreano et al. (2018) estudando o efeito do processo de beneficiamento na qualidade física e fisiológica de sementes de soja, observaram que os danos mecânicos são mais detectados em sementes de soja maiores.

Figura 4 – Porcentagem média de danos mecânicos letais determinados pelo teste de tetrazólio (TZ 6-8) em sementes da cultivar de soja M6410IPRO, classificadas em diferentes tamanhos (6,5 e 5,5 mm) obtidas de amostras coletadas no fluxo de beneficiamento.



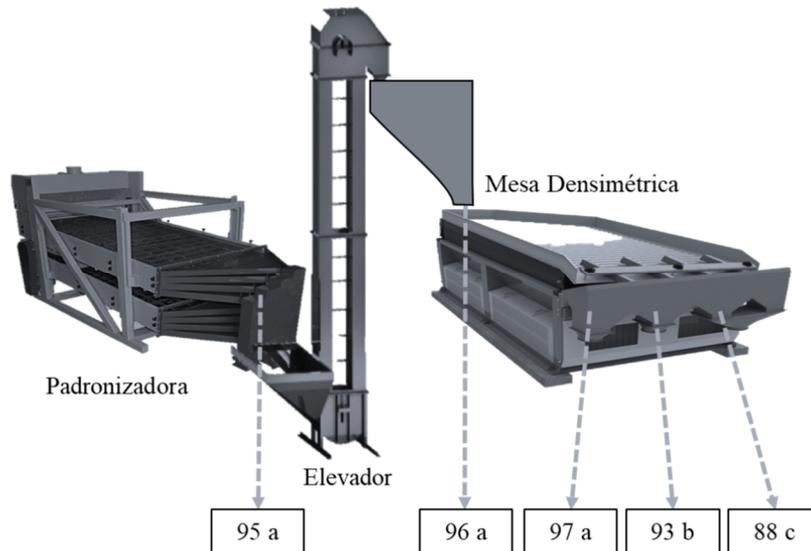
Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste F a 5%. As médias originais foram apresentadas, mas os dados foram comparados em função dos dados transformados (Transformação em  $(x + 1)^{1/2}$ ).

Pelos resultados da porcentagem média de vigor determinados pelo teste de tetrazólio (TZ 1-3) ao longo do processo de beneficiamento apresentados na Figura 5, observa-se que a mesa densimétrica foi eficiente para separação de sementes em relação ao vigor. Separando em três categorias nas bicas superior, média e inferior as sementes com maior, média e menor porcentagem de vigor respectivamente. Esse fato coincide com a separação também das sementes com danificação mecânica nesses pontos de amostragem, como apresentado anteriormente, sendo que as sementes com menor porcentagem de danos mecânicos, apresentaram maior vigor. Fato que reitera a importância do descarte da bica inferior, e dependendo da situação o repasse das sementes da bica média, para que assim o lote final tenha maior qualidade.

Na mesa densimétrica, as sementes de maior peso e maior qualidade fisiológica concentraram na bica superior, apresentando uma diminuição da qualidade à medida que as sementes migravam para as partes inferiores (FIGURA 5). Estes resultados são consistentes

com Amaral et al. (2012) que, separando sementes de canola por densidade, estratificou também a qualidade fisiológica.

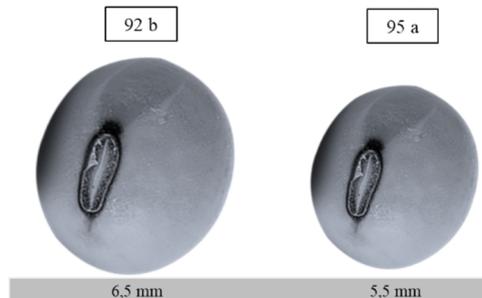
Figura 5 – Porcentagem média de vigor determinados pelo teste de tetrazólio (TZ 1-3) em sementes da cultivar de soja M6410IPRO, obtidas de amostras coletadas em 5 diferentes pontos do fluxo de beneficiamento.



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5%.

Sementes de 5,5 mm apresentaram maior vigor em relação as sementes maiores (6,5 mm) (FIGURA 6). As sementes de menor tamanho apresentaram 95 % de vigor enquanto as sementes maiores apresentaram 92% de vigor, queda de 3% de vigor para sementes maiores. Fato esse que coincide com o apresentado anteriormente, maior porcentagem de danos mecânicos nas sementes maiores e consequentemente menor vigor.

Figura 6 – Porcentagem média de vigor determinados pelo teste de tetrazólio (TZ 1-3) em sementes da cultivar de soja M6410IPRO, classificadas em diferentes tamanhos (6,5 e 5,5 mm) obtidas de amostras coletadas no fluxo de beneficiamento.



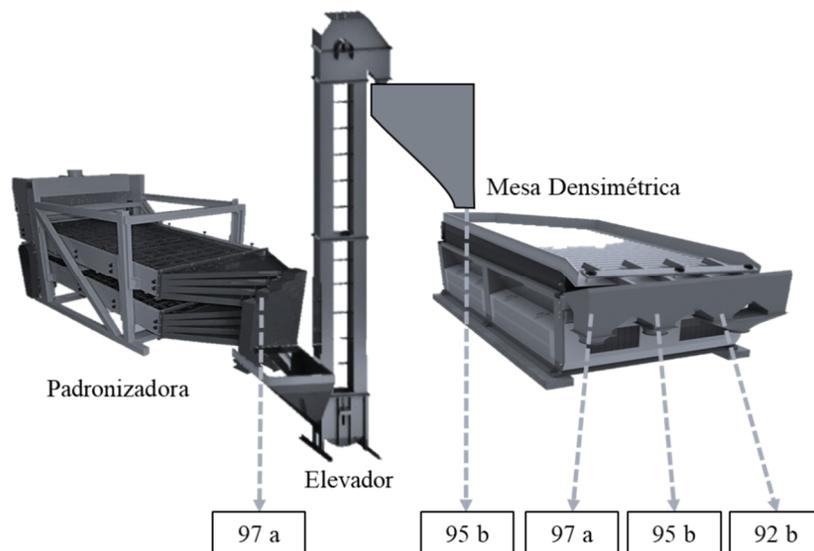
Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste F a 5%

Devido as sementes de soja apresentarem partes vitais do eixo embrionário situadas em um tegumento pouco espesso que não lhe oferece proteção suficiente, isso a torna mais

sensível e também mais suscetível ao dano mecânico durante o processo de colheita e beneficiamento de sementes, tendo o dano mecânico uma relação com queda no vigor das sementes (BARTSCH et al., 1986), sobretudo em sementes maiores.

Na Figura 7 é ilustrado a porcentagem média de germinação ao longo do processo de beneficiamento, onde observa-se uma germinação de 97% logo após a passagem das sementes pela mesa padronizadora<sup>45</sup>, e ao passar pelo elevador ocorre uma queda de 2% em seu potencial germinativo. Podendo inferir que a passagem das sementes pelo elevador provocou danos as sementes, diminuindo sua capacidade germinativa.

Figura 7 – Porcentagem média de germinação em sementes da cultivar de soja M6410IPRO, obtidas de amostras coletadas em 5 diferentes pontos do fluxo de beneficiamento.



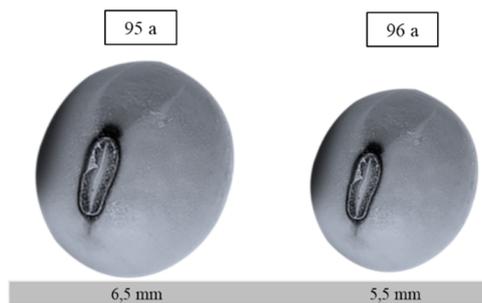
Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5%.

Silva et al. (2011), encontraram efeitos nocivos causados pelo processamento de semente de soja devido a elevadores de caçamba existentes na unidade de beneficiamento de sementes que estudaram.

Posteriormente as sementes são separadas através da mesa densimétrica, onde na bica superior é separada as sementes de maior germinação, seguida da bica médias e inferior, em que as sementes apresentaram menor porcentagem de germinação (FIGURA 7). A mesa densimétrica foi eficiente em concentrar as sementes de maior peso e maior qualidade fisiológica na bica superior, e estas devem ser as utilizadas como produto final. Fato que corrobora ao observado para vigor em tetrazólio, e em relação a importância do descarte da bica inferior, e dependendo da situação o repasse das sementes da bica média, para que assim o lote final tenha maior qualidade.

Em relação ao tamanho das sementes não houve diferença significativa para seu potencial germinativo (FIGURA 8). Podendo inferir que maior concentração de danos mecânicos nas sementes maiores não influenciou na sua germinação, somente no seu vigor como apresentado anteriormente.

Figura 8 – Porcentagem média de germinação em sementes da cultivar de soja M6410IPRO, classificadas em diferentes tamanhos (6,5 e 5,5 mm) obtidas de amostras coletadas no fluxo de beneficiamento.



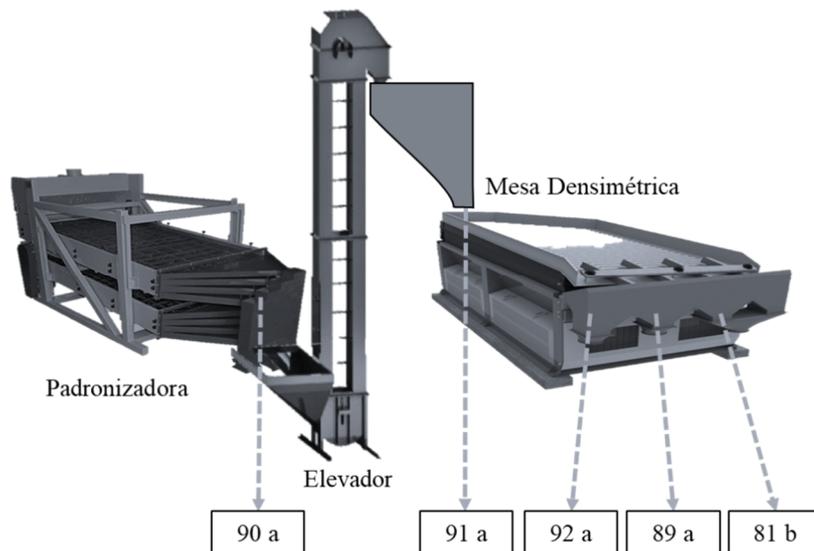
Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste F a 5%.

Diversos trabalhos têm sido conduzidos para identificar a influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja, porém, são encontrados resultados contraditórios, com autores que chegam a conclusões divergentes, podendo afirmar que a qualidade fisiológica é um atributo que depende de diversos fatores que podem ter influência diferenciada em cada situação (MOREANO et al., 2013).

A porcentagem média de germinação após o envelhecimento acelerado, ou seja, vigor, ilustrada na Figura 9 demonstra que somente na bica inferior da mesa densimétrica foi separada as sementes com menor vigor. Fato esse devido à mesa densimétrica separar as sementes pela sua massa específica e assim as sementes mais leves “descarte” serem eliminadas na bica inferior, mostrando eficiência desse equipamento em eliminar sementes menos densas e mais danificadas, o que corrobora para menor vigor das sementes.

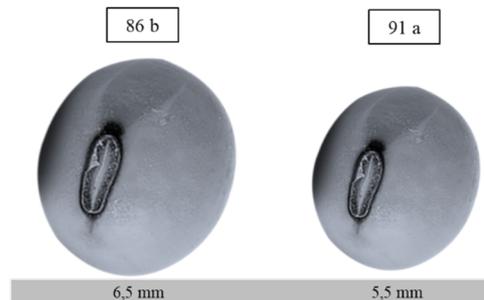
Na Figura 10 é ilustrado a porcentagem média de germinação após envelhecimento acelerado, onde observa-se que as sementes classificadas em 5,5 mm apresentaram cinco pontos percentuais a mais de vigor em relação as sementes classificadas em 6,5 mm. Como já citado anteriormente, a perda de vigor em sementes de maior tamanho se dá ao fato de que estas sofrem mais danos devido seu maior volume e maior probabilidade do eixo embrionário ser atingido durante o beneficiamento sendo ele situado em um local onde o tegumento é pouco espesso, resultando em uma baixa proteção facilitando a danificação mecânica e assim acarretando redução da qualidade fisiológica das sementes (SOUZA et al., 2009).

Figura 9 – Porcentagem média de germinação após o envelhecimento acelerado em sementes da cultivar de soja M6410IPRO, obtidas de amostras coletadas em 5 diferentes pontos do fluxo de beneficiamento.



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5%.

Figura 10 – Porcentagem média de germinação após o envelhecimento acelerado em sementes da cultivar de soja M6410IPRO, classificadas em diferentes tamanhos (6,5 e 5,5 mm) obtidas de amostras coletadas no fluxo de beneficiamento.



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste F a 5%.

## 5. CONCLUSÕES

A mesa densimétrica é eficiente na separação de sementes com danos mecânicos e diferentes níveis de vigor e germinação, descartando as sementes com maior porcentagem de danos mecânicos e conseqüentemente menor vigor e germinação na bica inferior. Nesse ponto também foi constatado maior porcentagem de sementes em que o dano mecânico provocou a inviabilidade.

Foram verificadas maiores incidências de danos mecânicos em sementes maiores e conseqüentemente menor vigor dessas sementes, porém não afetou a germinação.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, A. F. B.; BIAVA, M. **Cultivo do feijão da primeira e segunda safras na Região Sul de Minas Gerais**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. (Embrapa Arroz e Feijão. Sistemas de Produção, 6).
- AMARAL, A. D. et al. Qualidade de sementes de canola classificadas por densidade. **Revista Brasileira Sementes**, Londrina, v.34, p.302-309, 2012.
- ANDRADE, E. T. et al. Efeito do impacto mecânico controlado sobre a qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 7, n. 3, p. 148-159, 1999.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE SEMENTES - ABRASEM. Dados de produção. In: **Anuário ABRASEM**. Brasília. 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE SEMENTES - ABRASEM. Dados de produção. In: **Anuário ABRASEM**. Brasília. 2018.
- BAGATELI, J. R. et al. Productive performance of soybean plants originated from seed lots with increasing vigor levels. **Journal of Seed Science**. Londrina, v. 41, n. 2, p. 151-159, 2019.
- BARTSCH, J. A. et al. Impact damage to soybean seed. **Transactions of the ASAE**, v.29, n.2, p.582-586, 1986.
- BAUDET, L. M. L.; VILLELA, F. A.; CAVARIANI, C. Princípios de secagem. **Seed News**, p.20-27, 1999.
- BOTELHO, F. J. E. et al. Desempenho fisiológico de sementes de feijão colhidas em diferentes períodos do desenvolvimento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 900-907, 2010.
- BOTELHO, F. J. E. **Qualidade de sementes de soja com diferentes teores de lignina obtidas de plantas submetidas a dessecação**. 2012. 86p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 398 p.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2000.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira de grãos**, v. 12, Safra 2017/18 - Décimo segundo levantamento, Brasília, p. 1-148, setembro 2018.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2019/20**, v. 9, n. 1, p. 1-46, 2019.
- COPELAND, L. O. How seed damage effects germination. **Crops & Soils Magazine**, Madison, v. 24, n. 9, p. 9-22, 1972.

COSTA, N. P. et al. Efeito de sementes verdes na qualidade fisiológica de semente de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.23, n.2, p.102-107, 2011.

DESCHAMPS, L. H. **Qualidade da semente de soja e de seu repasse beneficiados em mesa de gravidade**. 2006. 46 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja - região central do Brasil 2012 e 2013**. Londrina: Embrapa Soja, n. 15, p. 261, 2011.

FAGUNDES, S. R. E. **Latent effects of mechanical injuri on soybean seed** (*Glycine max* (L.) Merr.). 1971. 80 p. Dissertation (Master in Agronomy) - Mississippi State University, Starkville, 1971.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - FIESP. **Boletim informativo safra mundial de soja**. São Paulo: FIESP, fev. 2018. Acesso em: 23 out 2019.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FESSEL, S. A. et al. Teste de condutividade elétrica em sementes de soja armazenadas sob diferentes temperaturas. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 1, p. 207-214, 2010.

FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja**. Londrina: Embrapa-CNPSO, 1984. (Circular técnica, 9).

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1998. 71p. (EMBRAPA-CNPSO, Documentos, 115).

FRANÇA NETO, J. B. et al. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 82p. (Embrapa Soja. Documentos, 380).

GESTEIRA, G. S. et al. Seleção fenotípica de cultivares de soja precoce para a região Sul de Minas Gerais. **Revista Agrogeoambiental**, v. 7, n. 3, 2015.

GREGG, B. R. et al. **Seed processing**. Mississippi: Mississippi State University, 1970. P.328-344.

HUNGRIA, M. et al. The importance of nitrogen fixation to soybean cropping in South America. In: WERNER, D.; NEWTON, W. Nitrogen fixation in agriculture, forestry, ecology and the environment. Dordrecht, **Springer**, p. 25- 42. 2005.

JUVINO, A. N. K. et al. Vigor da cultivar BMX Potência RR de soja durante o beneficiamento e períodos de armazenamento. **Revista brasileira de engenharia agrícola e Ambiental**, v.18, n.8, p.844-850, 2014.

- KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; COSTA, N. P. Efeito da classificação de sementes de soja por tamanho sobre sua qualidade e a precisão de semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, v.13, p.59-68, 1991.
- KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B. F.; COSTA, N. P. **Teste do hipoclorito de sódio para semente de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPQ, 2004. 4 p. (Circular técnica, 37).
- KRYZANOWSKI, F. C. et al. Tecnologias que valorizam a semente de soja. **Seed News**, p.24-27, 2006.
- KRZYZANOWSKI, F. C. et al. **Tecnologias para Produção de Sementes de Soja**. Embrapa Soja, Londrina, 1. ed., p. 32, 2015.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 3.1-3.21.
- MARCOS FILHO, J. Importância do potencial fisiológico da semente de soja. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 23, n. 1, p. 21-24, 2013.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed., Londrina: ABRATES, 2015. 660p.
- MENEGHELLO, G. E.; PESKE, S. T. A grandeza do negócio de sementes de soja no Brasil. **Seed News**, v. 18, n. 4, 2013.
- MENEZES, M. **Aspectos genéticos associados à qualidade fisiológica de sementes de soja**. (2008), 112 p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.
- MOORE, R. P. Effects of mechanical injuries on viability. In: ROBERTS, E.M. (Ed.). **Viability of seeds**. London: Chapman and Hall, 1974. p.94-113.
- MOREANO, T. B. et al. Evolução da qualidade física de sementes de soja durante o beneficiamento. **Informativo ABRATES**, v. 23, n. 3, 2013.
- MOREANO, T. B. et al. Evolution of the physical and physiological quality of soybean seeds during processing. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 40, n. 3, p. 313-322, 2018.
- 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**, Londrina, v. 21, n. 1, p. 59-66, jan. 1999.
- PEREIRA, C. E.; ALBUQUERQUE, S. K.; OLIVEIRA, J. A. Qualidade física e fisiológica de sementes de arroz ao longo da linha de beneficiamento. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n.1, p. 2995-3002, 2012.
- PESKE, S; BAUDET, L. L. Beneficiamento de sementes. In: PESKE, S. et al. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária, 2003. 418p.

PESKE, S. T.; LUCCA FILHO, O. A.; BARROS, A. C. S. A. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 2.ed. Pelotas: Ed. Universitária/UFPel, 2006. 470p.

POPINIGIS, F. **Immediate effects of mechanical injury on soybean** (*Glycine max* (L.) Merr.). 1972. 72 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Mississippi State University, Starkville, 1972.

RISSE, J. H. et al. Conditioning shriveled soybean seed: part II correlation of physiological characteristics with physical properties. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, St Joseph, v. 34, n. 2, p. 487-491, 1991.

SANCHES, M. F. G. **Local de produção, armazenamento e qualidade de sementes de soja**. (2015), 45 p. Dissertação (mestrado). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2015.

SCHEEREN, B. R. et al. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 35-41, 2010.

SCHUSTER, I. et al. Determinação da pureza varietal de sementes de soja com auxílio de marcadores moleculares microssatélites. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.247-253, 2004.

SILVA, R. S. **Estudo comparado dos custos de transação da comercialização antecipada e do mercado de futuros de soja**. 2009. 91 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) - Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

SILVA, J. B. DA; LAZARINI, E.; SÁ, M. E. de. Comportamento de sementes de cultivares de soja, submetidos a diferentes períodos de envelhecimento acelerado. **Bioscience Journal**, v.26, p.755-762, 2010.

SILVA, R. P. et al. Qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max*. L.) durante o beneficiamento. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 4, p. 1219-1230, 2011.

SILVEIRA, J. F. da; VIEIRA, M. G. G. C. Beneficiamento de sementes. **Informe Agropecuário**, v.8, n.91, p.50-56, 1982.

SOUZA, D. C. et al. Análise de danos mecânicos e qualidade de sementes de algodoeiro. **Revista brasileira de sementes**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 123-131, 2009.

TAVARES, L. C. et al. Estratégias de marketing na área de sementes. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 83, p. 01-09, 2016.

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

TREICHEL, M.; CARVALHO, C.; BELING, R. R. **Anuário brasileiro de sementes 2016**. Santa Cruz do Sul: Ed. Gazeta, Santa Cruz, 2016. 72 p.

VALENTINI, L.; OLIVEIRA, L. A. A.; FERREIRA, J. M. **Produção de sementes de milho variedade para uso próprio em propriedades de microbacias hidrográficas**. Niterói: Programa Rio Rural. (Manual Técnico), n. 15, 15 p. 2008.

VANZOLINI, S.; TORRES, R. M.; PANIZZI, R. C. Efeito do tamanho, da densidade e do tratamento fungicida sobre a qualidade das sementes de amendoim. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 47, n. 274, 2000.

VAUGHAN, C. E.; GREGG, B. R.; DELOUCHE, J. C. **Beneficiamento e manuseio de sementes**. Trad. por Charles Lingerfelt e Francisco Ferraz de Toledo. Brasília: Agiplan, 1976. 195p.

WELCH, G.B. **Beneficiamento de Sementes no Brasil**. Publicado sob o Contrato AID/1<sup>a</sup> 165 entre a Agência Norte Americana para o Desenvolvimento Internacional e a Universidade do Estado do Mississippi como atividade do Projeto IV.3 – Apoio ao Plano Nacional de Sementes do Ministério da Agricultura do Brasil. fevereiro, 1973. 205 p.