

VINÍCIUS PALUDO

**INFLUÊNCIA DE SISTEMAS DOSADORES E VELOCIDADE DE
DESLOCAMENTO DE SEMEADORAS-ADUBADORAS NA QUALIDADE
DE SEMENTES DE SOJA**

Botucatu

2019

VINÍCIUS PALUDO

**INFLUÊNCIA DE SISTEMAS DOSADORES E VELOCIDADE DE
DESLOCAMENTO DE SEMEADORAS-ADUBADORAS NA QUALIDADE
DE SEMENTES DE SOJA**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Energia na Agricultura.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Arbex Silva

Botucatu

2019

P184i Paludo, Vinícius
Influência de sistemas dosadores e velocidade de deslocamento de semeadoras-adubadoras na qualidade de sementes de soja / Vinícius Paludo. -- Botucatu, 2019
94 p. : il., tabs., fotos

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu
Orientador: Paulo Roberto Arbex Silva

1. Soja. 2. Semeadura mecanizada. 3. Qualidade de sementes. 4. Qualidade de plantio. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: **“INFLUÊNCIA DE SISTEMAS DOSADORES E VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO DE SEMEADORAS-ADUBADORAS NA QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA”**

AUTORA: VINÍCIUS PALUDO

ORIENTADOR: PAULO ROBERTO ARBEX SILVA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em AGRONOMIA (ENERGIA NA AGRICULTURA), pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. PAULO ROBERTO ARBEX SILVA
Engenharia Rural / Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu



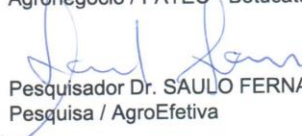
Prof. Dr. KLEBER PEREIRA LANÇAS
Engenharia Rural / Faculdade de Ciências Agrônomicas - UNESP



Prof. Dr. EDVALDO APARECIDO AMARAL DA SILVA
Produção e Melhoramento Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu - UNESP



Prof. Dr. GUSTAVO KIMURA MONTANHA
Agronegócio / FATEC - Botucatu/SP



Pesquisador Dr. SAULO FERNANDO GOMES DE SOUSA
Pesquisa / AgroEfetiva

Botucatu, 31 de maio de 2019.

*A minha Mãe Margarete por sempre ter me ensinado o caminho da
educação, da ética e pelo esforço para sempre que precisei.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. **Paulo Roberto Arbex Silva** por toda compreensão e apoio.

Aos professores Dr. **Ulisses Rocha Antuniassi**, Dr. **Kleber Pereira Lanças**, Dr. **Paulo Torres Fenner**, Dr. **Juliano Carlos Calonego**, Dr. **Edvaldo Aparecido Amaral da Silva** pelas orientações e oportunidades prestadas para minha formação durante meu período de pós graduando e para a realização correta das atividades essenciais ao desenvolvimento do trabalho.

Ao coordenador do programa de pós-graduação Energia na Agricultura Prof. Dr. **Marco Antonio Martin Biaggioni**.

A todos os professores do departamento de Engenharia Rural que contribuíram para minha formação acadêmica durante a pós graduação.

Ao Departamento de Agricultura, em especial ao laboratório de sementes e a funcionaria Valeria por todo material e apoio prestados, fundamentais a realização do trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Rural, Ricardo, Willian, Eduardo, Emanuel e Gilberto pelas ajudas prestadas.

A supervisão das Fazendas de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) por todo o apoio e ajuda que vem desde a época de Residência.

A todas as funcionarias da seção de Pós-Graduação pela atenção e orientação em todos os atendimentos durante o curso.

A todos os amigos de pós-graduação dos diversos departamentos, onde a troca de experiências e companheirismo serão carinhosamente por mim sempre lembrados, em especial ao Saulo Gomes e ao Diego Eiras por toda ajuda prestada durante o trabalho.

A todos os membros do Grupo de Plantio Direto da Faculdade de Ciências Agronômicas.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pela concessão da bolsa de estudos, fundamental para a realização deste trabalho.

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar as injúrias que a semente de soja (*Glycine max*) vem a sofrer durante a operação de semeadura, pois o fato de a semente desta cultura ser mais suscetível a danos causados pelo contato durante as operações agrícolas, onde seu tegumento nem sempre consegue proteger dos danos causados pelas operações agrícolas, e sendo a semeadura uma das principais operações o ensaio teve por objetivo levantar e quantificar este índice de danos utilizando os principais mecanismos de sistemas dosadores utilizados nas semeadoras nacionais, operando em diferentes velocidades utilizadas nas propriedades agrícolas. O trabalho foi conduzido na área didática da fazenda LAGEADO pertencente a UNESP campus de Botucatu – SP. No ensaio foram utilizadas diferentes semeadoras, sendo estas equipadas cada uma com um mecanismo dosador, sendo eles; sistema dosador de disco horizontal tradicional com conjunto disco e anel selecionados para o cultivar utilizado, sistema dosador de disco horizontal modificado equipado com conjunto disco e anel modificado selecionado para o cultivar, e uma semeadora com o sistema dosador pneumático (a vácuo) equipada com disco para cultura e trabalhando na pressão recomendada, todas as semeadoras foram avaliadas em 4 diferentes velocidades de trabalho, sendo estas 4, 6, 8 e 10 km h⁻¹. O processo de coleta das sementes ocorreu na saída do tubo condutor, diretamente para um saco de coleta da amostra anexado ao tubo. Após a coleta, as amostras foram encaminhadas ao laboratório onde foram analisados e realizados os seguintes testes: índice de germinação de sementes e comprimento de plântula e raiz primária em papel germitest, teste de condutividade elétrica, hipoclorito e o teste de tetrazólio, onde deste foi avaliado a viabilidade, o vigor e identificado danos físicos presentes em sua estrutura, sendo elas separadas e classificadas pelo tipo de dano, sendo os três tipos, mecânico, umidade e inseto. Com estes dados foi concluído que as sementes apresentaram injúrias ocasionadas pela ação dos mecanismos dosadores na operação de plantio, os melhores resultados obtidos em porcentagem de viabilidade e vigor foram observados no sistema dosador pneumático, e a velocidade é um fator decisivo para uma boa qualidade final da semente, onde constatado que conforme o aumento da velocidade de operação os índices de

danos aumentaram e o potencial de desenvolvimento das sementes é comprometido.

Palavras-chave: Semeadura mecanizada, Qualidade de sementes, Qualidade de plantio.

ABSTRACT

The present work aimed to evaluate the injuries that soybean seed (*Glycine max*) has suffered during the sowing operation, since the fact that the seed of this crop is more susceptible to contact damage during agricultural operations, where its The seed can not always protect from damage caused by agricultural operations, and since sowing is one of the main operations, the objective of the test was to survey and quantify this damage index using the main mechanisms of dosing systems used in national seeders, operating at different speeds used in agricultural properties. The work was conducted in the didactic area of LAGEADO farm belonging to UNESP campus of Botucatu - SP. In the trial different seeders were used, each equipped with a dosing mechanism, being them; traditional horizontal disk feeder system with selected disk and ring assembly for the cultivar used, modified horizontal disk feeder system equipped with disk and modified ring set selected for the cultivar, and a seed drill with the disk-equipped pneumatic (vacuum) feeder system For cultivation and working at the recommended pressure, all seeders were evaluated at 4 different working speeds, these being 4, 6, 8 and 10 km h⁻¹. The seed collection process occurred at the exit of the conductive tube, directly to a sample collection bag attached to the tube. After collection, the samples were sent to the laboratory where the following tests were analyzed and performed: seed germination index and seedling length and primary root on germitest paper, electrical conductivity test, hypochlorite and tetrazolium test, where it was feasibility, vigor and physical damage present in its structure were evaluated, being separated and classified by the type of damage, being the three types mechanical, humidity and insect. With these data it was concluded that the seeds presented injuries caused by the action of the dosing mechanisms in the planting operation, the best results obtained in percentage of viability and vigor were observed in the pneumatic dosing system, and the speed is a decisive factor for a good final quality. It was found that as the speed of operation increased, damage rates increased and seed development potential was compromised.

Key words: Mechanical seeding, Seed quality, Sowing quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 1. Semeadora-adubadora de precisão marca JUMIL modelo Exacta Air 2980 PD Pantográfica.	34
Figura 2. Semeadora-adubadora de precisão marca JUMIL modelo 3060 PD Magnum Pantográfica.	35
Figura 3. Mecanismo dosador pneumático de sementes com pressão negativa (vácuo).	36
Figura 4. Disco dosador de pressão a vácuo.	36
Figura 5. Mecanismo dosador mecânico de disco horizontal.	37
Figura 6. Disco e anel de precisão para sistema mecânico convencional.	38
Figura 7. Disco e anel de precisão para sistema mecânico modificado.	39
Figura 8. Embalagens colocadas nas saídas dos tubos condutores de sementes.	40
Figura 9. Amostragem das sementes em copos e imersão na solução de hipoclorito de sódio a 5,25%.	42
Figura 10. Teste de tetrazolio em sementes de soja A e B coloração, C e D injúrias encontradas nas sementes de soja.	43

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
Tabela 01: Análise de variância entre as médias obtidas no teste de germinação referente a testemunha, aos tratamentos de mecanismos dosadores e as quatro diferentes velocidades de deslocamento.	45
Tabela 2: Análise de variância entre as médias obtidas no teste de hipoclorito referente à testemunha, aos tratamentos de mecanismos dosadores e as quatro diferentes velocidades de deslocamento.	48
Tabela 03: Análise de variância entre as médias de comprimento de raiz primária da plântula referente aos tratamentos de mecanismos dosadores e as quatro diferentes velocidades de deslocamento.	50
Tabela 04: Análise de variância entre as médias de comprimento de hipocótilo da plântula referente aos tratamentos de mecanismos dosadores e as quatro diferentes velocidades de deslocamento.	53
Tabela 05: Análise de variância entre as médias de viabilidade obtidas pelo teste do tetrazólio referente aos tratamentos de mecanismos dosadores e as quatro diferentes velocidades de deslocamento.	55
Tabela 06: Análise de variância entre as médias de vigor obtidas pelo teste de tetrazólio referente aos tratamentos de mecanismos dosadores e as quatro diferentes velocidades de deslocamento.	57
Tabela 07: Análise de variância entre as médias obtidas pelo teste de tetrazólio para danos mecânicos classificados de 1-8 referente aos tratamentos de mecanismos dosadores e as quatro diferentes velocidades de deslocamento.	60
Tabela 08: Análise de variância entre as médias obtidas pelo teste de tetrazólio para danos mecânicos classificados de 6-8 referente aos tratamentos de mecanismos dosadores e as quatro diferentes velocidades de deslocamento.	63

Tabela 09: Análise de variância entre as médias obtidas pelo teste de condutividade elétrica referente aos tratamentos de mecanismos dosadores e as quatro diferentes velocidades de deslocamento.	65
Tabela 10: Análise de variância entre as médias (umidade 1-8) referente aos tratamentos e as quatro diferentes velocidades de deslocamento.	67
Tabela 11: Análise de variância entre as médias (umidade 6-8) referente aos tratamentos e as quatro diferentes velocidades de deslocamento.	69
Tabela 12: Análise de variância entre as médias (percevejo de 1-8) referente aos tratamentos e as quatro diferentes velocidades de deslocamento.	71
Tabela 13: Análise de variância entre as médias (percevejo 6-8) referente aos tratamentos e as quatro diferentes velocidades de deslocamento.	72

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	19
2	REVISÃO DE BIBLIOGRAFIA.....	21
2.1	Cultura da Soja.....	211
2.2	Semeadura mecanizada.....	222
2.3	Mecanismos Dosadores.....	25
2.4	Qualidades de sementes e fatores que afetam a qualidade durante semeadura.....	26
2.5	Análises de Sementes.....	31
3	MATERIAL E METODOS.....	34
3.1	Campo experimental.....	34
3.1	Máquinas e implementos.....	34
3.3	Sistemas Dosadores.....	35
3.4	Sementes.....	39
3.5	Delineamento Experimental.....	39
3.6	Coleta das sementes.....	40
3.7	Análise de qualidade de sementes.....	40
3.7.1	Germinação.....	41
3.7.2	Dano mecânico (Hipoclorito).....	41
3.7.3	Comprimento de Plântula.....	42
3.7.4	Teste do Tetrázolio.....	42
3.7.5	Condutividade Elétrica.....	43
3.8	Análise estatística.....	44
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	45
4.1	Germinação.....	45
4.2	Dano mecânico (Hipoclorito).....	48
4.3	Comprimento de Raiz.....	50
4.4	Comprimento de Plântula.....	53
4.5	Viabilidade.....	55
4.6	Vigor.....	57
4.7	Teste de Tetrázolio (1-8).....	60
4.8	Teste de Tetrázolio (8-8).....	63
4.9	Condutividade Elétrica.....	65

4.10	Umidade de 1-8.....	67
4.11	Umidade de 6-8.....	69
4.12	Percevejo de 1-8.....	71
4.13	Percevejo de 6-8.....	72
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	75
6	CONCLUSÕES.....	76
	REFERÊNCIAS.....	77

1 INTRODUÇÃO

A grande demanda por alimentos no mundo tem levado à necessidade de melhor utilização dos recursos naturais. A agricultura brasileira tem papel importante nesse aumento de produção e na qualidade final dos produtos oriundos dos campos.

Para alcançar à posição atual no cenário agrícola mundial, o conhecimento científico no país passou por evoluções, a mecanização agrícola e a cultura da soja foram temas em destaque neste período.

A cultura da soja é um dos principais cereais no cenário agrícola, sendo umas das que mais evoluiu em vários aspectos, incluindo desde variedades adaptadas até resistência à várias pragas e herbicidas. Porém a semente dessa cultura é muito sensível à intemperes derivadas de pragas, clima e principalmente mecânica. Essa última muito associada a colheita, ao beneficiamento e a semeadura.

A gestão da semeadura tem relação direta com a produtividade, sendo que a operação tem como meta depositar as sementes no solo da melhor maneira, fazendo com que a mesma seja colocada na quantidade e profundidade desejada no solo, mas principalmente que ela seja depositada sem nenhum dano físico e mecânico, para que assim ela possa exercer todo seu potencial genético, desenvolvendo uma planta saudável e vigorosa.

As injúrias que as sementes podem sofrer ao longo do processo de semeadura podem influenciar no seu desenvolvimento. Os danos podem ser de origem física (visível externamente) ou latente (precisa análise). Se algum desses danos estiverem presentes eles podem alterar, por exemplo, seu percentual de germinação e vigor, além de possibilitar a entrada de patógenos.

Dentro da operação de semeadura temos opções de diferentes tipos de semeadoras. Como principais citamos as de fluxo contínuo as de precisão, para a cultura da soja utiliza-se as de precisão pois distribuem as sementes uma a uma. Contudo nas semeadoras de precisão ainda existem três principais modelos de dosadores que podem ser utilizados para cultura da soja: dosadores mecânicos, dosadores mecânicos modificados e dosadores pneumáticos.

Apesar das semelhanças quanto à operação, cada um dos sistemas apresenta particularidades que os diferenciam quanto ao modo de trabalho, principalmente no contato e seleção das sementes e que se não estiverem

devidamente ajustadas, a semeadura será comprometida, provocando falhas e/ou sementes duplas além de poder provocar danos.

Diante do exposto o presente trabalho teve como objetivo avaliar as injúrias causadas nas sementes da cultura da soja quando submetidas à semeadura com 3 diferentes mecanismos dosadores de sementes trabalhando em 4 velocidades de deslocamento do conjunto trator-semeadora.

2 REVISÃO DE BIBLIOGRAFIA

2.1 Cultura da Soja

Na classificação botânica a soja é pertencente a classe de dicotiledôneas, família das fabáceas, gênero *Glycine*, espécie *Glycine max* e forma cultivada *Glycine max* L. (Sediyama, 2013). Seu centro de origem e domesticação foi no nordeste da Ásia durante o século XVII (Hadley e Hymowitz, 1973). O primeiro relato de cultivo experimental no Brasil foi em 1882, com a implantação de genótipos no estado da Bahia (BLACK, 2000). Sua difusão para o sudeste e sul do país ocorreu em meados de 1891 nos estados de São Paulo e Rio Grande do Sul (BONETTI, 1981). A partir de 1950 a cultura passou a adquirir importância econômica no Rio Grande do Sul, região em que se adaptaram nas condições edafoclimáticas (SEDIYAMA, 2013).

Atualmente, a cultura da soja está difundida principalmente nas regiões do cerrado brasileiro, sendo os estados de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás, Bahia, Piauí, Maranhão e Tocantins. Com avanços tecnológicos, existem programas de melhoramento genético, de biotecnologia e de mecanização agrícola que são responsáveis pelo cultivo em larga escala em regiões com menor produtividade (BISINOTTO, 2013). Dall'agnol e Vidor (2002) explicam que as cultivares utilizadas por produtores na região sul não estavam adaptadas para as condições edafoclimáticas e de fotoperíodo pertencentes ao centro-oeste brasileiro, sendo necessário realizar o melhoramento genético para adaptá-las a estas condições. Além disso, Sediyama (2009) destaca que a topografia de relevo plano contribuiu para a expansão da sojicultura nas regiões de cerrado.

No Brasil, a cultura da soja teve aumento na produção, pois é utilizada a soja e seus derivados em diversas aplicações, sendo desenvolvidos diferentes produtos para fins de alimentação animal como farelo de soja em rações, óleo vegetal para consumo humano, podendo-se obter fontes energéticas como o biocombustível (KOHLHEPP, 2010; BOEREMA et al., 2016).

Na safra 18/19, a produção de soja ultrapassou 112 milhões de toneladas. Quando comparada à safra passada, que foi recorde é 4,9% inferior, mas ainda sendo uma grande produção, tornando-se a terceira maior safra de soja da série histórica. (CONAB 2019)

A expansão em área plantada com soja foi exponencial ao longo dos últimos anos, na safra 2015/16 foram plantados 33.228 mil ha⁻¹. A tecnologia encontrada não apenas nas sementes assim como nas máquinas agrícola tiveram destaque nesse crescimento. A produção foi de 113 milhões de toneladas na safra 2016/2017, ganho de 18,4% quando comparado à safra anterior. Para garantir a alta produção, as sementes de soja devem apresentar atributos físicos, fisiológicos, genéticos e sanitários. Em contrapartida na safra 17/18 a área plantada, foi de 35,14 mil de hectares, onde dentre as culturas avaliadas neste ano teve maior índice. A produção de soja alcança recorde de 119,3 milhões de toneladas, 4,6% superior à anterior. (CONAB 2015 a 2018).

Melhorias no sistema produtivo são necessárias, adotando-se sementes de qualidade na semeadura, os produtores devem exigir às empresas de sementes uma melhor qualidade. Exigir do setor de máquinas agrícolas e implementos melhorias para que as sementes preservem suas qualidades físicas e fisiológicas disponibilizadas em fábrica (MAFINI 2016).

2.2 Semeadura mecanizada

Segundo Fonseca (1990) a partir da introdução das semeadoras e consolidação do processo de modernização houve maior rendimento operacional por hectare e maior produção em kg. Ha⁻¹. Essa melhoria se deve ao fato de que houve um aumento da velocidade e dimensionamento da semeadora, correta distribuição do estande das sementes.

As decisões do produtor influenciam diretamente na produtividade pois deve seguir os princípios básicos de manutenção, regulagem, dimensionamento e uso das máquinas agrícolas (DIAS, 2017).

As terminologias do projeto de norma 12.02.06 – 004 segundo ABNT (1989), define e classifica as semeadoras como uma máquina agrícola que é responsável pela semeadura de sementes com distribuição predeterminada.

Existem disponíveis no mercado diversos modelos de semeadoras quanto ao tipo de distribuição de sementes, sendo essas as semeadoras de precisão e as de fluxo contínuo. As semeadoras de precisão têm por característica distribuir as sementes individualmente espaçadas a uma distância supostamente homogênea dentro do sulco, já as de fluxo contínuo depositam no solo sem precisão de

espaçamento entre elas, pelo fato de seu sistema dosador distribuir grande quantidade de sementes dentro da linha do sulco, (CASÃO JÚNIOR, 2000).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1994) classifica as semeadoras de acordo com a forma de distribuição das sementes, podendo ser de precisão, com dosadores de disco horizontal (gravidade) e disco vertical (vácuo), são responsáveis pela semeadura de sementes uma a uma, graúdas ou agrupadas, obedecendo à densidade de deposição estabelecida, conforme define a ABNT (1987).

De acordo com Molin e Chang (1992), classificou os mecanismos dosadores de sementes presentes nas semeadoras-adubadoras de precisão em três tipos, disco horizontal perfurado, dedos preensores e pneumáticos, Silva et al. (2000). Informaram também que as semeadoras-adubadoras podem ser equipadas com mecanismos dosadores de sementes dos tipos rotor acanalado e copo distribuidor. Os sistemas dosadores mecânicos de precisão possuem a forma de discos alveolados, sendo alojados em posição horizontal no fundo do reservatório de sementes. Já os sistemas dosadores pneumáticos são discos dispostos na posição vertical que utilizam o ar como meio de captação das sementes por diferencial de pressão.

A semeadora é o instrumento fundamental durante o plantio, por isso deve ser bem manejada, pois além da boa distribuição e deposição adequada da semente e do adubo, a semeadora desempenha uma função de abertura do sulco e descompactação do solo, fazendo com que haja o rompimento do solo na linha de semeadura (SANTOS et al., 2008).

Rocha et al. (1998) observou que dentro dos conjuntos semeadoras-adubadoras a distância entre os sistemas dosadores e o solo eram distantes, dessa forma, a distância é preenchida pelos tubos condutores de sementes, sendo o mesmo de diversos modelos e formas responsáveis pela condução da semente até o solo.

Mialhe (2012) constatou que as semeadoras-adubadoras de precisão mais utilizadas no Brasil na época apresentavam mecanismos dosadores a vácuo e de discos horizontais, que, dependendo do sistema dosador de sementes e a velocidade de operação na semeadura, influencia o espaçamento em que as sementes irão ser depositadas no solo, podendo causar desuniformidade na distribuição das mesmas. O mesmo autor especifica ainda que, as semeadoras

têm um limite ideal da velocidade de trabalho que é 8 km h^{-1} para os mecanismos dosadores a vácuo e 6 km h^{-1} com mecanismos dosadores disco horizontal, a fim de reduzir ao máximo as falhas no momento da deposição de sementes no solo.

O termo plantabilidade é definido pela correta distribuição das sementes pelas semeadoras, tanto em densidade quanto em profundidade adequadas ao longo do sulco de plantio, para a cultura semeada, o que é possível pela correta regulagem da semeadora (MÁRQUEZ, 2004; AMADO; TOURINO; ROSATTO, 2005).

Kolling (2015) relatou que problemas de semeadura são comuns, onde o mais observado é a quantidade de sementes duplas e falhas na população final. Estas situações tem origem pela velocidade de trabalho normalmente alta e pela regulagem da semeadora, que resulta em um estande falho em população, podendo gerar plantas que não terão pleno aproveitamento dos recursos dispostos, limitando assim a produtividade (LIU et al., 2004; CELIK; OZTURK; WAY, 2007; DIAS et al., 2009; JASPER et al., 2011; REIS; FORCELLINI, 2002).

Landers (1995) afirmou que semeadoras utilizadas no plantio devem ser práticas, atendendo as culturas e espaçamentos distintos, resistirem maiores jornadas de trabalho, que abram o sulco, cubram e compactem levemente o solo, tirando o ar dentro do sulco da semente, que não embuchem, tenham boa penetração e controle de profundidade, depositem as sementes em uma profundidade constante e adequada, e depositem o adubo na profundidade e distância ideal em relação à semente.

Silva (2015) afirmou que a produtividade é dependente de diversos fatores sendo como exemplos: genética, qualidade da semente, clima, época adequada e velocidade de operação na semeadura, esses fatores determinam o resultado esperado, onde não há controle sobre todos. Mas ainda destaca que destes a falta de atenção dos produtores e técnicos a respeito de trabalhar na velocidade ideal recomendada.

Como observado nos últimos anos, houve adequações do período de semeadura, há uma grande preocupação no gerenciamento quanto ao desempenho operacional dos conjuntos mecanizados, e para um ganho neste fator, a velocidade de trabalho é fundamental, onde acréscimo em seu módulo pode apresentar influências na qualidade e eficiência da operação. Sendo assim

sua seleção deve ser estudada e realizada cautelosamente, devendo estar de acordo com alguns fatores, a modo de propiciar a distribuição adequada de sementes com espaçamentos aceitáveis, e em sua profundidade de deposição ideal e constante (MACHADO, 2012).

2.3 Mecanismos Dosadores

O mecanismo dosador é responsável por dosar e selecionar as sementes e conduzi-las até o solo através de um tubo condutor. Os mecanismos dosadores, podem ser classificados como: disco perfurado (vertical, horizontal), cilindro canelado, correia perfurada, discos alveolados, dedos preensores, orifício regulador, pneumático (BALASTREIRE 1987, ANGHINONI 2019).

Os mecanismos dosadores pneumáticos (a vácuo) possuem uma base para depósito de sementes, apoio do disco dosador, geralmente vertical possuindo uma ou mais fileiras de furos, e uma tampa que fecha o conjunto, deixando somente uma saída para as sementes que foram dosadas. Pelo ar aspirado as sementes são presas na parte externa do disco dosador, e vão sendo liberadas quando o vácuo em cada orifício é neutralizado (BALASTREIRE, 1987).

Sistemas dosadores pneumáticos têm como destaque à precisão na dosagem de sementes e o menor índice de danos que podem ser provocados durante o processo de dosagem. De acordo com Mialhe (2012), há uma eficiência maior em relação ao espaçamento entre as sementes. Bottega et al. (2018) relataram o valor médio de índice de velocidade de emergência observado para o dosador pneumático foi maior do que dosador tipo disco horizontal perfurado. Um fato que pode justificar essa diferença é a seleção e individualização de sementes por meio de pressão negativa que está associada à forma de seleção da semente pelo mecanismo dosador pneumático. Esse sistema de seleção causa menores danos às sementes, isso porque apresenta número menor de componentes mecânicos envolvidos no processo (ANGHINONI 2019).

Quando se fala na combinação dosador/tubos condutores, o mecanismo pneumático reduziu a porcentagem de espaçamentos falhos, pois as formas de liberação das sementes diminuem o contato com as paredes internas do tubo, diminuindo assim o efeito de ricochete (CARPES et al., 2017).

O mecanismo dosador mecânico é o sistema mais comum utilizado nas semeadoras de precisão, esse mecanismo possui em seu disco dosador furos redondos, oblongos ou em formato especial, podendo estar localizados nas bordas ou concentricamente nos discos (FRANCETTO et al., 2012, ANGHINONI 2019).

2.4 Qualidades de sementes e fatores que afetam a qualidade durante a semeadura

A semente da cultura da soja ao decorrer dos anos foi aprimorada em vários atributos, como genética, física, fisiológico e sanitária que aumentam a garantia para um melhor desempenho agrônômico. (EMBRAPA 2008).

A qualidade das sementes de lotes de soja é assegurada por intermédio de padrões mínimos de germinação, de purezas varietal e física e sanidade, requisitado por normas de produção e comercialização determinado pelo governo brasileiro (BRASIL, 2009).

Podemos separar e qualificar a qualidade da semente da soja em 4 categorias, sendo elas: física, fisiológica, genética e sanitária. Cada uma tendo sua importância dentro do ciclo produtivo.

- Física: Qualidade do lote relacionada à sanidade de sua estrutura e também quanto a composição (pureza), isto é, a porcentagem de sementes de soja e de material inerte (impurezas) ou presença de sementes de outras espécies (KRZYZANOWSKI et al., 2008).
- Fisiológica: Corresponde à eficiência máxima da semente em desempenhar funções vitais, indicadas pela sua germinação, vigor e longevidade (POPINIGIS, 1985).
- Genética: Expressão da semente em todo seu potencial agrônômico, como plantas com altas produtividades, resistência a pragas, ciclo (cedo, intermediário ou tardio) e tipo de grão (KRZYZANOWSKI et al., 2008).
- Sanitária: Compreende a condição da semente quanto à frequência e ocorrência de vírus, fungos, bactérias, nematoides e insetos vetores de doenças (POPINIGIS, 1985).

Esses fatores são responsáveis pelo desenvolvimento da lavoura e conseqüentemente em sua produção, influenciando diretamente desde a

germinação e o vigor da planta. Portanto, a interação positiva desses quatro atributos contribui para que a semente seja de alta qualidade, tendo em vista a importância deste insumo.

Como exemplo da qualidade física e considerado o fato de que a semente de soja apresenta alto risco de injúrias mecânicas, devido às partes vitais do eixo embrionário como radícula, hipocótilo e plúmula serem localizadas abaixo de um fino tegumento (FRANÇA NETO & HENNING, 1984).

No momento da realização da semeadura, mais precisamente no interior do tubo condutor, as sementes ficam sujeitas a muitos contatos e vibrações provocados pela movimentação da máquina, que podem ser nocivos a sua estrutura física externa (tegumento), além de modificar seu tempo de percurso dentro do dosador até o solo, altera a distribuição dentro do sulco. Esse contato e índice de danos cresce de acordo com a velocidade de operação da semeadora-adubadora (MAHL, 2006).

A integridade física da semente de soja é fundamental para o seu pleno desempenho no campo, quanto à germinação e à emergência de plântula, sementes sem danos mecânicos constituem um pré-requisito de qualidade muito importante para propiciar o número de plantas no campo, requerido para se atingir níveis elevados de produtividade (Krzyzanowski, 2004).

É muito importante o plantio ocorrer nas épocas adequadas, respeitando a cultura, onde cada região tem sua janela agrícola. Destaque que para produção de grãos, a semeadura deve ser ajustada para a obtenção de máxima produtividade, já para a produção de sementes, o fator qualidade é mais importante. O plantio deve ser realizado visando dentro do possível às condições de temperaturas amenas associadas a menores índices de precipitação, de maneira geral a produção de semente de alta qualidade, os melhores períodos de semeadura ocorrem com semeaduras realizadas a partir do início de novembro (FRANÇA-NETO et al., 1984).

O processo de produção de sementes envolve maior exigências pelas partes envolvidas, pois dela surge o material a ser comercializado, são cobradas tecnologias que abrangem desde local de plantio, uso de variedades recomendadas, semeadura em épocas pré-estabelecidas, acompanhamento da cultura, manejo fitossanitário, momento ideal de colheita, limpeza nos maquinários (EMBRAPA, 2002).

Já a qualidade fisiológica da semente de soja pode ser afetada por fatores de deterioração que ocorrem no campo e que abrangem desde os danos causados por percevejo, danos por umidade e os danos mecânicos, que ocorrem até nas máquinas colhedoras. O dano por umidade pode ter origens decorrentes de chuvas, neblina e orvalho, temperaturas, provocando rugas no tegumento. Esse enrugamento é decorrente de sucessivos ciclos de hidratação (expansão do volume da semente) e desidratação (contração) do tegumento e dos cotilédones em proporções diferentes (FRANÇA-NETO et al., 2016).

A qualidade sanitária da semente de soja dependendo de sua situação vem a afetar prejudicialmente a qualidade fisiológica da mesma, podendo comprometer a sanidade da lavoura, pois diversos fungos como por exemplo: *Phomopsis spp.*, *Colletotrichum truncatum*, *Fusarium spp.* (fitopatógenos) e *Aspergillus spp.* (fungos de armazenamento), se virem a infectar as sementes, contribuirão para menor índice de vigor e da germinação (Henning, 2005).

O controle de qualidade abrange testes de germinação e de vigor de (FESSEL et al., 2010). A indicação do potencial fisiológico da semente somente com a germinação não é um método seguro sendo necessário o complemento por testes de vigor (BHERING et al., 2004).

As análises realizadas das sementes devem fornecer a informação quanto a qualidade das sementes contidas na amostra examinada, pois os resultados serão convertidos para do volume de amostra para o lote. Para resultados corretos em análise de sementes é preciso técnica, seguindo todos os métodos estabelecidos pelas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

A análise de sementes tem o objetivo de quantificar e qualificar um lote de sementes que será destinada ao plantio. A análise de uma amostra é um processo detalhado e criterioso, onde tem por fim avaliar e identificar causas e problemas de qualidade de sementes (EMBRAPA, 2008).

Segundo Rodrigues (2017) a qualidade das sementes está ligada ao desenvolvimento da cultura, onde por seu potencial está gerando plantas de maior vigor e melhor uniformidade de população. Para obter uma boa safra e recomendado atenção a vários fatores que influenciam em seu potencial, como edafoclimáticos, genética da semente, tratos culturais durante a safra. Dessa forma gerando maior controle de qualidade, obtendo sementes de alta qualidade,

sendo realizados testes que asseguram essa qualidade do material produzido antes da comercialização.

A qualidade fisiológica da semente expressa o pleno potencial de realizar funções básicas como germinação, vigor, longevidade, funções estas que influenciam a cultura no campo (POPINGIS, 1977).

Krzyzanowski et al (2018) sugerem que a longevidade das sementes é, em parte, determinada pela sua qualidade fisiológica inicial. A longevidade de sementes é caracterizada como o período máximo de tempo em que uma semente se mantém viável durante o armazenamento (SANTOS 2018).

Sobre injúrias sofridas pelas sementes pela ação da semeadora-adubadora e seus mecanismos dosadores, a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1994) diz que o total de danos das sementes pode ser classificado em, danificação física (constituída de danos visíveis) e fisiológica (não visíveis), nestes para a identificação e quantificação exigem o emprego de análises laboratoriais.

A qualidade de sementes é descrita como a soma de fatores que determinam o seu potencial para a semeadura. Esse potencial é descrito quando considerando a relação entre os atributos de natureza genética, física, fisiológica e sanidade, assim mostrando o potencial das sementes (MARCOS FILHO, 2005).

Segundo (Circular Técnica 380), somente o fato no momento plantio utilizar sementes com maior vigor já colabora para melhor estabelecimento da população ideal de plantas e já justifica os benefícios de iniciar-se a lavoura com sementes de qualidade superior. A qualidade da semente de soja é muito suscetível, onde em todas as fases do sistema de produção de sementes pode sofrer alguma queda, desde as fases de campo, colheita, recepção, secagem, beneficiamento, armazenagem, transporte e semeadura. (EMBRAPA 2016)

De acordo com a Metodologia para avaliação de sustentabilidade da cadeia produtiva da soja no Brasil (Circular Técnica 136) o mercado de soja oferece ameaças ou barreiras à sua comercialização, tanto no âmbito interno quanto externo, inclusive às não tarifárias. Atualmente, tais barreiras são relacionadas a alguns conjuntos de fatores, como a qualidade do grão, pragas de armazenagem e mistura de soja convencional e transgênica. Além das questões citadas a

exigência de qualidade da produção, faz-se necessário pelo produtor. (EMBRAPA 2018)

A tecnologia atual permite métodos mais rápidos e práticos para detectar injúrias, entre esses a utilização da análise de imagens para a determinação ou presença de danos mecânicos em sementes destaca-se como uma eficiente ferramenta, pois é um método preciso (onde as sementes podem ser examinadas individualmente em imagens ampliadas que mostram, em detalhes, a área danificada, sua extensão e localização) e ainda é um método não destrutivo. Assim, quando submetidas à análise podem ser colocadas para germinar e ainda permitir o estabelecimento de relações entre os danos mecânicos e germinação (CÍCERO et al., 1998).

Conforme explica Fonseca (2007), injúrias que tem origem mecânica, normalmente causada por choques e/ou abrasões das sementes contra superfícies rígidas ou até mesmo outras sementes, onde se identifica dentre elas quebradas, trincadas, fragmentadas e danificadas, portanto, sementes que apresentam algumas destas características mostram redução da germinação e do vigor.

A International Seed Testing Association (ISTA, 1995) define vigor como um índice de degradação da qualidade fisiológica de um lote de sementes com altos índices do teor de germinação, representando sua capacidade de adequar-se ao ambiente.

Quando avaliado se a influência da velocidade pode afetar o índice e danos das sementes que passaram pelo mecanismo dosador de uma semeadora-adubadora, Silva et al. (1998), encontraram alto nível de dano nas sementes da cultura de arroz, quando os tratamentos eram em velocidades elevadas.

Em estudo realizado por Flor et al. (2002) a análise por meio de imagens permitiu identificar danos mecânicos em níveis na camada externa e interna nas sementes de soja avaliadas, observaram danos por umidade e danos por percevejo, semelhante ao obtido pelo teste de tetrázolio.

Os mesmos danos ocorrem na operação de semeadura, devido a exposição mecânica em que a semente é submetida durante essa operação, e o que pode comprometer a qualidade e assim subsequente seu desenvolvimento.

Em regiões de climas tropicais, a qualidade da semente da cultura da soja pode sofrer efeitos adversos que ocorrem desde antes da colheita, até as

demais etapas (secagem, beneficiamento, armazenamento e transporte), a qual pode estar ligada à períodos climáticos, pragas (insetos), aumentando assim o índice de danos de sementes por umidade (FRANÇA NETO et al., 2000).

Marcondes et al. (2015) afirmaram que a qualidade obtida das sementes pode ser garantida por alguns fatores básicos como, padrões mínimos de germinação, purezas físicas e varietal, sanidade, fatores esses exigidos por normas de produção e comercialização estabelecidas e controladas pelo governo.

A injúria mecânica é um fator decisivo para a produção de sementes de soja de alta qualidade. Segundo a circular técnica 37, a colheita é considerada a fase crucial no processo de produção da semente, isso pelo alto índice de danos mecânicos gerados pelo sistema de trilha. Após operação de beneficiamento também pode causar injúrias, isso devido equipamentos inapropriados ou não regulados (EMBRAPA 2004).

Albiero et al. (2012) afirmaram que o índice de sementes quebradas sofre interferência pela ação do nivelamento da semeadora (sendo o mais influente), dosagem de plantio e pela capacidade ocupada do reservatório de semente, onde o nível de sementes no reservatório influi na tensão que cada semente recebe ao se deslocar dentro do reservatório até o orifício de entrada do dosador.

Diferentes regiões do país revelaram problemas sobre à qualidade fisiológica de sementes na cultura da soja, entre esses problemas o ajuste na operação de colheita ainda se destaca, além de fatores ambientais nas fases de desenvolvimento e maturação e incidência de insetos são alguns das situações que afetam a qualidade final da semente com baixos índices de germinação e de vigor (COSTA et al., 2005).

2.5 Análises de Sementes

O teste de germinação visa determinar o potencial máximo germinativo de um lote de sementes, onde também pode comparar a qualidade de diferentes lotes e assim ajudar a estimar o valor para o plantio (BRASIL, 2009).

A evolução dos testes germinativos resultou em um maior nível de confiabilidade e reprodutibilidade. O teste de germinação deve ser conduzido em

condições ideais de acordo com a espécie analisada, onde o máximo potencial germinativo é o objetivo (ALMEIDA et al., 2010).

Um fator de suma importância quando se fala de germinação e que temos plântulas normais e plântulas anormais, a qual dessa as sementes não darão origem às plantas normais, apesar das condições favoráveis, não expressam demonstram pleno potencial durante o crescimento. As plântulas anormais são classificadas em plântulas danificadas, quando apresentam estruturas essenciais ausentes ou muito danificadas, ocasionando um desenvolvimento desproporcional; plântulas deformadas, sendo plântulas de baixo desenvolvimento, com imperfeições fisiológicas e com estruturas vitais deformadas e plântulas deterioradas, com alta infecção ou deterioração em qualquer estrutura essencial da plântula (BRASIL, 2013).

Krzyzanowski (2004) relatou que o teste de hipoclorito normalmente é usado para determinar de forma rápida o percentual de dano mecânico (ruptura de tegumento) em sementes, incluindo a soja, que pode ter origem durante a operação de colheita ou trilha. E também é utilizado na Unidade de Beneficiamento de Semente (UBS), desde a linha de beneficiamento incluindo eventuais danos mecânicos que podem ser gerados pelos equipamentos de transporte envolvidos. Nele mostra-se a incidência de dano mecânico.

Para averiguação de injúrias e danos, o teste de tetrazólio é muito utilizado para a cultura da soja, sendo um teste prático e que gera grande número de informações, o qual não apenas pode avaliar a germinação e o vigor dos lotes de sementes, além de avaliar e quantificar prováveis causas pela diminuição da sua qualidade, como dano mecânico, danos por umidade e danos por percevejo, causas estas que alteram a fisiologia da semente da soja. Danos por secagem, estresse hídrico e geada, são igualmente diagnosticados pelo teste de tetrazólio (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI; COSTA, 1998).

O princípio do teste de tetrazólio é pela mudança da coloração das sementes analisadas, as sementes são imersas em uma solução incolor de sal de tetrazólio, a alteração na coloração para vermelho ocorre nas áreas vivas e isso por sua vez reflete a atividade de sistemas enzimáticos específicos, relacionados com a viabilidade das sementes, dessa forma os tecidos vivos e coloridos que respiram separam-se daqueles mortos que não colorem (BRASIL, 2009).

O teste de condutividade elétrica se baseia em analisar a permeabilidade das membranas, assim avaliando características relacionadas pela liberação de metabólitos durante período da imersão das sementes (BARROS E MARCOS FILHO, 1997).

Pesquisas realizadas com diferentes espécies mostraram que o decréscimo na germinação e no vigor é diretamente proporcional ao aumento da liberação de solutos, indicando que a avaliação da condutividade pelo método de massa é eficiente para a determinação do vigor, estudos estes corroborados por Marcos Filho e Dias (2005).

Outros testes também são recomendados para identificarmos injúrias de origem mecânica conforme Dias e Barros (1995) citam 2 testes para identificar injúrias mecânicas de modo prático e rápido, são eles o teste “verde rápido” e a coloração com tintura de iodo. Em ambos, as sementes são colocadas em contato com a solução “fastgreen FCF” e iodo, respectivamente, sendo após a imersão as injúrias destacadas pelas colorações (verde e azul).

Através destes métodos, é possível determinarmos se a qualidade de um lote de sementes sofreu influência pela operação de plantio (coleta de sementes para análise) ou mesmo se esta amostra já apresentava danos anteriores ao plantio, estes sofridos anteriormente até por beneficiamento e armazenamento inadequados.

O teste de vigor é muito importante, há disponível mais de um teste que podem ser utilizados, que apresentam algumas diferenças entre eles quanto à metodologia, praticidade de condução e tempo de análise. Porém neles fatores como, a degradação das membranas e a diminuição da atividade respiratória são analisados, assim podemos classificar e separar os lotes quanto ao índice de vigor encontrado (ABRANTES et al., 2010).

Neto et al. (1999) utilizaram o teste de verde rápido para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de sorgo com o objetivo determinar os percentuais de danos mecânicos e o teste de germinação, concluíram que a germinação, a emergência de plantas e população inicial foram afetadas pelo aumento do índice de danos encontrados. Os testes foram eficientes e mostraram a redução imediata da qualidade das sementes.

3 MATERIAL E METODOS

3.1 Campo experimental

O ensaio foi conduzido no mês de outubro de 2018, na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP, campus de Botucatu-SP, em área uma área sem nenhuma declividade, em solo sem cobertura.

3.2 Máquinas e implementos

Para a coleta das sementes à campo foram utilizadas:

- Semeadora-adubadora de precisão, marca JUMIL modelo Exacta Air 2980 PD Pantográfica de 7 linhas espaçadas de 0,45 m, equipada com dosadores de sementes pneumáticos (a vácuo), largura útil de 3,66 m (Figura 1).

FIGURA 1. Semeadora-adubadora de precisão marca Jumil modelo Exacta air 2980 PD Pantográfica, equipada com dosadores pneumáticos.



Fonte: Paludo 2018

- Semeadora-adubadora de precisão marca JUMIL, modelo 3060 PD Magnum, Pantográfica equipada com 7 linhas espaçadas a 0,45 m (Figura 2). Essa semeadora foi equipada com 2 mecanismos dosadores de disco horizontal: sistema tradicional e sistema modificado Titanium Rampflow® da empresa J Assy. Cada parcela foi semeada (em todas as linhas de semeadura) com o seu sistema correspondente.

- Trator da marca John Deere modelo 6600 (4 x 2 TDA) com 89 Kw (121 cv) de potência no motor.

FIGURA 2. Semeadora – adubadora de precisão marca Jumil modelo 3060 PD Magnum, Pantográfica, equipada com dosadores de discos horizontais.



Fonte: Paludo 2018

3.3 Sistemas Dosadores

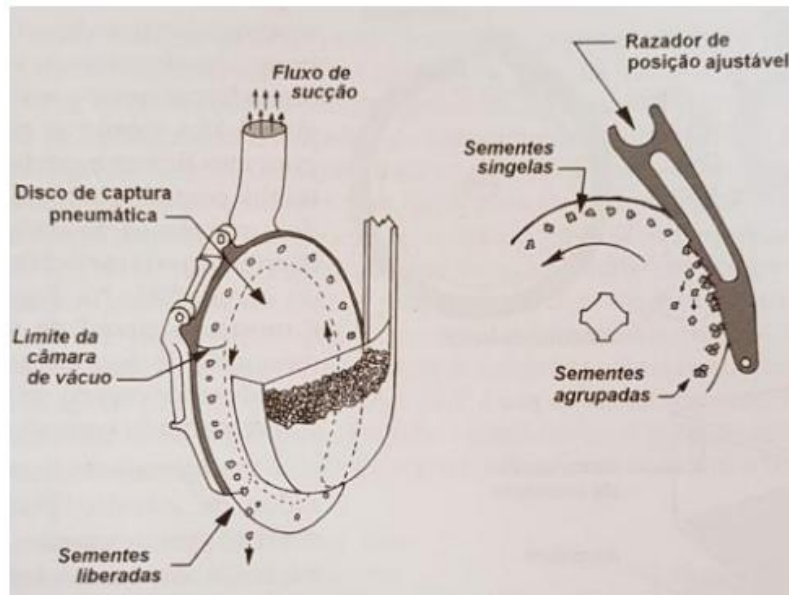
Os três sistemas dosadores de sementes apresentam diferenças que consistem no modo de seleção, condução da semente e sentido de movimento (vertical e horizontal).

3.3.1. Dosadores pneumáticos

No sistema pneumático o disco trabalha no sentido vertical e as sementes são fixadas no mesmo por conta de uma pressão negativa (vácuo), que é gerada por uma bomba e conduzidas por tubos e mangueiras até o sistema dosador. Após as sementes serem selecionadas uma a uma, o vácuo é interrompido e elas são liberadas e conduzidas por um tubo condutor até o solo.

Na figura 3 podemos observar um exemplo de mecanismo tipo dosador pneumático e seu modo de funcionamento.

FIGURA 3. Mecanismo dosador pneumático de sementes com pressão negativa (vácuo).



Fonte: Mialhe 2012

Para o sistema dosador pneumático foi utilizado um disco metálico de 70 orifícios com 3 mm cada, da própria fabricante da semeadora (Figura 4).

FIGURA 4. Disco dosador de precisão a vácuo.



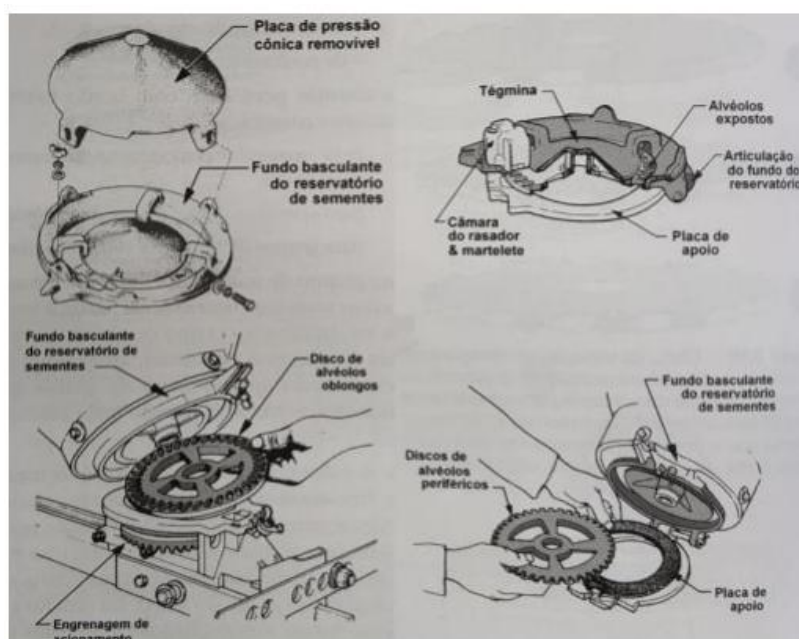
Fonte: Paludo 2018

3.3.2. Dosadores de disco horizontal convencionais

Nos dosadores de disco horizontal a semente se encaixa através da ação da própria gravidade nos furos do conjunto disco/anel (previamente escolhidos) onde o mesmo gira no eixo horizontal, conduzindo a semente selecionada entre o disco e sob o anel até o momento que o conjunto apresenta uma abertura, e pela ação da gravidade a semente é liberada no tubo condutor, nesse ponto o sistema mecânico dispõe dos mecanismos conhecidos como limpador e martelete para auxílio de desencaixe da semente do conjunto e seu pleno encaminhamento no tubo condutor.

Na Figura 5 podemos ver um exemplo de mecanismo tipo dosador de disco horizontal convencional.

FIGURA 5. Mecanismo dosador de disco horizontal convencional.



Fonte: Mialhe 2012

Para cada sistema mecânico avaliado foi utilizado uma relação disco/anel, onde no sistema convencional foi selecionado um conjunto (disco/anel) dosador de precisão marca Agrodisco modelo 8675 com anel 3mm liso (figura 6), esse sistema dispõe de apenas um controlador de fluxo de metal para controlar o fluxo de semente no acesso até o martelete que pode ser de polietileno ou metal (polietileno neste caso).

FIGURA 6. Disco e anel utilizados no experimento para os tratamentos do sistema dosador de disco horizontal convencional.

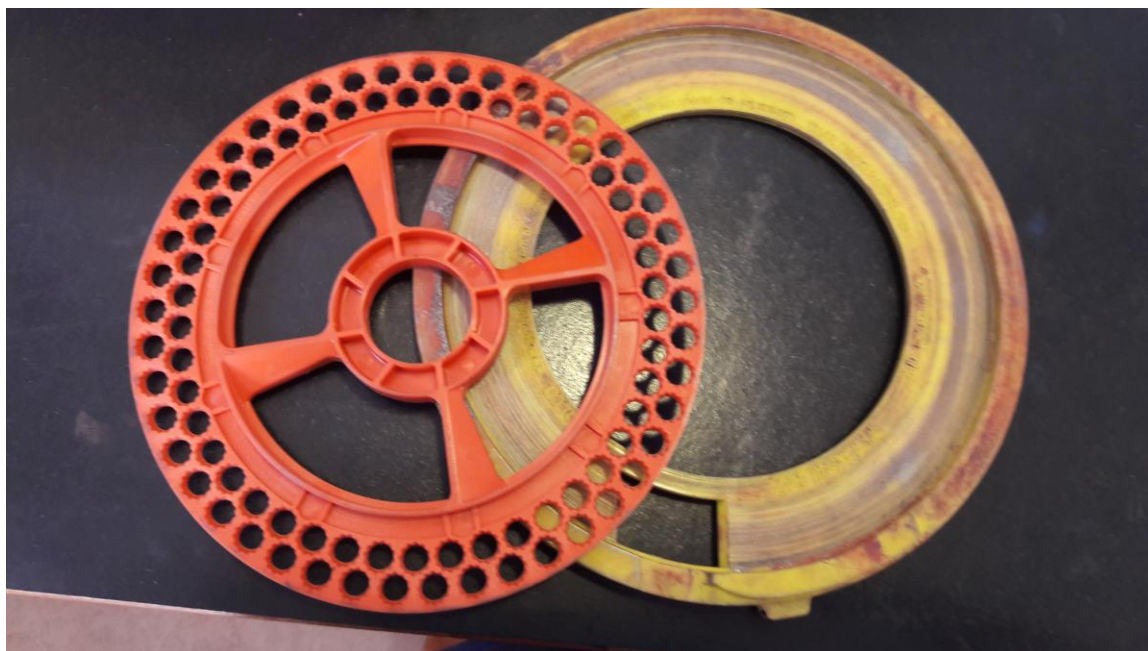


Fonte: Paludo 2018

3.3.3. Dosadores de disco horizontal modificado

No sistema dosador de disco horizontal modificado foi selecionado um conjunto disco/anel de tecnologia Titanium Rampflow (Figura 7), na qual o encaixe da semente no disco e auxiliado por uma “rampa”, que faz com que a mesma deslize até os orifícios. Esse conjunto dispõe de quatro controladores de fluxo que são feitos em formatos de “escovas”. O martelete é uma escova rotativa, todos esses materiais são feitos de silicone, com o intuito de minimizar os danos mecânicos na semente.

FIGURA 7. Disco e anel dosador de precisão para sistema mecânico modificado.



Fonte: Paludo 2018

3.4 Sementes

A cultivar utilizada foi a Soja RR Campo Mourão BT. As sementes foram mensuradas e os dados de caracterização estão apresentados no Quadro 1.

QUADRO 1. Características da semente de soja utilizada no ensaio.

Massa de mil grãos (gr)	148
Comprimento (mm)	4,58
Diâmetro (mm)	2,48

Em todas as parcelas experimentais foi adotado uma população esperada de 22 sementes por metro.

3.5.Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial (3 x 4) com um tratamento adicional (testemunha, semeadoras: horizontal, horizontal modificada e pneumática e quatro velocidades (4, 6, 8, e 10 km h⁻¹)) com 5 repetições em cada tratamento totalizando 60 unidades experimentais.

3.6 Coleta das sementes

Antes do início do experimento foi retirada uma quantidade de sementes diretamente da embalagem para realização das análises e essas serviram de testemunha.

As demais coletas foram realizadas na saída dos tubos condutores das semeadoras, onde foram fixadas embalagens plásticas com auxílio de abraçadeiras plásticas (Figura 8). Com as embalagens plásticas fixadas nos tubos, a semeadora percorreu a distância de 50 metros, que corresponde ao tamanho de cada parcela, em cada uma das quatro velocidades de deslocamento, com intervalo de 10 metros para estabilização do conjunto trator/semeadora.

Ao final de cada parcela as embalagens eram retiradas, as sementes transferidas para um saco de papel, identificadas, fechadas e armazenadas, dando lugar a novas embalagens, recomeçando as coletas. Depois de finalizado o ensaio, as embalagens com as sementes coletadas foram encaminhadas para o laboratório para as análises de qualidade no mesmo dia de cada coleta.

FIGURA 8. Embalagens colocadas nas saídas dos tubos condutores de sementes.



Fonte: Paludo 2018

3.7 Análise de qualidade de sementes

Foram realizadas as seguintes avaliações nas amostras de sementes coletadas: germinação, dano mecânico (hipoclorito); comprimento de hipocórito e raiz primária, tetrazólio e condutividade elétrica.

3.7.1. Germinação

O teste de germinação , considerando a formação de plântulas normais foi realizado com cinco repetições de 100 sementes, dispostas em substrato de papel toalha do tipo germitest, umedecido com água destilada em quantidade correspondente a 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos confeccionados permaneceram acondicionados dentro de sacos plásticos (fechados, mantidos e um germinador regulado á temperatura de 25°C e sem fotoperíodo. As leituras foram efetuadas ao quinto dia após a semeadura, computando-se as porcentagens de plântulas normais, anormais e sementes mortas (BRASIL, 2009).

3.7.2. Dano mecânico (Hipoclorito)

A determinação da porcentagem da incidência de danos mecânicos nas sementes durante a semeadura foi realizada de modo visual com uso de hipoclorito de sódio e posterior análise visual. Para isso foram utilizadas para duas amostras de 100 sementes, as quais foram colocadas em copos plásticos e adicionado solução de hipoclorito de sódio (5,25%), até as sementes serem completamente submersas na solução, permanecendo assim por 10 minutos (Figura 9). A seguir foi realizada a lavagem e distribuição sobre folhas de papel. A contagem do número de sementes com dano foi realizada pela contagem do número de sementes que embeberam (intumescidas). O resultado foi expresso em porcentagem.

FIGURA 9. Amostras de sementes em copos e imersas em solução de hipoclorito de sódio a 5,25%.



Fonte: Paludo 2018

3.7.3. Comprimento de Plântula

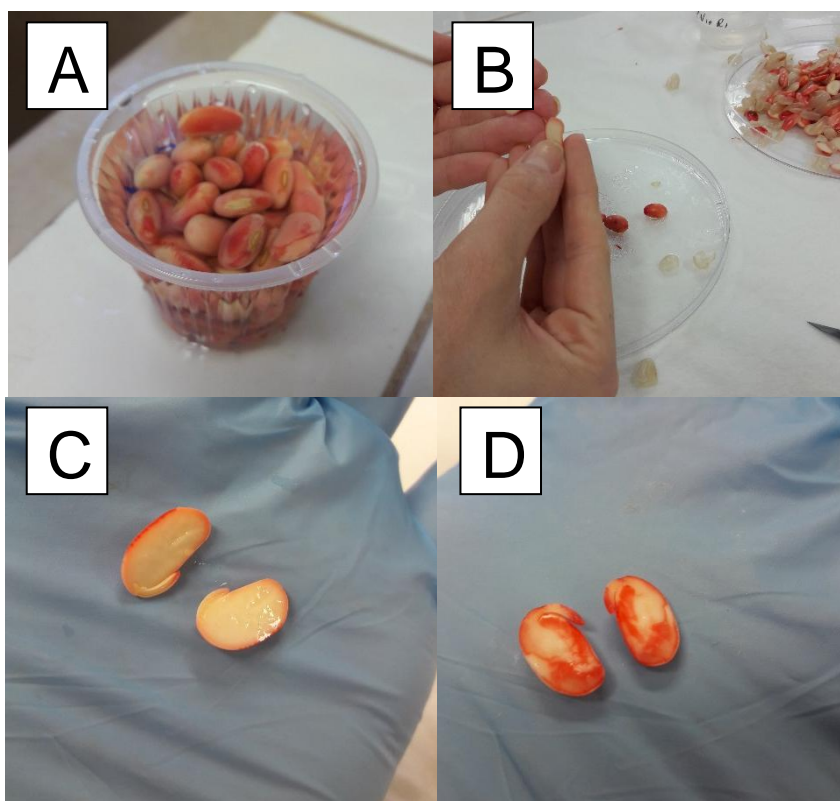
Foram realizadas cinco repetições de 10 sementes para cada tratamento. As sementes foram mantidas em substrato de papel filtro umedecidos com água destilada em quantidade equivalente a 2, vezes a massa do papel seco. As sementes foram dispostas sobre linha trancada longitudinalmente no terço superior do papel substrato previamente umedecidos e mantidos em rolos similar ao teste de germinação, a temperatura de 25°C e sem fotoperíodo. A leitura foi realizada a partir do comprimento médio da parte aérea e da raiz primária das plântulas normais após o sétimo dia da semeadura. Os resultados foram expressos em centímetros.

3.7.4 Teste do Tetrázolio

A viabilidade das sementes foi avaliada pelo teste de tetrázolio. A avaliação foi realizada com duas repetições de 50 sementes que foram pré-umedecidas usando rolos de papel toalha do tipo germitest, umedecidos com água destilada e mantidos em câmara de germinação a 25°C no escuro por 16 horas (BRASIL, 2009). Posteriormente, as sementes foram transferidas para copos plásticos, totalmente imersos em solução de tetrázolio (2,3,5-trifenil-cloreto de tetrázolio) na concentração de 0,075% e acondicionadas em câmara de germinação a 40°C no escuro por 3 horas. Após este período as sementes foram lavadas em água

corrente e avaliadas individualmente, seccionando-se longitudinalmente através do centro do eixo embrionário com auxílio de bisturi (BRASIL, 2009). As estruturas das sementes foram observadas com auxílio de uma lupa estereoscópica e classificadas em níveis de vigor, viabilidade e identificação da causa da redução de qualidade, de acordo com a localização, intensidade dos danos e padrões de coloração. Os resultados foram expressos em porcentagens de sementes viáveis (figura 10 A, B, C e D).

FIGURA 10. Teste de tetrazólio em sementes de soja. A e B coloração, C e D injúrias encontradas nas sementes de soja.



Fonte: Paludo 2018

3.7.5. Condutividade Elétrica

O teste de condutividade foi realizado com quatro sub-amostras de 50 sementes por tratamento, com massas conhecidas, em recipientes de plástico, adicionando-se 75 ml de água destilada. Os recipientes foram mantidos à 25°C por 24 horas, com posterior leitura da condutividade elétrica das soluções com condutímetro, modelo Digimed D31. O resultado foi expresso em $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$, dividindo-se a leitura pela massa das sementes.

3.8. Análise estatística

A análise estatística foi efetuada pelo programa SPSS IBM 19. Os dados obtidos através dos ensaios foram transformados e utilizou o que apresentou o menor C.V. (coeficiente de variação) e submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 1% e 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As tabelas a seguir apresentam os resultados encontrados das variáveis analisadas, sendo o: mecanismo dosador e a velocidade operacional.

4.1 Germinação

Tabela 01: Análise de variância entre as médias obtidas no teste de germinação referente a testemunha, aos tratamentos de mecanismos dosadores e as quatro diferentes velocidades de deslocamento.

Velocidade (Km h ⁻¹)	Média (%)	99% de I.C.	
		Menor	Maior
Testemunha	89,55 a	87,08	92,10
4	84,51 b	84,59	85,61
6	82,75 c	82,25	83,25
8	81,11 cd	80,63	81,60
10	79,74 d	79,19	80,22

Tratamento	Média (%)	99% de I.C.	
		Menor	Maior
Convencional	78,95 D	78,48	79,35
Modificado	81,44 C	80,95	81,84
Pneumático	86,30 B	85,78	86,73
Testemunha	89,55 A	87,08	92,10

DMS Trat.	0,006
DMS Vel.	0,006
CV (%)	1

ANOVA***		
	F	Sig.
Tratamento	469,191	0,000**
Velocidade	135,552	0,000**
Trat. X Vel.	1,609	0,143 ^{ns}

Foi aplicado o teste de a Tukey 1% de probabilidade ($p < 0.01$); IC = Intervalo de confiança; Letras maiúsculas diferem estatisticamente entre tratamento; Letras minúsculas diferem estatisticamente entre velocidades; ** Significativo a 1% de probabilidade; D.M.S. = Diferença

mínima significativa transformado; C.V. (%) = Coeficiente de variação em porcentagem; *** valores transformados em $\arccoseno\sqrt{x\%}$.

Não houve interação entre semeadoras e velocidades, mas analisando os resultados separadamente a testemunha sobressaiu melhor, mas na realidade de campo o sistema pneumático com velocidade menor proporcionou melhor germinação.

O teste de índice de germinação foi fundamental, pois quando comparado ao valor informado pela empresa (90%) e realizado o teste com a testemunha, onde o resultado foi de 89,55%.

Tavares (2015) analisou semeadoras de precisão e fluxo contínuo no qual obteve resultados semelhantes no índice de germinação de sementes de soja.

Lima (2017) em trabalho com canola observou diferença no percentual germinativo quando analisado velocidade e troca de conjunto disco/anel no sistema dosador mecânico, encontrando uma variação de 29% entre o pior resultado (66,5% na maior velocidade e disco sem rampa) e o melhor resultado (95,5% menor velocidade e disco com rampa), no qual a testemunha (92%) não diferenciou estatisticamente do melhor.

Dias et al., (2009), verificaram que os mecanismos dosadores pneumáticos apresentaram resultados superiores de germinação e distribuição de sementes de milho e soja em relação aos de disco em velocidades mais elevadas.

Os dados de germinação foram bem similares a um cultivar usado por Toledo (2008) que estudou diferentes cultivares e diferentes locais, já Kappes et al. (2009) usando herbicidas não diferiram estatisticamente na sua germinação. Wendt et al. (2014) encontrou diferenças na avaliação do potencial fisiológico de sementes de soja por meio de imagens encontrou valores superiores ao apresentado nesse trabalho, no entanto Piccinin et al. (2012) observaram não haver diferenças estatísticas entre os tamanhos dela para a germinação, resultados parecidos apresentou Sgarbossa (2016) onde os valores médios da germinação, mostrou que não houve diferenças entre os profundidade de fertilizante e tamanho de semente.

Schuab et al. (2002) e Borges (2018), trabalhando com sementes de soja, identificou os cultivares em relação a viabilidade de forma semelhante, correlacionando o teste de germinação com o teste de tetrazólio e onde os

melhores resultados foram os que tiveram maior germinação e maior no teste de tetrazólio. Camozzato et al. (2008) compararam o desempenho de sementes produzidas a partir de lotes com tamanho de semente grandes e pequenas e obtiveram a não influência do tamanho semente na germinação. A germinação é influenciada pela cultivar e sua época de semeadura (Rahman et al. 2013) dados que corroboram com Bornhofen et al. (2015) que observaram os melhores valores de envelhecimento acelerado, germinação, vigor e viabilidade na qual são indicativos da maior qualidade fisiológica das sementes de soja.

Serrano (2012) avaliando mecanismos dosador pneumático e mecânico não afetou significativamente a qualidade fisiológica das sementes, quando essas foram avaliadas pelos testes de germinação

A germinação pode ter seu percentual afetado de forma negativa pela incidência de danos nas sementes pela ação dos mecanismos dosadores e/ou pela velocidade operacional. Flor et al. (2011) em trabalho com sementes soja observou através de teste por imagens a relação entre a germinação e danos visíveis.

Estes resultados são significativos, revelando que as sementes têm seu potencial de germinação alterado pela ação dos mecanismos dosadores presentes nas semeadoras, e que quanto maior a velocidade ocorre redução na germinação.

A porcentagem de germinação de resultado mais próximo ao informado pela empresa foi constatada no sistema dosador pneumático, seguido pelo dosador mecânico modificado e por ultimo o dosador mecânico convencional.

Conforme menor a velocidade operacional dos conjuntos, maior o índice percentual de germinação obtido, onde a velocidade de 4 km h⁻¹ apresentou melhor índice nos 3 sistemas dosadores analisados; isto confirma uma tendência de usar semeadoras melhor tecnificadas no plantio de *commodities* com uma velocidade menor e mais constantes adicionando o uso de GPS e piloto automático para o produtor e assim otimizando os seus recursos.

4.2 Dano Mecânico (Hipoclorito)

Tabela 02: Análise de variância entre as médias obtidas no teste de hipoclorito referente à testemunha, aos tratamentos de mecanismos dosadores e as quatro diferentes velocidades de deslocamento.

Tratamento	Velocidade (Km h ⁻¹)	Média (%)	99% de I.C.	
			Menor	Maior
Testemunha		2,56 C d	1,97	3,29
Convencional	4	7,20 A c	6,57	7,88
	6	8,12 A b	7,41	8,90
	8	8,87 A b	8,09	9,71
	10	10,41 A a	9,51	11,39
Modificado	4	3,60 B c	3,28	3,95
	6	5,36 B b	4,89	5,87
	8	6,69 B b	6,11	7,34
	10	6,96 B a	6,36	7,63
Pneumático	4	3,15 B c	2,87	3,46
	6	5,77 B b	5,26	6,33
	8	6,30 B b	5,75	6,90
	10	10,04 B a	9,17	10,99
DMS Trat.	0,037			
DMS Vel.	0,042			
CV (%)	16			
ANOVA***				
	F	Sig.		
Tratamento	187,368	0,00**		
Velocidade	221,553	0,00**		
Trat. X Vel.	24,151	0,00**		

Foi aplicado o teste de a Tukey 1% de probabilidade ($p < 0.01$); IC = Intervalo de confiança; Letras maiúsculas diferem estatisticamente entre tratamento; Letras minúsculas diferem estatisticamente entre velocidades; ** Significativo a 1% de probabilidade; D.M.S. = Diferença mínima significativa transformado; C.V. (%) = Coeficiente de variação em porcentagem; *** valores transformados em $\arccoseno\sqrt{x\%}$.

A preocupação maior com o tegumento e mais presente no momento da colheita ou de trilha do grão/semente, aplicando-se o teste antes da realização da operação de plantio constatou-se a presença de danos na estrutura do tegumento. Estes danos às sementes podem ter diferentes origens (logística, armazenamento, operação), mas o sintoma principal é a ruptura do tegumento, onde facilitada a entrada de patógenos que comprometem sua qualidade e sanidade.

Com base em discussões, o hipoclorito é usado como teste no qual é possível detectar um índice percentual de dano no tegumento, e quando detectado um valor maior de 10% no resultados, estuda-se a viabilidade do lote (caso análises de diferentes materiais entre a mesma espécie).

Houve interação entre semeadoras e velocidades e os melhores resultados são os que têm menores valores, ou seja, a pneumática e com menor velocidade significam que as sementes têm menor dano, é bom salientar que na semeadora pneumática com 4 km h^{-1} teve um resultado bem parecido com a testemunha e que na medida em que a velocidade aumentou os danos praticamente triplicaram neste mesmo tópico; podemos concluir que a velocidade provoca danos profundos e na semeadora modificada dobraram e na semeadora convencional ficou 40% maior isto corrobora com Krzyzanowski et al (2004) que afirmam que sementes com percentual com maior de 10%, a semente está muito danificada na qual há necessidade de efetuar ajustes em qualquer parte da cultura: plantio, colheita, beneficiamento e etc.

Costa et al (2003) analisando mecanismos de trilha que difundem impactos e essas ações simultâneas de impacto, compressão e atrito sobre as elas. Por sua vez, Cunha et al. (2009) e Lopes et al. (2011) afirmaram que dano mecânico é causado por choques e/ou abrasões das sementes contra superfícies duras ou contra outras sementes, resultando em materiais quebrados, trincados, fragmentados e danificados, levando à redução do padrão de qualidade fisiológica da soja.

Conrad et al (2017) concluíram que as máquinas de beneficiamento contribuem para a manutenção e inclusive o aprimoramento da qualidade do lote de sementes de soja e os equipamentos de transporte, composto por elevadores de caneca e correias transportadoras, causam redução da qualidade do lote de sementes de soja.

Martins et al., (2014) contataram que a velocidade de plantio é razão para a ocorrência de danos mecânicos nas sementes, tendo em vista que o aumento da velocidade de semeadura causou também um aumento na porcentagem de danos nas sementes e Uecker (2018) encontrou resultados que as velocidade 4,0 km h⁻¹ para 5,5 km h⁻¹ pode ser uma opção interessante de qualidade na distribuição de sementes.

Tavares (2015) observou uma taxa de até 19% de diferença no índice de danos mecânicos em sementes de soja pela ação de semeadora de precisão em relação a fluxo contínuo.

Injúrias no processo de plantio começam no depósito de sementes, devido a partes superior de o mecanismo seletor permanecer em contato com a massa de sementes, sendo a dosagem das sementes controlada em contato com esta massa e pela sua rotação relativa ao avanço operacional do conjunto (MELO et al, 2013).

Lima (2017) encontrou resultados onde o sistema equipado com disco com rampa apresentou menores índices de danos na semente de canola em relação ao disco liso.

4.3 Comprimento de Raiz

Tabela 03: Análise de variância entre as médias de comprimento de raiz primária da plântula referente aos tratamentos de mecanismos dosadores e as quatro diferentes velocidades de deslocamento.

Velocidade (Km h ⁻¹)	Média (cm)	99% de I.C.	
		Menor	Maior
Testemunha	4,97 a	3,41	6,83
4	4,62 a	4,32	4,93
6	4,31 ab	4,02	4,61
8	3,67 ab	3,40	3,95
10	3,19 b	2,94	3,45

Tratamento	Média (cm)	99% de I.C.	
		Menor	Maior
Testemunha	4,97 A	3,41	6,83

Convencional		4,11 A	3,87	4,36
Modificado		3,97 A	3,72	4,21
Pneumático		3,71 A	3,47	3,94
DMS Trat.	0,050			
DMS Vel.	0,057			
CV (%)	18			
ANOVA***				
	F	Sig.		
Tratamento	4,848	0,008**		
Velocidade	35,218	0,00**		
Trat. X Vel.	2,054	0,057 ^{ns}		

Foi aplicado o teste de a Tukey 1% de probabilidade ($p < 0.01$; ^{ns} não significativo); IC = Intervalo de confiança; Letras maiúsculas diferem estatisticamente entre tratamento; Letras minúsculas diferem estatisticamente entre velocidades; ** Significativo a 1% de probabilidade; D.M.S. = Diferença mínima significativa transformado; C.V. (%) = Coeficiente de variação em porcentagem; *** valores transformados em \sqrt{x} .

Não houve interação entre semeadoras e velocidades para de determinar o comprimento da raiz, como não houve diferença significativa entre as semeadoras estudadas, mas no quesito velocidade, a menor demonstrou ser um fator para o maior crescimento das radículas, isto demonstra que ela será mais bem alocada no sulco para melhor desenvolvimento e isto apresenta correlação com emergência dela em campo e formação inicial de estande; observa-se que a diferença entre a maior e menor está em torno de 56% e isto proporcionará um ganho em os outros componentes nas quais correlacionam diretamente com outros testes e utilizados para avaliação do potencial fisiológico de sementes de soja.

Os resultados obtidos para o comprimento das plântulas de *A. cearensis* corroboram com a informação de Dan et al. (1987), o qual mencionou que as sementes vigorosas originam plântulas com maior taxa de crescimento em função da maior capacidade de transformação do suprimento de reservas dos tecidos de armazenamento e da maior incorporação destes pelo eixo embrionário.

Guedes et. al. (2015) dizem em seu trabalho com sementes de *A. cearensis* que nem sempre é possível detectar as causas desta diferença de comportamento de sementes da mesma espécie. O que pode ter influência sobre este aspecto e o local que a semente tenha sofrido algum tipo de dano, onde de acordo com trabalho de Flor et al (2008) e mostrado que diferentes partes da semente podem vir a sofrer danos em diferentes escalas, assim podendo comprometer a velocidade de desenvolvimento.

Operando nas velocidades de plantio de 4 e 6 km h⁻¹ não foi observado diferença estatística no quesito na avaliação entre os sistemas dosadores mecânicos e pneumático.

Pereira et al (2016) em estudo de comprimento avaliando sementes de soja encontrou que as variáveis comprimento de parte aérea (hipocórito) e comprimento de raiz primária, observou-se uma redução dos comprimentos em todos os tratamentos, quando comparados à testemunha, demonstrando que esta se manteve superior aos demais no período de armazenamento avaliado.

O estresse suprime a expansão e o crescimento celular, afetando o metabolismo, crescimento e estabelecimento das plântulas (Jaleel et al. 2009). A redução no crescimento das plântulas, além da soja (Moraes & Menezes 2003, Costa et al. 2004, Teixeira et al. 2008), foi observado em outras culturas, como cevada (Anjum et al. 2003), canola (Ávila et al. 2007) e feijão (Machado Neto et al. 2006).

Ducatti (2018) estudando déficit hídrico em soja não encontrou diferenças de comprimento de raiz, já Souza (2009) encontrou diferença com tratamento de soja com glifosato e também Vanzolini et al (2007) encontrou diferença entre lotes de soja para a variável comprimento de raiz.

Rossetto et al (1997) interpreta que a qualidade fisiológica da raiz junto com seu teor de água são os principais fatores na emergência de radícula. Gomes et al (2018) apresentou que a precocidade de emissão de raiz primária é intrínseco ao seu potencial fisiológico. Da mesma forma, Toledo et al. (1999) trabalhando com semente de milho, Martinelli-Seneme et al. (2004) com sementes de tomate e Machado et al. (2012) avaliando sementes de milho, encontraram similaridades para esta avaliação.

Esses resultados podem ser atribuídos à maior quantidade de reservas acumuladas pelas sementes maiores, as quais são transferidas para a plântula

(Carvalho & Nakagawa 2012). Entretanto Vanzolini et al.,(2007), estudando a relação entre o desempenho inicial de plântulas de soja, concluiu que o comprimento da raiz de plântulas apresenta maior sensibilidade para verificar a qualidade fisiológica, apresentando correlação significativa com a emergência a campo

4.4 Comprimento da Plântula

Tabela 04: Análise de variância entre as médias de comprimento de hipocótilo da plântula referente aos tratamentos de mecanismos dosadores e as quatro diferentes velocidades de deslocamento.

Tratamento	Velocidade (Km h ⁻¹)	Média (cm)	99% de I.C.	
			Menor	Maior
Testemunha		7,41 A a	5,57	9,48
Convencional	4	5,93 B ab	5,37	6,51
	6	5,61 B bc	5,07	6,18
	8	5,20 B bc	4,67	5,74
	10	4,59 B c	4,09	5,11
Modificado	4	5,73 B ab	5,19	6,30
	6	4,85 B bc	4,34	5,38
	8	4,73 B bc	4,22	5,26
	10	4,48 B c	4,00	5,00
Pneumático	4	6,81 B ab	6,22	7,43
	6	5,20 B bc	4,67	5,74
	8	4,58 B bc	4,09	5,10
	10	4,91 B c	4,40	5,45
DMS Trat.	0,044			
DMS Vel.	0,050			
CV (%)	13			
ANOVA***				
	F	Sig.		
Tratamento	29,680	0,00**		
Velocidade	4,915	0,008**		

Trat. X Vel.	2,924	0,008**
--------------	-------	---------

Foi aplicado o teste de a Tukey 1% de probabilidade ($p < 0.01$); IC = Intervalo de confiança; Letras maiúsculas diferem estatisticamente entre tratamento; Letras minúsculas diferem estatisticamente entre velocidades; ** Significativo a 1% de probabilidade; D.M.S. = Diferença mínima significativa transformado; C.V. (%) = Coeficiente de variação em porcentagem; *** valores transformados em $\sqrt{x+1}$.

Houve interação entre semeadoras e velocidades, o resultado testemunha sobressaiu aos demais e a menor velocidade é um fator preponderante para um bom desenvolvimento da planta; além de que no sistema convencional apresentou uma menor amplitude no comprimento da parte aérea, a alta velocidade de trabalho provoca uma redução da parte aérea, isto pode provocar um dano na semente e que se for semeado e também tiver um estresse hídrico prejudicará toda formação da planta acarretando em uma menor produção. A redução no crescimento das plântulas, além da soja (Moraes & Menezes 2003, Costa et al. 2004, Teixeira et al. 2008), foi observado em outras culturas, como cevada (Anjum et al. 2003), canola (Ávila et al. 2007) e feijão (Machado Neto et al. 2006).

Guedes et al (2015) Quando este teste foi aplicado nas sementes de *A. cearensis* verificou que o comprimento das plântulas foi afetado pelo vigor das sementes.

De acordo com Nakagawa (1999), para a correta avaliação da qualidade do lote é importante que, conjuntamente com os resultados obtidos pela avaliação de comprimento de plântula, seja também levada em consideração a porcentagem de germinação, pois pode haver situações em que o lote apresenta alta porcentagem de germinação e baixo valor de comprimento médio de plântula, assim como o contrário. Nessa situação, as poucas plântulas normais formadas (baixa porcentagem de germinação) apresentam alta taxa de crescimento, fato que não pode ser transposto para toda amostra ou todo o lote, considerando-o vigoroso resultado do maior suprimento de reservas dos tecidos de armazenamento e uma elevada inclusão destes pelo eixo embrionário (DAN et al., 1987).

Mortele et al., (2011) afirmaram que a maioria dos cultivares não respondeu significativamente à aplicação de biorregulador via sementes, tanto para o

comprimento da parte aérea como para o da raiz primária das plântulas, necessitando-se de mais informações a respeito da utilização e do efeito do produto.

4.5 Viabilidade

Tabela 05: Análise de variância entre as médias de viabilidade obtidas pelo teste do tetrazólio referente aos tratamentos de mecanismos dosadores e as quatro diferentes velocidades de deslocamento.

Tratamento	Velocidade (Km h ⁻¹)	Média (%)	99% de I.C.	
			Menor	Maior
Testemunha		87,95 A a	83,50	92,74
Convencional	4	82,75 C ab	81,11	84,42
	6	77,15 C b	75,63	78,71
	8	70,23 C c	68,84	71,65
	10	66,61 C d	65,29	67,95
Modificado	4	84,25 B ab	82,58	85,95
	6	82,17 B b	80,54	83,83
	8	78,24 B c	76,69	79,82
	10	70,65 B d	69,26	72,08
Pneumático	4	85,78 B ab	84,08	87,52
	6	84,00 B b	82,34	85,70
	8	81,03 B c	79,43	82,67
	10	72,23 B d	70,80	73,61
DMS Trat.	0,029			
DMS Vel.	0,033			
CV (%)	2			
ANOVA***				
	F	Sig.		
Tratamento	135,679	0,00**		
Velocidade	345,856	0,00**		
Trat. X Vel.	9,506	0,00**		

Foi aplicado o teste de a Tukey 1% de probabilidade ($p < 0.01$); IC = Intervalo de confiança; Letras maiúsculas diferem estatisticamente entre tratamento; Letras minúsculas diferem

estatisticamente entre velocidades; ** Significativo a 1% de probabilidade; D.M.S. = Diferença mínima significativa transformado; C.V. (%) = Coeficiente de variação em porcentagem; *** valores transformados em $\arccoseno\sqrt{x}\%$.

A análise da viabilidade das sementes mostrou resultados que mostram a escala de influência entre os sistemas dosadores e velocidade operacional.

Para Tourino et al. (2009), os sistemas dosadores pneumáticos podem vir a proporcionar uma distribuição de sementes mais uniforme, conseqüentemente um maior estande de plântulas viáveis e assim aumentando a chance de maior produtividade.

Bornhofen et al. (2015) encontraram resultados semelhantes no índice de viabilidade de sementes de soja em seu trabalho de plantio em diferentes épocas no qual o cultivar semelhante manteve o índice de 85,7 a 90,1 % para a mesma época de plantio.

O índice percentual de viabilidade apresenta melhor resultado no sistema dosador pneumático, seguido pelo sistema mecânico modificado, onde o sistema convencional apresentou os piores resultados em comparativo com os demais.

Conforme aumento da velocidade operacional houve decréscimo no índice de viabilidade, fator presente nos 3 sistemas dosadores analisados. Onde em todos os sistemas a menor velocidade apresentou resultados de maior percentual, sendo do pior para o melhor, mecânico convencional, mecânico modificado e pneumático.

Este índice de viabilidade é constituído pela de sementes avaliadas até a escala 5 de injúrias da escala total de 1 a 8 obtida no teste do tetrazólio, que engloba todos os tipos de danos (mecânico, umidade e percevejo).

4.6 Vigor

Tabela 06: Análise de variância entre as médias de vigor obtidas pelo teste de tetrazólio referente aos tratamentos de mecanismos dosadores e as quatro diferentes velocidades de deslocamento.

Tratamento	Velocidade (Km h ⁻¹)	Média (%)	99% de I.C.	
			Menor	Maior
Testemunha		90,70 A a	88,63	92,11
Convencional	4	73,46 C b	71,61	75,18
	6	67,89 C c	66,18	69,65
	8	60,31 C d	58,79	61,87
	10	59,20 C e	57,84	60,74
Modificado	4	75,01 B b	73,12	76,95
	6	72,61 B c	70,79	74,49
	8	69,65 B d	68,05	71,44
	10	67,11 B e	65,42	68,84
Pneumático	4	83,83 B b	81,91	86,00
	6	77,84 B c	75,88	79,67
	8	72,45 B d	70,62	74,32
	10	61,87 B e	60,31	63,47
DMS Trat.	0,0029			
DMS Vel.	0,003			
CV (%)	2			
ANOVA***				
	F	Sig.		
Tratamento	175,937	0,00**		
Velocidade	268,913	0,00**		
Trat. X Vel.	23,965	0,00**		

Foi aplicado o teste de a Tukey 1% de probabilidade ($p < 0.01$); IC = Intervalo de confiança; Letras maiúsculas diferem estatisticamente entre tratamento; Letras minúsculas diferem estatisticamente entre velocidades; ** Significativo a 1% de probabilidade; D.M.S. = Diferença mínima significativa transformado; C.V. (%) = Coeficiente de variação em porcentagem; *** valores transformados em $\log(x + 0,5)$.

Houve interação entre semeadoras e velocidades e diferenças estatísticas entre si; a testemunha apresentou o melhor valor seguido da pneumática, modificado e convencional sempre na menor velocidade, velocidades mais altas afetaram a sua vitalidade.

A menor porcentagem de germinação tem influência direta do dano mecânico causado à semente, conforme descreve Costa et al. (1996), no qual os autores afirmam que os danos contribuem para que água e microrganismos penetrem através das rachaduras no tegumento da semente quebrada ou danificada durante processos mecânicos como semeadura e colheita, trazendo como consequência redução do vigor das mesmas.

Borba et al. (1994) estudando o efeito da debulha mecânica em milho, verificou a redução da germinação e do vigor em sementes de amostras com diferentes porcentagens de danos mecânicos.

Conforme Fonseca (2007), dano mecânico, ou injúria mecânica, é causada por choques e/ou abrasões das sementes contra superfícies duras ou contra outras sementes, resultando em sementes quebradas, trincadas, fragmentadas e danificadas. Sementes com essas características apresentam redução da germinação e do vigor.

Bottega et al. (2018) relataram o valor médio de índice de velocidade de emergência observado para o dosador pneumático foi maior do que dosador tipo mecânico.

Rossi (2012) afirma que a utilização de lotes com elevado vigor, e tenham uniformidade que por sua vez adjudica crescimentos distintos e as com maior crescimento afetarão as com menor crescimento que por consequência refletirá no desenvolvimento e produção individual das mesmas.

Mortele et al (2011) utilizando biorreguladores na semente de soja não influenciaram a germinação, entretanto, podem aumentar o vigor, dependendo do respectivo cultivar. Martins et al (2016) estudando linhagens de soja afirma que a classificação do vigor de plântulas podem ser utilizados para a seleção de linhagens de soja com sementes de maior vigor e emergência de plântulas em campo.

Abati et al (2018) estudando o efeito do período do armazenamento, foi constatada redução na viabilidade e no vigor das sementes com o decorrer do armazenamento. Nomura et al (2019) estudando doses de *Bradyrhizobium*

japonicum não influenciaram na qualidade fisiológica das sementes de soja e afirma que a não eficiência desses microrganismos na germinação de sementes e no desenvolvimento das plântulas, porém, nos estádios mais avançados, a inoculação possui papel fundamental para um melhor desenvolvimento da cultura.

De Andrade (2016) comparando média de vigor encontrou nenhuma diferença estatística entre os sistemas de trilha e o tamanho da peneira; na qual variaram entre 97,12% a 94,62%, garantido boa viabilidade, pois é exigido um mínimo 80% (MAPA, 2009). Tais resultados do vigor foram parecidos com Cunha, Piva e Oliveira (2009), na qual afirmam que a operação de colheita realizada pela colhedora de cilindro radial, de fluxo axial e de fluxo axial de duplo rotor, não diferem significativamente na qualidade do vigor de sementes de soja.

Ao avaliarem o potencial fisiológico e a produtividade de sementes de soja, Scheeren et al. (2010) constataram que, para a altura de plantas, as sementes de alto vigor apresentaram resposta 11,5% superior à das sementes de baixo vigor, com diferença de 2,5 cm entre as plantas, a qual se manteve até os 75 dias após a semeadura. Isto permitiu que as plantas provenientes de sementes de alta qualidade tivessem uma vantagem desde o início, contribuindo para resultar em maior produtividade de sementes

O sistema pneumático apresentou melhores índices de vigor em todas as velocidades testadas em comparação com os demais.

Os sistemas dosadores mecânicos apresentam menor índice de vigor nas sementes devido ao fato de o índice de danos externos maior, isso devido ao encaixe dentro do conjunto disco/anel não ser tão preciso quanto o pneumático, mesmo quando feita a correta relação entre eles, às sementes apresentam tamanho e formatos desuniformes apesar de seleção previa na empresa.

A velocidade operacional é um fator relevante no vigor, a qual pode culminar no potencial total de desenvolvimento da semente, conseqüentemente na cultura; observa-se também que dentro do tratamento pneumático X velocidade o vigor foi diminuindo a medida que foi-se aumentando a sua velocidade de uma maneira desproporcional em torno de 35% entre a menor e maior velocidade e entre as semeadoras mecânicas houve uma menor amplitude 25% na convencional e 11% na modificada.

4.7 Teste de Tetrázolio (1-8)

Tabela 07: Análise de variância entre as médias obtidas pelo teste de tetrázólio para danos mecânicos classificados de 1-8 referente aos tratamentos de mecanismos dosadores e as quatro diferentes velocidades de deslocamento.

Tratamento	Velocidade (Km h ⁻¹)	Média (%)	99% de I.C.	
			Menor	Maior
Testemunha		22,99 C e	20,53	25,73
Convencional	4	50,17 A d	48,09	52,33
	6	56,81 A c	54,46	59,26
	8	66,76 A b	64,16	69,63
	10	74,68 A a	71,61	77,89
Modificado	4	45,67 A d	43,77	47,53
	6	54,46 A c	52,21	56,81
	8	63,27 A b	60,66	65,99
	10	69,47 A a	66,61	72,45
Pneumático	4	25,49 B d	24,41	26,61
	6	44,81 B c	43,06	46,75
	8	59,39 B b	56,94	61,95
	10	64,61 B a	61,95	67,39
DMS Trat.	0,018			
DMS Vel.	0,020			
CV (%)	7			
ANOVA***				
	F	Sig.		
Tratamento	368,630	0,00**		
Velocidade	770,199	0,00**		
Trat. X Vel.	81,081	0,00**		

Foi aplicado o teste de a Tukey 1% de probabilidade ($p < 0.01$); IC = Intervalo de confiança; Letras maiúsculas diferem estatisticamente entre tratamento; Letras minúsculas diferem estatisticamente entre velocidades; ** Significativo a 1% de probabilidade; D.M.S. = Diferença mínima significativa transformado; C.V. (%) = Coeficiente de variação em porcentagem; *** valores transformados em $\log(x + 1)$.

Nesta avaliação é revelada a importância que tem a semente em todo seu ciclo, constatando e quantificando a semente e o índice de danos (significativos ou não relevantes) pelo processo mecânico de plantio dentro do sistema dosador e tubo condutor. Houve interação entre semeadoras e velocidades sendo os menores valores encontrados são testemunha e pneumática e também com menor velocidade, sabem-se eles podem causar perdas significativas de qualidade dos grãos e sementes e que os danos mecânicos estão associados com o teor de água nas sementes. Exceto a semeadora pneumática com velocidade 4 km h⁻¹ é que mais se aproximou da testemunha, todos os outros tiveram um desempenho pior prejudicando a semente e podendo até comprometê-la.

Flor et. al (2008) observou em estudo que de maneira geral, houve diferenças entre os danos (não observado, não severo e severo) independentemente do local onde o dano foi provocado no corpo das sementes de soja analisadas, no qual também observado diferença estatística entre a testemunha e as demais amostras.

A injúria mecânica se destaca como um dos mais sérios problemas da produção de sementes constituindo uma questão praticamente inevitável, podendo ocorrer danos em todas as etapas do processo produtivo (Lopes et al., 2011).

Dentro da avaliação dos sistemas condutores foram encontradas diferenças no índice de injúrias, chegando próximo o dobro do valor percentual de dano mecânico, apresentando o maior índice de danos o sistema convencional e o menor percentual o sistema pneumático, ambos na menor velocidade.

Após a condução do teste de frio, Cícero e Banzatto (2003) evidenciaram a inexistência de relacionamento entre os danos (poucos severos) observados externamente em sementes de milho e a plântula originada.

Os sistemas dosadores diferenciaram estatisticamente, sendo em ordem maior para menor índice de dano, os sistemas mecânicos convencional, seguido pelo mecânico modificado, e por último o sistema pneumático.

A velocidade é um fator significativo para o índice de injúrias de sementes, os índices de danos aumentaram conforme aumento de velocidade operacional, e as menores velocidades obtiveram melhores resultados em todos os sistemas dosadores.

Entre os sistemas dosadores mecânicos, o dosador modificado apresentou melhores resultados em relação ao sistema convencional, revelando-se ser uma opção para se aproximar dos resultados obtidos pelo dosador pneumático.

Este índice de classificação de escala 1 a 8 engloba desde os danos que não comprometem a viabilidade da semente (1 -5) até danos que tornam inviável o desenvolvimento da semente (6-8).

A velocidade dos elevadores no processo de beneficiamento de soja também se mostrou relevante, no qual maior velocidade de esteira durante a condução resultou em maior índice de danos físicos a sementes de soja (CONRAD, RADKE e VILLELA 2017).

Bottega et al. 2018 igualmente encontrou menor incidência de danos mecânicos nas sementes no sistema dosador pneumático em relação ao sistema dosador mecânico. Carpes et al. (2018) citam ainda que o mecanismo raspador presente nos dosadores também pode interferir nesse índice.

De acordo com França-Neto et al (2018) os resultados com maiores de 35% são péssimos para a cadeia da soja; e também Souza et al (2018) estudando umidade de colheita da semente e as três rotações do rotor de colheita, mostrou que quanto maior a porcentagem de umidade em que a semente foi colhida maior o dano mecânico ocorrido, sua viabilidade reduziu e houve uma grande queda no índice de vigor. Krzyzanowski et al., (2004) afirmam que em lotes de sementes de soja o dano mecânico é um dos principais fatores que limita a produção de sementes de soja de alta qualidade.

4.8 Teste de Tetrázólio (6-8)

Tabela 08: Análise de variância entre as médias obtidas pelo teste de tetrázólio para danos mecânicos classificados de 6-8 referente aos tratamentos de mecanismos dosadores e as quatro diferentes velocidades de deslocamento.

Tratamento	Velocidade (Km h ⁻¹)	Média (%)	99% de I.C.	
			Menor	Maior
Testemunha		2,46 B d	1,11	4,36
Convencional	4	5,63 A c	4,74	6,59
	6	5,35 A bc	4,48	6,29
	8	8,12 A ab	7,04	9,28
	10	8,12 A a	7,04	9,28
Modificado	4	4,93 A c	4,10	5,84
	6	6,27 A bc	5,33	7,28
	8	7,35 A ab	6,34	8,46
	10	8,12 A a	7,04	9,28
Pneumático	4	2,35 A c	1,79	2,99
	6	4,51 A bc	3,72	5,38
	8	5,93 A ab	5,02	6,93
	10	7,53 A a	6,50	8,64
DMS Trat.	0,082			
DMS Vel.	0,092			
CV (%)	19			
ANOVA***				
	F	Sig.		
Tratamento	33,277	0,000**		
Velocidade	64,675	0,000**		
Trat. X Vel.	5,698	0,000**		

Foi aplicado o teste de a Tukey 1% de probabilidade ($p < 0.01$); IC = Intervalo de confiança; Letras maiúsculas diferem estatisticamente entre tratamento; Letras minúsculas diferem estatisticamente entre velocidades; ** Significativo a 1% de probabilidade; D.M.S. = Diferença mínima significativa transformado; C.V. (%) = Coeficiente de variação em porcentagem; *** valores transformados em $\sqrt{x+1}$.

Houve interação entre semeadoras e velocidades sendo os menores valores encontrados são testemunha e pneumática e também com menor velocidade. Como o dano de 6-8 é a ruptura do tegumento de nível mais severo, tornando-a inviável para cultivo e isto corrobora com Bonhofen et al., (2015) que estudando 6 cultivares de soja, 4 apresentaram resultados baixos, muito similares com o encontrados a testemunha e na pneumática e velocidade 4 km h⁻¹ deste trabalho, resultados similares foram encontrados também no trabalho de Benedet (2018) que diz que ausência de danos foi ocasionada pelo método de colheita e debulha manual, uma vez que os danos mecânicos são oriundos de processos de colheita mecânica e relacionados com a quantidade de água presente nas sementes.

Neto et al. (1999) relatou que de 5% até 15% de danos mecânicos em sementes de sorgo, os decréscimos não foram acentuados: 4,74% para germinação e 5,97% para população inicial de plantas. A partir de 15%, no entanto, os danos mecânicos provocaram efeitos bastante prejudiciais à qualidade das sementes. A germinação sofreu um decréscimo de 23,52%, e 20,92%, para população inicial de plantas. Com tais decréscimos, os valores de germinação chegaram a 50,38%.

Resultados semelhantes de redução da qualidade fisiológica das sementes após sofrerem injúrias, foram encontrados por Borba et al. (1994) estudando o efeito na cultura do milho.

Azevedo (1980) afirmou que a qualidade física e fisiológica da semente de sorgo foi afetada adversamente pela colheita mecânica, onde se evidenciaram as maiores porcentagens de sementes danificadas utilizando o cilindro trilhador em maior rotação (890 rpm).

Os resultados obtidos são corroboram o trabalho de Mendonça (2017) que afirmou que a incidência e severidade do dano mecânico na semente de soja aumentam à medida das fases, até o ensaque. E que as sementes redondas apresentam maior suscetibilidade à danificação mecânica severa no embrião.

4.9 Condutividade Elétrica

Tabela 09: Análise de variância entre as médias obtidas pelo teste de condutividade elétrica referente aos tratamentos de mecanismos dosadores e as quatro diferentes velocidades de deslocamento.

Tratamento	Velocidade (Km h ⁻¹)	Média (μS)	99% de I.C.	
			Menor	Maior
Testemunha		0,99 A a	0,93	1,05
Convencional	4	1,35 B b	1,33	1,38
	6	1,49 B c	1,46	1,51
	8	1,52 B d	1,49	1,54
	10	1,58 B e	1,56	1,61
Modificado	4	1,27 B b	1,24	1,29
	6	1,37 B c	1,34	1,40
	8	1,51 B d	1,48	1,53
	10	1,75 B e	1,72	1,77
Pneumático	4	0,93 A b	0,91	0,96
	6	1,04 A c	1,02	1,06
	8	1,08 A d	1,05	1,10
	10	1,10 A e	1,08	1,12
DMS Trat.	0,002			
DMS Vel.	0,002			
CV (%)	5			
ANOVA***				
	F	Sig.		
Tratamento	2739,519	0,00**		
Velocidade	449,672	0,00**		
Trat. X Vel.	57,860	0,00**		

Foi aplicado o teste de a Tukey 1% de probabilidade ($p < 0.01$); IC = Intervalo de confiança; Letras maiúsculas diferem estatisticamente entre tratamento; Letras minúsculas diferem estatisticamente entre velocidades; ** Significativo a 1% de probabilidade; D.M.S. = Diferença mínima significativa transformado; C.V. (%) = Coeficiente de variação em porcentagem; *** valores transformados em $\sqrt{x+1}$.

O teste de condutividade elétrica é um bom indicativo de qualidade para a semente apesar de que a mesma sofre influência de fatores como: tamanho da semente, genótipo, teor de água inicial das sementes e etc. A interação entre tratamento e velocidade mostra que ao sistema de semeadura por pneumática é melhor do que o sistema mecânico (na qual não há diferença entre si), isto mostra que a semente sofre menos na deposição e que na menor velocidade a mesma sofre menor perda de qualidade por essa injúria; a medida que a velocidade foi aumentada os danos aumentaram proporcionalmente; este teste apresenta um lastro de estudos e que é capaz de detectar de início o processo da deterioração na semente.

A determinação pelo teste de condutividade elétrica realizado foi coerente com trabalho de Araujo et al. (2011), no qual o teste de condutividade elétrica também mostrou um indicativo de relação com o vigor encontrado para sementes de feijão Mungo verde.

Para o teste de condutividade elétrica, Belle et al (2016) observou que as sementes comerciais (certificadas) diferiram significativamente das sementes salvas, sendo obtidos valores de condutividade elétrica de $1,09 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g semente}^{-1}$ para a cultivar de soja 1 e de $1,36 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g semente}^{-1}$ na Cultivar de soja 2.

Os valores de condutividade de até $1,50 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g semente}^{-1}$ são indicativo de sementes vigorosas (Menezes et al., 2009) e valores superiores a $190 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g semente}^{-1}$ indicam sementes de baixo vigor (Aosa, 1983), como observado nas sementes salvas das duas cultivares.

Lopes et al. (2011), comentam que a condutividade podem ter relações com as danificações mecânicas encontradas nas sementes, que são consequências de regulagens não adequadas das máquinas ou equipamentos, principalmente quando essas apresentam alto ou baixo teor de água.

Fessel et al. (2003) obteve resultado semelhante pelo teste de condutividade elétrica verificou que a ocorrência de danos mecânicos nas sementes de soja propiciou aumento de lixiviação de metabólitos, e conseqüentemente, a redução do vigor.

Mahl (2002) que estudando com sementes de milho não encontrou diferenças tanto na semeadora como na velocidade; no entanto com Mazetto

(2008) analisando com soja encontrou diferença de entre colhedoras no teste de condutividade elétrica e também.

Vale et al. (2010) demonstraram o potencial que a semeadura por disco horizontal causou danos a sementes e que a menor velocidade de deslocamento influencia a mesma e que o desempenho de uma semeadora-adubadora direta (horizontal) foi menor que a pneumática.

4.10 Umidade de 1-8

Tabela 10: Análise de variância entre as médias (umidade 1-8) referente aos tratamentos e as quatro diferentes velocidades de deslocamento.

Tratamento	Velocidade (Km h ⁻¹)	Média	99% de I.C.	
			Menor	Maior
Convencional	4	20,33 B d	19,14	21,54
	6	21,34 B bc	20,09	22,60
	8	20,73 B ab	19,51	22,01
	10	21,18 B a	19,94	22,50
Modificado	4	18,45 B d	17,37	19,56
	6	20,73 B bc	19,51	22,01
	8	22,23 B ab	20,93	23,60
	10	23,21 B a	21,86	24,59
Pneumático	4	18,59 A d	17,49	19,75
	6	25,73 A bc	24,23	27,31
	8	32,19 A ab	30,33	34,16
	10	41,56 A a	39,18	43,98
Testemunha		20,88 B cd	17,79	24,47
DMS Trat.	0,029			
DMS Vel.	0,033			
CV (%)	7			
ANOVA***				
	F	Sig.		
Tratamento	230,466	0,00**		
Velocidade	132,015	0,00**		

Trat. X Vel.	56,096	0,00**
--------------	--------	--------

Foi aplicado o teste de a Tukey 1% de probabilidade ($p < 0.01$); IC = Intervalo de confiança; Letras maiúsculas diferem estatisticamente entre tratamento; Letras minúsculas diferem estatisticamente entre velocidades; ** Significativo a 1% de probabilidade; D.M.S. = Diferença mínima significativa transformado; C.V. (%) = Coeficiente de variação em porcentagem; *** valores transformados em $\log(x + 1)$.

Houve interação entre semeadoras e velocidade, sendo a testemunha seguida das semeadoras de discos (tradicionais e horizontais) a que apresentaram os resultados mais homogêneos. Todos os valores ficaram próximos da testemunha exceto quando se utilizou a pneumática em velocidades maiores na quais provocaram um dano e isto comprova que o planejamento é um fator determinante para uma boa colheita.

Segundo França-Neto et al. (2007), é um dos fatores que mais afeta o desempenho de sementes de soja. Os dados do presente trabalho não corroboram com Benedet (2018) que encontro em média 46% com aplicação de dessecante e 49% sem dessecante. A variação na ocorrência de deterioração por umidade ocorre, principalmente, devido a variações nos índices pluviométricos característicos de cada mês. (Costa et al. 2003).

França-Neto et al. (2017) observaram sérios problemas de qualidade de grãos de soja, resultantes da ocorrência de elevados índices de deterioração por umidade e propõe estudos interdisciplinares para redução ocorrência e a consequente melhoria na qualidade dos grãos de soja produzidos.

Amorim et al., (2018) concluiu que o teor de água das sementes no momento da trilha afetou a qualidade fisiológica das sementes de girassol, sendo recomendado o teor de água de 14,5% e esse resultado pode ser justificado admitindo que sementes quando trilhadas mecanicamente com alto teor de água estão susceptíveis a amassamento, quando colhidas com baixo teor de água estão susceptíveis a trincas e quebras (EMBRAPA, 2009).

4.11 Umidade de 6-8

Tabela 11: Análise de variância entre as médias (umidade 6-8) referente aos tratamentos e as quatro diferentes velocidades de deslocamento.

Tratamento	Velocidade (Km h ⁻¹)	Média	95% de I.C.	
			Menor	Maior
Convencional	4	3,40 A ab	2,68	4,21
	6	4,02 A ab	3,23	4,89
	8	5,02 A ab	4,14	5,99
	10	4,35 A a	3,53	5,26
Modificado	4	2,48 AB ab	1,87	3,17
	6	3,14 AB ab	2,45	3,91
	8	2,16 AB ab	1,59	2,81
	10	2,01 AB a	1,46	2,64
Pneumático	4	2,45 AB ab	1,84	3,14
	6	2,61 AB ab	1,99	3,32
	8	4,02 AB ab	3,24	4,90
	10	5,50 AB a	4,57	6,51
Testemunha		1,99 B b	0,74	2,13
DMS Trat.	0,087			
DMS Vel.	0,104			
CV (%)	26			
ANOVA***				
	F	Sig.		
Tratamento	22,332	0,000**		
Velocidade	4,518	0,005**		
Trat. X Vel.	6,183	0,000**		

Foi aplicado o teste de a Tukey 5% de probabilidade ($p < 0.05$); IC = Intervalo de confiança; Letras maiúsculas diferem estatisticamente entre tratamento; Letras minúsculas diferem estatisticamente entre velocidades; ** Significativo a 5% de probabilidade; D.M.S. = Diferença mínima significativa transformado; C.V. (%) = Coeficiente de variação em porcentagem; *** valores transformados em $\sqrt{x+1}$.

Houve interação entre tratamento e velocidade as diferenças significativas apesar dos baixos valores da testemunha e as semeadoras o que é um bom

sinal, pois danos de umidade 6-8 são particularmente sensíveis e acarretaria se a semente fosse levada a campo um estande inicial e final inferior; já a velocidade menor é que apresentou um resultado satisfatório. Também é possível notar as discrepâncias entre os valores do pneumático onde o menor foi 2,45 e o maior foi de 5,10 (basicamente dobrou o seu valor), percebe-se uma homogeneidade entre a semeadora horizontal modificada, e a semeadora convencional apresentou valores altos, a pneumática com velocidade menor é a que mais se assemelhou com a testemunha.

Bornhofen et al., (2015) apresentaram resultados pequenos avaliando seis cultivares de soja, mas maiores que neste trabalho, no entanto França-Neto et al., (2018) apresentaram resultados bem maiores em torno de 50% maiores que neste trabalho e também Benedet (2018) sofreu com umidade altas, pois houve precipitação em seu trabalho.

Da Silva (2015) não encontrou diferenças significativas entre genótipos de soja para dano de umidade 6-8; Guedes et al. (2012), exibem que apenas um percevejo por metro quadrado, causa perdas de até 125 kg ha⁻¹, e que na ausência de controle, serão realizadas aplicações que poderão causar resistência, além do descontrole das pragas secundárias, interrupção da ação dos predadores e etc. (EMBRAPA, 2014).

Uma estratégia alternativa, ou complementar ao uso consciente de inseticidas, provém de pesquisas objetivando o melhoramento de plantas de forma a torná-las mais resistentes aos insetos-pragas (CARVALHO, 2015 conforme citado por CAMARGOS, 2017).

4.12 Percevejo de 1-8.

Tabela 12: Análise de variância entre as médias (percevejo de 1-8) referente aos tratamentos e as quatro diferentes velocidades de deslocamento.

Velocidade (Km h ⁻¹)	Média	95% de I.C.	
		Menor	Maior
4	5,29 a	4,85	5,73
6	5,19 a	4,77	5,64
8	4,58 a	4,19	5,00
10	4,92 a	4,50	5,35
Testemunha	3,94 a	2,40	5,87

Tratamento	Média	95% de I.C.	
		Menor	Maior
Convencional	4,19 A	3,85	4,53
Modificado	5,12 A	4,75	5,50
Pneumático	5,73 A	5,34	6,13
Testemunha	3,94 A	2,40	4,07

DMS Trat.	0,109
DMS Vel.	0,123
CV (%)	18

ANOVA***		
	F	Sig.
Tratamento	12,351	0,008**
Velocidade	1,501	0,216 ^{ns}
Trat. X Vel.	,960	0,455 ^{ns}

Foi aplicado o teste de a Tukey 5% de probabilidade ($p < 0.05$; ^{ns} não significativo); IC = Intervalo de confiança; Letras maiúsculas diferem estatisticamente entre tratamento; Letras minúsculas diferem estatisticamente entre velocidades; ** Significativo a 5% de probabilidade; D.M.S. = Diferença mínima significativa transformado; C.V. (%) = Coeficiente de variação em porcentagem; *** valores transformados em $\sqrt{x+1}$.

Não houve interação entre as variáveis estudadas apesar do tratamento semeadora passar no teste de análise de variância, mas na diferença de médias foram todas iguais. A testemunha apresentou menor ataque seguido de convencional, modificado e pneumático; e na velocidade seguiu-se da

testemunha 8,10,6 e 4 km h⁻¹, mesmo não sendo significativos, não se pode desmerecer o ataque mesmo sendo um dano leve de 1-8 de pragas na agricultura, além do que a intensidade do dano causado por percevejos depende da espécie e estágio de desenvolvimento da cultura (CORREA FERREIRA & KRZYZANOWSKI, 2009)

Os dados corroboram com Benedet (2018) que também não encontrou diferenças estatísticas entre qualidade fisiológicas de sementes em função de estádios de dessecação em relação ao dano leve de percevejos, na qual no mesmo trabalho quando não houve dessecação os ataques chegaram a 58%.

Os percevejos são considerados as pragas mais importantes da cultura da soja, por se alimentarem diretamente das sementes, sendo responsáveis por danos que refletem na redução da produção, na qualidade e na germinação de sementes, e por transmissão de moléstias (BELORTE et al., 2003).

4.13 Percevejo de 6-8.

Tabela 13: Análise de variância entre as médias (percevejo 6-8) referente aos tratamentos e as quatro diferentes velocidades de deslocamento.

Tratamento	Velocidade (Km h ⁻¹)	Média	99% de I.C.	
			Menor	Maior
Convencional	4	2,83 AB b	2,04	3,76
	6	3,88 AB b	2,94	4,95
	8	4,48 AB b	3,46	5,63
	10	4,92 AB b	3,85	6,12
Modificado	4	1,72 C b	1,12	2,46
	6	1,59 C b	1,01	2,30
	8	1,34 C b	0,81	1,99
	10	1,59 C b	1,01	2,30
Pneumático	4	1,35 BC b	0,82	2,01
	6	2,04 BC b	1,38	2,84
	8	2,45 BC b	1,71	3,31
	10	3,03 BC b	2,21	3,98
Testemunha		5,98 A a	3,13	6,73

DMS Trat.	0,106	
DMS Vel.	0,120	
CV (%)	32	
ANOVA***		
	F	Sig.
Tratamento	61,570	0,00**
Velocidade	6,737	0,00**
Trat. X Vel.	2,772	0,014**

Foi aplicado o teste de a Tukey 1% de probabilidade ($p < 0.01$); IC = Intervalo de confiança; Letras maiúsculas diferem estatisticamente entre tratamento; Letras minúsculas diferem estatisticamente entre velocidades; ** Significativo a 1% de probabilidade; D.M.S. = Diferença mínima significativa transformado; C.V. (%) = Coeficiente de variação em porcentagem; *** valores transformados em $\sqrt{x+1}$.

Houve interação entre semeadoras e velocidades, e a semeadora que a apresentou menor valor de ataque grave de percevejos foi a com disco horizontal modificado e não houve divergência entre as velocidades, apenas a testemunha teve um valor superior talvez explicado por características inerentes a própria semente. Um dado que chama atenção é a homogeneidade do sistema modificado com valores muito próximos e isto prova que o sistema abaixa o dano na semente que por sua vez terá menor ataque de percevejo, outro dado interessante é a pneumática com menor velocidade de trabalho na qual apresentou o menor valor, o uso de menor velocidade de trabalho constante na semeadora pneumática proporciona ganhos futuros no plantio e colheita.

Costa et al., (1994) salientam que cultivares de soja precoce, os danos por percevejos são menos prejudiciais à qualidade das sementes do que os danos mecânicos e umidade; dados que corroboram com o trabalho de Bonhofen et al., (2015) que apresentou danos por percevejos de 6-8 de em média 1,14% e no próprio trabalho foi encontrado dado de 3%.

As lesões causadas por percevejos, colonizados por principalmente *Nematospora coryli Peglion*, que ataca o tecido traz sérios prejuízos à qualidade das sementes (Costa et al. 2005). França Neto et al., (1998) afirmam que índices de percevejos entre 7 e 10% são considerados restritivos ao desempenho da semente.

Benedet (2018) encontrou valores de 17,8% e que sem aplicação de dessecante foi de 21,6%, CORRÊA-FERREIRA, (2005) completa que eles estão diretamente relacionados à população e ao estágio de desenvolvimento da planta. A média brasileira referente à ocorrência de danos por percevejo foi de 25,1%, muito próxima à observada em 2014/15, que foi de 26,2% (FRANÇA-NETO et al., 2016)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A logística e a procedência do material deve ser um fator a ser considerado.

Conforme a tecnologia dos sistemas dosadores no mercado agrícola muda e nos permite mais opções, o índice de dano é alterado em cada um. O que mostra a importância de continuar essa linha pesquisa.

Quando a velocidade operacional é reduzida o índice de danos nas sementes sofre um decréscimo, porém nem sempre é viável realizar a operação de semeadura em velocidades tão baixas, o que nos leva a um impasse que deve ser analisado com muito critério.

Bons resultados são possíveis em todos os sistemas dosadores, desde que trabalhado nos limites permitidos e aceitáveis de cada sistema.

Recomenda-se mais repetições, com maior variáveis analisadas, como anel/discos nos sistemas mecânicos e alterar pressão no sistema pneumático, inclusive com outras culturas.

6 CONCLUSÕES

A velocidade é determinante para a qualidade final da semente depositada no solo.

Todas as amostras dos fatores analisados da interação dosador e velocidade apresentaram alguma injúria nas sementes analisadas, desde injúrias não significativas (sementes viáveis) até danos críticos (perda da semente).

Em todos os cenários analisados quanto maior a velocidade operacional, mais injúrias foram encontradas nas sementes analisadas, comprometendo assim sua qualidade e desenvolvimento para plântula.

O mecanismo dosador pneumático apresentou os melhores resultados nos testes de viabilidade e vigor de sementes depositadas em comparação com os dosadores mecânicos convencional e modificado.

Recomenda-se trabalhar no plantio com a maior velocidade operacional possível até que a qualidade da semente seja comprometida.

REFERÊNCIAS

AMADO, M.; TOURN, M. C.; ROSATTO, H. G. Efecto de la velocidad de avance sobre la uniformidad de distribución y emergencia de maíz. In: BARBOSA, O. A. (Ed.). **Avances en ingeniería agrícola 2003-2005**. San Luis: Cadir, 2005. p. 77-81.

ABRANTES, F. L. et al. Nitrogênio em cobertura e qualidade fisiológica e sanitária de sementes de painço (*Panicum miliaceum* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3, p. 106-115, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010131222010000300012>. Acesso em: 21 out. 2017.

ALBIERO, A. et al. Gráficos de probabilidade normal para avaliação de mecanismos de distribuição de sementes em semeadoras. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 507-518, 2012.

ALMEIDA, A. S. et al. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de melancia. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 17, n. 1, p. 68-77, 2010. Disponível em: <<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/fzva/article/view/6115>>. Acesso em: 12 jan. 2018.

ANGHINONI, Matheus. Mecanismos dosadores e velocidade de deslocamento do conjunto trator semeadora nos componentes agronômicos do milho. Dissertação 44p. 2019.

ANJUM, F. et al. Water stress in barley (*Hordeum vulgare* L.): I. Effect on morphological characters. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, Faisalabad, v. 40, n. 1, p. 43-44, 2003.

AOSA - ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSIS. Seed vigor testing handbook. East Lansing, 93 p. (Contribution, 32), 1983.

APROSOJA - Associação dos Produtores de Soja do Brasil (Brasília). A história da soja. 2014. Disponível em <<http://aprosojabrasil.com.br/2014/sobre-a-soja/a-historia-da-soja/>>. Acesso em: 04 maio 2018.

ARAUJO, R. F. et al. TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA PARA SEMENTES DE FEIJÃO-MUNGO-VERDE. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 33, nº 1 p. 123 - 130, 2011.

ASABE – AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURE AND BIOLOGICAL ENGINEERS. **ASABE Standards**. St. Joseph: ASABE. D.497.7. 8 p. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. Projeto de norma 04:015.06-004 – semeadoras de precisão – ensaio de laboratório – Método de Ensaio. São Paulo, 1992. 26 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT.NBR/9743 - Semeadora de fluxo contínuo em linha - ensaio de laboratório. São Paulo: Fórum Nacional de Normalização, 1987. 16 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Projeto de norma 12.02.06-0044 – Semeadoras de precisão – Ensaio de Laboratorio. São Paulo. Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e qualidade industrial, 1989. 21 p.

ÁVILA, M. R. et al. Influência do estresse hídrico simulado com manitol na germinação de sementes e crescimento de plântulas de canola. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, v. 29, n. 1, p. 98-106, 2007.

AZEVEDO, J.T. Efeitos dos danos mecânicos durante a colheita sobre a qualidade das sementes de sorgo granífero (*Sorghum bicolor* L. Moench.). Pelotas: UFPel, 1980. 79p. Tese de Mestrado.

BALASTREIRE, L. A. Máquinas agrícolas. Semeadura Convencional. Piracicaba SP: Manole, 2004. Cap. 5, p.146-151, 1987.

BALASTREIRE, L. A. **Máquinas agrícolas**. 2. ed. São Paulo: Manole, 2005. 310 p.

BALBINOT JUNIOR, A. A. et al. Semeadura cruzada, espaçamento entre fileiras e densidade de semeadura influenciando o crescimento de duas cultivares de soja. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 15, n. 2, p. 83-93, 2016.

BARROS, A.S.R.; MARCOS FILHO, J. Testes para avaliação rápida do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.19, n.2, p.289-295, 1997.

Bellé et al. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes salvas de soja da região norte do Rio Grande do Sul, *Revista Agrarian* ISSN: 1984-2538 v.9, n.31, p.1-10, Dourados, 2016.

BENNETT, M. A. Determination and standardization challenges of vigor tests of vegetable seeds. **Informativo Abrates**, Curitiba, v. 11, p. 58-62, 2001.

BHERING, M.C. et al. Avaliação do vigor de sementes de melão pelo teste de deterioração controlada. *Rev. bras. sementes*, Pelotas, v. 26, n. 1, p. 125-129, 2004.

BISINOTTO, F. F. **Correlação entre caracteres como critério de seleção indireta, adaptabilidade e estabilidade em genótipos de soja**. 2013. 77 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

BLACK, R. J. Complexo soja: fundamentos, situação atual e perspectiva. In: CÂMARA, G. M. S. (Ed.). **Soja: tecnologia de produção II**. Piracicaba: ESALQ, p.1-18, 2000.

BOEREMA, A. et al. Soybean trade: balancing environmental and socioeconomic impacts of an intercontinental market. **Plos One**, Iowa, v. 11, n. 5, p. 1-13, 2016.

BONETTI, L. P. Distribuição da soja no mundo: origem, história e distribuição. In MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. (Ed.). **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, 1981. p. 1-6.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 45**. Brasília: MAPA, 2013. 39 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNPV/CLAV, 2009. 365 p.

BORBA, C.S.; ANDRADE, R.V. de; AZEVEDO, J.T. de; OLIVEIRA, A.C. de. Efeito da debulha mecânica na qualidade de sementes de milho (*Zea mays* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, v.16, n.1, p.68-70, 1994.

BOTTEGA, E. L.; VIAN, T.; GUERRA, N.; NETO, A. M. O. Diferentes dosadores de sementes e velocidades de deslocamento na semeadura do milho em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Pernambucana*, p. 1-5, 2018.

BYG, D. B. Minimizing harvest losses and mechanical damage of soybean seed. In: SOUTHEASTERN SOYBEAN PLANTING SEED SEMINAR, 1974, Mississippi. **Proceedings...** Mississippi: [s.n.], 1974, p. 53- 78.

CARPES, D. P.; ALONÇO, A. S.; ROSSATO, F. P. VEIT, A. A.; SOUZA, L. B.; FRANCETTO, T. R. Efeito de diferentes tubos condutores na distribuição longitudinal de sementes de milho. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 21, n. 9, p. 657-662, 2017.

CASÃO JÚNIOR, R. et al. Desempenho da semeadora-adubadora SA 13500 Vence Tudo em solos argilosos. *Circular Técnica IAPAR*, n. 110, Londrina, 46 p. 2000.

CELIK, A.; OZTURK, I.; WAY, T. R. Effects of various planters on emergence and seed distribution uniformity of sunflower. *American Society of Agricultural*

and Biological Engineers. Maryland, Jan. 2007. p. 57-61. Disponível em <<http://handle.nal.usda.gov/10113/19264>>. Acesso em: 16 maio 2018.

CÍCERO, S. M. et al. Evaluation of mechanical damages in seeds of maize (*Zea mays* L). by X ray and digital imaging. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 26, p.603-612, 1998.

CONRAD, V. A. D.; RADKE, A. K.; VILLELA, F. A. Atributos físicos e fisiológicos em sementes de soja no beneficiamento. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 29, n. 2, p. 56-63, 2017.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Séries históricas de área plantada, produtividade e produção, relativas às safras 1976/77 a 2015/16. 2016. Disponível em: <http://conab.gov.br/conteudo.php?a=1252&ordem=produto&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudos>: Acesso em: 7 jul. 2018.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acomp. safra bras. grãos, v. 12 Safra 2017/18 - Décimo segundo levantamento, Brasília, p. 1-148, setembro 2018. ISSN 2318-6852

CONAB - ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA DE GRÃOS | v. 6 - Safra 2018/19, n.6 - Sexto levantamento, Brasília, p. 1-69, março 2019. ISSN 2318-6852.

CORTEZ, J. W.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P. Semeadoras de precisão. *Cultivar Máquinas*, n. 56, p. 16-19, 2006.

CORTEZ, J. W.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P.; LOPES, A. Distribuição longitudinal de sementes de soja e características físicas do solo no plantio direto. *Engenharia Agrícola*, v. 26, n. 2, p. 502-510, 2006.

COSTA, P. R. et al. Estresse hídrico induzido por manitol em sementes de soja de diferentes tamanhos. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, v. 26, n. 1, p. 105-113, 2004.

COSTA, N. P. et al. Qualidade fisiológica, física e sanitária de sementes de soja produzidas no Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, D.F., v. 25, n. 1, p. 128-132, 2003.

COSTA, N. P. et al. Efeito de sementes verdes na qualidade fisiológica de semente de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, D.F., v.23, n. 2, p.102-107, 2001.

COSTA, N. P.; OLIVEIRA, M. C. N.; HENNING, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C.; MESQUITA, C. M.; TAVARES, L. C. V. Efeito da colheita mecânica sobre a qualidade da semente de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, Campinas, v. 18, n. 2, p. 232-237, 1996.

DAMASCENO, A. F. **Sistema dosador de sementes e velocidade de operação na semeadura direta de soja**. 42 p. 2017. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2017.

DAN, E. L.; MELLO, V. D. C.; WETZEL, C. T.; POPINIGIS, F.; ZONTA, E. P. Transferência de matéria seca como método de avaliação de vigor de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 9, n. 2, p. 45-55, 1987.

DALL' AGNOL, A.; VIDOR, C. **A saga da soja no Brasil: uma trajetória de sucessos**. Londrina: Embrapa Soja, 2002.

D.C.F.S. DIAS; J. MARCOS FILHO **Scientia Agricola ISSN 1678-992X.Sci. agric. vol. 53 n. 1 Piracicaba Jan./Apr. 1996** TESTES DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA PARA AVALIAÇÃO DO VIGOR DE SEMENTES DE SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill)

DIAS, M. C. L. L.; BARROS, A. S. R. Avaliação da qualidade de sementes de milho. Londrina; IAPAR, Circular 88, 1995. 42 p.

DIAS, P. P. **Efeito das densidades e profundidades de semeadura sobre o desempenho agrônomo da soja**. 2017. 70 f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017.

DIAS, V. O.; ALONCO, A. S.; BAUMHARDT, U. B.; BONOTTO, G. J. Distribuição de sementes de milho e soja em função da velocidade e densidade de semeadura. *Ciência Rural*, v. 39, n. 6, p. 1721-1728, 2009.

Eiras, Diego de Lira, **Perda de matéria seca em grãos de milho submetidos a sistemas de secagem natural e artificial** - Botucatu : [s.n.], 2013 viii, 60 f. : il., Dissertação(Mestrado)- Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2013.

EFEITO DE DOSADORES MECÂNICOS SOBRE A EMERGÊNCIA DE CANOLA / Rita Caroline Barbosa de Lima. 2017. 22f. Trabalho de conclusão de curso de Agronomia – Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, RS.

E. Bornhofen et al. Épocas de semeadura e desempenho qualitativo de sementes de soja. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 45, n. 1, p. 46-55, jan./mar. 2015. Disponível em: www.agro.ufg.br/pat -ISSN 1983-4063 : acesso em 07 junho de 2019.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. **Recomendações técnicas para cultivo do feijoeiro**. 2. ed. Goiânia: Embrapa CNPAF, 2008. 40 p. (Circular Técnica, 13).

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2002. 195 p.

EMBRAPA Circular Técnica, n. 136, 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/177391/1/CT136-online.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2018.

FESSEL, S. A. et al. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas sob efeito do armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 25, n. 1, p. 25-28, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010131222003000100005&lng=en>. Acesso em: 27 fev. 2018.

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.

FLOR, E. P. O. et al. Avaliação de danos mecânicos em sementes de soja por meio da análise de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 26, n. 1, p. 68-76, 2004.

FONSECA, M. G. D. **Concorrência e progresso técnico na indústria de máquinas para a agricultura: um estudo sobre trajetórias tecnológicas**. 1990. 268 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991.

FONSECA, N. R. **Qualidade fisiológica e desempenho agrônomo de soja em função do tamanho das sementes**. 68 f. 2007. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

FRANÇA NETO, J. B. et al. Tecnologia de produção de semente. In: EMBRAPA SOJA. **A cultura da soja no Brasil**. Londrina, 2000.

FRANÇA-NETO, J. B. et al. **Efeito da época de semeadura sobre a qualidade da semente de soja no Mato Grosso do Sul**. Campo Grande: EMPAER, 1984. 9 p.

FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA–CNPSo, 1984. 39p.(Circular Técnica, 9).

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

GARCIA, R. F. et al. Influência da velocidade de deslocamento no desempenho de uma semeadora-adubadora de precisão no norte fluminense. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v. 33, n. 3, p. 417-422, 2011.

HADLEY, H. H.; HYMOWITZ, T. Specification a cytogenetics. In: CALDEWELL, B. E. et al. (Ed.). **Soybeans: improvement, production and uses**. Madison: American Society of Agronomy, 1973. p. 97-116.

HIRAKURI, M. H. et al. Metodologia para avaliação de sustentabilidade da cadeia produtiva da soja no Brasil. Londrina: Embrapa Soja, 2015. 62 p.

ISTA – International Seed Testing Association. **Handbook of vigour test methods**. 3. ed. Zürich: ISTA, 1995. 116 p.

IVANČAN, S. et al. Effect of precision on the intra-row seed distribution for parsley drill operating speed. *Biosystems Engineering*, v.89, n.3, p.373-376, 2004. Disponível em: [http:// dx.doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2004.07.007](http://dx.doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2004.07.007). Acesso em: 02 jun. 2019.

JALEEL, C. A. et al. Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. *International Journal of Agriculture Biology*, Faisalabad, v. 11, n. 1, p. 100-105, 2009.

JASPER, R. et al. Velocidade de semeadura da soja. *Engenharia Agrícola*, v.31, n.1, p.102-110, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/eagri/v31n1/v31n1a10.pdf> . Acesso em: 04 jan. 2019.

JASPER, R.; JANSZN, U.; JASPER, M.; GARCIA, L. Distribuição longitudinal e germinação de sementes de milho com emprego de tratamento fitossanitário e grafite. *Engenharia Agrícola*, v. 26, n. 1, p. 292-299, 2006.

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

KARAYEL, D.; ÖZMERZI, A. Comparison of vertical and lateral seed distribution of furrow openers using a new criterion. *Soil and Tillage Research*, v.95, p.69-75, 2007. Disponível em: [http:// dx.doi.org/10.1016/j.still.2006.11.001](http://dx.doi.org/10.1016/j.still.2006.11.001). Acesso em: 02 jun. 2019.

KIKUTI, A. L. P.; MARCOS FILHO, J. Potencial fisiológico de sementes de couve-flor e desempenho de plantas em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 107-113, 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php? pid=s0101-31222007000100015&script=sci_arttext&lng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0101-31222007000100015&script=sci_arttext&lng=pt)>. Acesso em: 19 out. 2017.

KIRCHNER, J. H. et al. Qualidade física, fisiológica e danos mecânicos nas etapas do beneficiamento de sementes de soja. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 8, n. 2, p. 15-20, jun. 2014. Disponível em: <http://www.emepa.org.br/revista/volumes/tca_v8_n2_jun/tca8210.pdf>. Acesso em: 29 dez. 2017.

KOHLHEPP, G. Análise da situação da produção de etanol e biodiesel no Brasil. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 24, n. 68, p. 223-253, 2010.

KOLLING, D. F. **Estratégias de manejo para mitigar os prejuízos ocasionados ao milho pela variação espacial e temporal na distribuição das plantas na linha de semeadura**. 2015. 142 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2015.

KRZYZANOWSKI, F. C. Desafios tecnológicos para produção de semente de soja na região tropical brasileira. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7., INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE, 4.; CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3.,

2004, Foz do Iguassu. **Proceedings...** Londrina: Embrapa Soybean, 2004. p. 1324-1335.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; COSTA, N. P. Teste do hipoclorito de sódio para semente de soja. **EMBRAPA Circular Técnica**, n. 37, 2004. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/59319/1/37.pdf>>. Acesso em 14 fev. 2018.

KRZYANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A.; COSTA, N. P. da. A semente de soja como tecnologia e base para altas produtividades – Série Sementes. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, Circular Técnica, 55. P. 1-3, 2008.

LANDERS, J. N. Fascículo de experiências de plantio direto no cerrado. Goiânia: APDC, 1995. 261 p.

LIMA FILHO, M. R. et al. Avaliação do desempenho de uma semeadora pneumática trabalhando em condições semiárida. In: ENCONTRO REGIONAL DE AGROECOLOGIA DO NORDESTE, 16., 2017, Rio Largo. Anais... Rio Largo: UFAL, 2017.

LIU, W. et al. Impact of planter type, planting speed, and tillage on stand uniformity and yield of corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 96, n. 6, p. 1668-1672, 2004.

LOEFFLER, T.M.; TEKRONY; D.M.; EGLI, D.B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal of Seed Technology**, v.12, n.1, p.37-53, 1988.

LOPES, M. M., PRADO, M. O. D., SADER, R., & BARBOSA, R.M.; Efeitos dos danos mecânicos e fisiológicos na colheita e beneficiamento de sementes de soja. **Bioscience Journal**, v. 27 , pag 230-238. 2011.

MACHADO, C.C. **Planejamento e controle de custos na exploração florestal**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1984. 138 p.

MACHADO NETO, N. B. et al. Deficiência hídrica induzida por diferentes agentes osmóticos na germinação e vigor de sementes de feijão. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, v. 28, n. 1, p. 142-148, 2006.

MACHADO, T. M.; REYNALDO, E. T. Avaliação de diferentes semeadoras e mecanismos dosadores de sementes em relação à velocidade de deslocamento **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 32, n. 1, 2017. Disponível em: <<http://revistas.fca.unesp.br/index.php/energia/article/view/2345>>. Acesso em: 04 maio 2018.

MAFINI, H. **Danos mecânicos em sementes de soja causados por diferentes mecanismos de colheita**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2016.

MAHL, D.; GAMERO, C. A.; BENEZ, S. H.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, A. R. B. Demanda energética e eficiência da distribuição de sementes de milho sob variação de velocidade e condição de solo. *Engenharia Agrícola*, v. 24, n. 1, p. 150-157, 2004.

MAHL, D. **Desempenho operacional de semeadora em função de mecanismos de corte, velocidade e solos, no sistema plantio direto do milho**. 143 f. 2006. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p.

MARCONDES, M. C.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, I. C. B. Danos mecânicos e qualidade fisiológica de semente de soja colhida pelo sistema convencional e axial. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 27, n. 2, p.125-129, 2005.

MARTINS NETTO D. A. et al. **EFEITO DE DIFERENTES GRAUS DE DANO MECÂNICO NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SORGO;** Pesq. agropec. bras., Brasília, v.34, n.8, p.1475-1480, ago. 1999.

MATTAR, D. M. P. **Influência do deslizamento da roda motriz de uma semeadora/adubadora de plantio direto no espaçamento longitudinal de sementes.** 2010. 67 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

McDONALD, M.B. Improving our understanding of vegetable and flower seed quality. **Seed Technology**, v.20, p.121-124, 1998.

MELO, R. P.; ALBIERO, D.; MONTEIRO, L.A.; SOUZA, F. H.; SILVA, J. G. Qualidade na distribuição de sementes de milho em semeadoras em um solo cearense. *Revista Ciência Agronômica*. v.44, n.1, p.94-101, 2013.

MENDONÇA, MARIA TEREZA; **IMPACTO DA DANIFICAÇÃO MECÂNICA NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MILHO DURANTE BENEFICIAMENTO** / dissertação – Universidade de Brasília. Brasília-DF, 2017.

MENEZES, M.; VON PINHO, E.V.R.; JOSE, S. C. B. R.; BALDONI, A.; MENDES, F.F. Aspectos químicos e estruturais da qualidade fisiológica de sementes de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.44, p.1716-1723, 2009.

MIALHE, L. G. **Máquinas agrícolas para plantio.** Campinas: Millennium, 2012. 648 p.

MILAN, M. **Gestão sistêmica e planejamento de máquinas agrícolas.** 2004. 100 f. Tese (Livre-Docência em Mecânica e Máquinas Agrícolas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

MILAN, M.; ROSA, J. H. M. **Planejamento e dimensionamento de sistemas mecanizados**. 2014. Disponível em:

<[http://disciplinas.stoa.usp.br/pluginfile.php/1576442/mod_resource/content/1/PLANEJAMENTO E DIMENSIONAMENTO DE SISTEMAS MECANIZADOS.pdf](http://disciplinas.stoa.usp.br/pluginfile.php/1576442/mod_resource/content/1/PLANEJAMENTO_E_DIMENSIONAMENTO_DE_SISTEMAS_MECANIZADOS.pdf)>.

Acesso em: 20 jun. 2018.

MODELO, A. J.; SILVA, S. L.; GABRIEL FILHO, A. Força necessária. **Cultivar Máquinas**, Pelotas, v. 8, n. 73, p. 6-9, 2008.

MOLIN, J. P.; CHANG, C. S. Desenvolvimento e testes de dosador vertical para semeadora de precisão. **Engenharia Rural**, Piracicaba, v. 3, n. 1, p. 18-30, 1992.

MORAES, G. A. F.; MENEZES, N. L. Desempenho de sementes de soja sob condições diferentes de potencial osmótico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 2, p. 219- 226, 2003.

MURRAY, J. R.; TULLBERG, J. N.; BASNET, B. B. **Planters and their components: types, attributes, functional requirements, classification and description**. ACIAR Monograph nº 121. Australia: University of the Queensland, 2006. 178 p.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.1-24.

NETTO, D. A. M. et al. Efeito de diferentes graus de dano mecânico na qualidade fisiológica de sementes de sorgo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 8, p.1475-1480, 1999.

NEVES, E. M.; CIDADE, P. F. A.; ESPERANCINI, M. S. T. **Orçamento de custos de 6 culturas no estado de São Paulo**. Piracicaba: FEALQ, 1996. 86 p.

PACHECO, E. P. et al. Avaliação de uma semeadora-adubadora de precisão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n. 3, p. 209-214, 1996.

PEREIRA, L. C.; GARCIA, M. M.; BRACCINI, A. L.; PIANA, S. C.; FERRI, G. C.; MATERA, T. C.; FELBER, P. H. E MARTELI, D. C. V. **Effect of the bioregulator addition to industrial treatment on the quality of soybean (*Glycinemax (L.) Merr.*) seeds at sixty days of conventional storage.** Rev. Colomb.investig.agroindustriales. 2016 p- 15-22.

POPINGIS, F. **Fisiologia da semente.** Brasília: AGIPLAN, 1977. 289p.

POPINIGIS, FLÁVIO. Fisiologia da semente. Brasília: Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior/ Ministério da Educação e Cultura (ABEAS/MEC), 2ª.ed., p. 157, 194-195. 1985.

PORTELLA, J. A. **Mecanismos dosadores de sementes e de fertilizantes em máquinas agrícolas.** Passo Fundo: EMBRAPA – CNPT, 1997. 40 p.

PORTELLA, J. A. **Plantio de precisão:** o desafio para o século XXI. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1999. 5 p.

RAZERA, L. F. **Efeitos de danificações mecânicas causadas por semeadoras em sementes de soja.** 67 f. 1979. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Piracicaba, 1979.

REIS, A. V.; FORCELLINI, F. A. **Análise da precisão funcional da semeadora.** 2002. Disponível em: <<http://wp.ufpel.edu.br/nimeq/files/2011/04/tecnologica-v-6-n2-p-91-104.pdf>>. Acesso em: 26 jun. 2018.

RIBEIRO, M. F. S. et al. Máquinas para semeadura direta em solos de baixa aptidão agrícola. **Circular Técnica do Instituto Agrônômico do Paraná**, Londrina, n. 108, p. 139-53, 1999.

RODRIGUES, L. S.; FAGIOLI, M. **Avaliação da qualidade fisiológico de sementes de soja em pré-colheita produzidas na região do Mato Grosso**. 37 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2017.

ROSA, D.; PAGNUSSAT, D.B.C.L.; SANTOS, C.C.S.; FINCATTO, D. Velocidade prejudicial. Revista Cultivar 2017. Disponível em: <<https://www.grupocultivar.com.br/artigos/velocidade-prejudicial>> Acesso Jun 2019.

ROSSI, R. F.; CAVARIANI, C.; FRANÇA-NETO, J. B. Vigor de sementes, população de plantas e desempenho agrônômico de soja. **Revista de Ciências Agrárias**, Pará, v. 60, n. 3, p. 215-222, 2017.

Sales Guedes, Roberta; Ursulino Alves, Edna; da Silva Santos-Moura, Sueli; Alves Galindo, Evio **Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de Amburana cearensis (Allemão) A.C. Smith** Semina: Ciências Agrárias, vol. 36, núm. 4, julho-agosto, 2015, pp. 2373-2381 Universidade Estadual de Londrina Londrina, Brasil.

SANTANA, R. M. **Desempenho de uma semeadora-adubadora pneumática em função da velocidade de trabalho e profundidade de deposição do fertilizante na cultura do milho**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). 60 f. 2017. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2017.

SANTOS, A. P.; TOURINO, M. C. C.; VOLPATO, C. E. S. Qualidade de semeadura na implantação da cultura do milho por três semeadoras-adubadoras de plantio direto. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1601-1608, 2008.

SANTOS, M. S. et al. Desempenho de semeadora-adubadora em sistemas de preparo do solo. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 4, n. 2, p. 01-06, 2011.

SEDIYAMA, T. (Org.). **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Mecenas, 2009. 314 p.

SEDIYAMA, T. **Tecnologia de produção de sementes de soja**. Londrina: Mecenas, 2013. 352 p.

SILVA, J. G. et al. Desempenho de semeadoras-adubadoras no estabelecimento da cultura do arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 33, n. 1, p. 63-70, 1998.

SILVA, M. C.; GAMERO, C. A. Qualidade da operação de semeadura de uma semeadora- adubadora de Plantio direto em função do tipo de martelete e velocidade de deslocamento. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 25, n. 01, p. 85-102, 2010.

SILVA, V. F. A. **Qualidade da semeadura direta de milho com dois mecanismos de pressão no disco sulcador sob duas velocidades**. 64 p. 2015. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2015.

SILVEIRA, H. A. T. et al. Uniformidade de distribuição de sementes por um dosador pneumático sob efeito da inclinação e da velocidade. In: JORNADA ACADÊMICA INTEGRADA, 25., Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2010.

Tavares, Leandro Augusto Felix. **Balanco econômico da operação de semeadura da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais** / tese doutorado – Botucatu : 2015, 72 f.

TEIXEIRA, J. R. et al. Avaliação de cultivares de soja quanto à tolerância ao estresse hídrico em substrato contendo polietileno glicol. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v. 30, n. 2, p. 217-223, 2008.

TOURINO, M. C. C.; REZENDE, P. M.; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características

agronômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 8, p. 1071-1077, 2002.

TOURINO, M. C. M.; REZENDE, P. M.; SILVA, L. A.; ALMEIDA, L. G. P. Semeadoras adubadoras em semeadura convencional de soja. *Ciência Rural*, v. 39 n. 1, p.241-245, 2009.

UNITED NATIONS. **Indicators of sustainable development: guidelines and methodologies**. 3. ed. New York: UN, 2007. 93 p.

VAUGHAN, C. E. Quality assurance techniques: the chlorox test. In: SHORT COURSE FOR SEEDSMEN, 1982, State College. **Proceedings...** State College: Mississippi Seed Technology Laboratory, 1982. p. 117-118.

Vianeí Antonio Dick Conrad, Aline Klug Radke, Francisco Amaral Villela; **Atributos físicos e fisiológicos em sementes de soja no beneficiamento**. *Magistra*, Cruz das Almas – BA, V. 29, N.2, p.56-63, Jan./Mar.2017.

WEIRICH NETO, P. H. et al. Qualidade na semeadura do milho. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 35, n. 1, p. 171-179, 2015.