



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Botucatu



NAYARA FRANCIELI PARIZOTTO

**QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MILHO E SOJA
SEMEADAS COM DIFERENTES MECANISMOS DOSADORES E
VELOCIDADES DE DESLOCAMENTO**

**Botucatu
2021**

NAYARA FRANCIELI PARIZOTTO

**QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MILHO E SOJA
SEMEADAS COM DIFERENTES MECANISMOS DOSADORES E
VELOCIDADES DE DESLOCAMENTO**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em (Energia na Agricultura)

Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Arbex Silva.

Coorientadora: Prof. Dra. Daiani Ajala Luccas

Botucatu

2021

P234q

Parizotto, Nayara Francieli

Qualidade física e fisiológica de sementes de milho e soja semeadas com diferentes mecanismos dosadores e velocidades de deslocamento / Nayara Francieli Parizotto. -- Botucatu, 2021

85 p. : tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu

Orientador: Paulo Roberto Arbex Silva

Coorientadora: Daiani Ajala Luccas

1. dano mecânico. 2. glycine max. 3. semeadora- adubadora. 4.
plantabilidade. 5. zea mays. 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 DA DISSERTAÇÃO: **QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MILHO E SOJA SEMEADAS COM DIFERENTES MECANISMOS DOSADORES E VELOCIDADES DE DESLOCAMENTO**

AUTORA: NAYARA FRANCIELI PARIZOTTO
ORIENTADOR: PAULO ROBERTO ARBEX SILVA
COORIENTADORA: DAIANI AJALA LUCCAS

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

Prof. Dr. PAULO ROBERTO ARBEX SILVA (Participação Virtual) 
Engenharia Rural e Socioeconomia / Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu - UNESP

P/ Pesquisador Dr. SAULO FERNANDO GOMES DE SOUSA (Participação Virtual) 
Pesquisa / AgroEfetiva Serviços SS Ltda.

P/ Prof. Dr. JULIANO CARLOS CALONEGO (Participação Virtual) 
Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu - UNESP

Botucatu, 05 de outubro de 2021

A Deus, minha família e todas as pessoas envolvidas neste projeto e aos interessados nessa área de pesquisa para futuros benefícios e disseminação de conhecimento

Dedico

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço ao meu senhor Deus pelo dom da vida e por todos os livramentos e bençãos recebidas.

A Faculdade de Ciências Agronômicas Unesp de Botucatu e todos os professores por proporcionar um ensino de qualidade, obrigado pela paciência, dedicação e empenho promovendo todo aprendizado adquirido.

Aos funcionários por toda atenção, carinho e amizade

A minha família, que eu amo demais.

As minhas amigas e amigos que desde a graduação me apoiam, Layane Zattoni, Aryadne Zattoni, Ana Elisa Michelan, Bruna Merchó, Anelise Raad, Ana Caroline Marques, Renata Froio, Estiver Alves e as pessoas que convivi durante este período do mestrado acadêmico, fortalecendo uma amizade, a qual levarei comigo, Paulo Arbex, Eduardo Biral, Marcelo Munhoz, Flávia Souza, Beatriz Oliveira; Roseni Simão, Aldir e Michel, João Vitor.

À Carmem Silva que além de amiga, é uma segunda mãe que Deus me deu de presente, obrigada pelo apoio, pelos conselhos, por estar sempre perto quando preciso.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Paulo Arbex pela oportunidade, profissionalismo, competência, orientação, paciência, amizade e por todo conhecimento passado durante essa jornada, tornando-se referência para todo o meu futuro profissional e pessoal. Muito obrigada por ter sido receptivo e pela oportunidade, confiança, e por todo auxílio.

Ao Grupo de Plantio Direto-GPD, equipe maravilhosa.

Aos que não estão mais no grupo, Flávia, Samantha, Lia, Tomaz, Júlio Nielsen, Luan, Guilherme, Beatriz, Leonardo, Nathalia, Aline, Gabriel e Giovana.

Aos que continuam no grupo Pedro Mosca, Matheus, Pedro, Júlio César, e Eduardo Biral meus sinceros agradecimentos.

Ao departamento de Engenharia Rural e amigos do NEMPA, obrigada pela amizade Aldir e Michel, Miguel e Prof. Dr. Kléber.

Aos amigos da tecnologia de aplicação Márcio, Michael, Larissa, Andréia, e principalmente ao Vitor que me ajudou com as correlações das análises, obrigada pela amizade.

Ao Professor Dr. Edvaldo Amaral que disponibilizou o laboratório de sementes para as análises serem realizadas.

À Valéria técnica do laboratório de sementes, por toda ajuda durante a instalação das análises.

À minha coorientadora Prof. Dra. Daiani Ajala, que auxiliou com as análises laboratoriais, interpretação dos dados, e com dicas para melhorar a pesquisa realizada.

À Carolina Cardoso que me auxiliou com a análise e interpretação do teste com solução de Tetrazólio.

À banca examinadora constituída por Prof. Dr. Paulo Arbex, Dr. Saulo F. Gomes, Prof. Dra. Samantha Almeida, e Prof. Dr. Juliano Carlos Calonego por toda colaboração para a melhoria deste trabalho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) Código de Financiamento 001.

Enfim, a todos que mantiveram ótimos relacionamentos de amizade, e aos amigos e colaboradores que deram sua contribuição para minha obtenção do título de mestre.

“ Nem olhos viram, nem ouvidos ouviram, nem jamais penetrou em coração humano o que Deus tem preparado para aqueles que o amam”

BÍBLIA, A. T. Coríntios 2.9. In BÍBLIA. Português. **Sagrada Bíblia Católica**: Antigo e Novo Testamentos. Tradução de José Simão. São Paulo: Sociedade Bíblica de Aparecida, 2008.

RESUMO

Para obter uma plantabilidade eficiente é imprescindível a atenção em alguns fatores, dentre eles está a qualidade de sementes e a velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado trator- semeadora, responsável pela deposição de sementes no solo, em espaçamentos e população ideal conforme a cultivar recomendada. Com o crescimento populacional é necessário obter maiores produtividades, com isso o estande de plantas pode influenciar diretamente na produtividade da cultura, ficando dependente da semeadora a sua uniformidade na linha do cultivo. Devido a grande variedade de tecnologias disponibilizadas no mercado, este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade física e fisiológica em sementes de milho e soja durante a simulação de semeadura em simuladores de bancada com três sistemas dosadores de disco horizontal (mecânico), sendo estes o dosador convencional pipoqueira, dosador modificado titanium, o dosador modificado plantsystem, e dois sistemas de disco vertical (pneumático), dosador jumil, e o dosador selenium. E velocidades de deslocamento de 4, 6, 8 e 10 km.h⁻¹, com 4 repetições cada e uma testemunha, contendo 80 unidades experimentais para soja e 80 unidades experimentais para o milho. As amostragens de sementes e coleta dos tratamentos foram realizadas no Núcleo de Ensaios de Máquinas e Pneus Agrícolas-NEMPA. Em cada esteira simuladora, foram colocado sacos plásticos ao final de suas correias, e deste modo ao passarem no sistemas dosadores as sementes seriam conduzidas pela correia até o saco plástico de coletas e posteriormente levadas para análise de testes de qualidade física (Teor de água, Tintura de iodo para qualidade física de sementes de milho e Tetrazólio para qualidade física de sementes de soja), e testes para a qualidade fisiológica para as sementes de milho e soja (Germinação, comprimento de plântula e massa seca, condutividade elétrica e envelhecimento acelerado), seguindo metodologias do livro de Regras para Análise de Sementes, Manual de teste de Tetrazólio da Embrapa- soja, e livro de Testes de Vigor em Sementes, no Laboratório de Análise de sementes do Departamento de Produção Vegetal da Universidade Estadual Paulista (UNESP), em Botucatu – SP. Com os testes utilizados foi possível obter resultados que respondem o objetivo da pesquisa. As sementes apresentaram maior índice de danos mecânicos ocasionados pela ação do aumento de velocidade de deslocamento para 10 Km/h, tendo como fator determinante a utilização de sistemas de mecanismos dosadores na operação de plantio, os melhores resultados obtidos em porcentagem de viabilidade e vigor foram observados para o sistema de mecanismo dosador vertical (pneumático), que se sobressaiu ao sistema de mecanismo dosador de distribuição horizontal (mecânico). Indicando com melhor resultado o dosador Jumil e o pior resultado o dosador Plantsystem.

Palavras chaves: dano- mecânico; *glycine max*; semeadora- adubadora; plantabilidade; *zea mays*.

ABSTRACT

In order to obtain efficient planting, it is essential to pay attention to some factors, including seed quality and the displacement speed of the mechanized tractor-seeder set, responsible for deposition of seeds in the soil, in spacing and ideal population according to the recommended cultivar. With population growth it is necessary to obtain higher yields, with this the plant stand can directly originate in the crop yield, its uniformity in the crop line being dependent on the seeder. Due to the wide variety of technologies available on the market, this work aimed to evaluate the physical and physiological quality of corn and soybean seeds during a sowing simulation in bench simulators with three horizontal disc (mechanical) metering systems, these being the conventional poppoqueira feeder, modified titanium feeder, modified plantsystem feeder, and two vertical disc systems (pneumatic), jumil feeder, and the selenium feeder. And displacement of 4, 6, 8 and 10 km.h⁻¹, with 4 repetitions each and one control, containing 80 experimental units for soybean and 80 experimental units for corn. Seed sampling and process collection were carried out at the Center for Testing Agricultural Machines and Tires-NEMPA. On each simulator belt, plastic bags were placed at the end of their belts, and in this way, when passing through the dosing system as seeds carried by the belt to the plastic collection bag and later taken for analysis of physical quality tests (Water content, Dye of iodine for physical quality of corn seeds and Tetrazolium for physical quality of soybean seeds), and physiological quality tests for corn and soybean seeds (Germination, seedling length and dry mass, electrical conductivity and accelerated aging) , following methodologies from the Seed Analysis rulebook, Embrapasoy's Tetrazolium Testing Manual, and the Seed Vigor Tests book, at the Seed Analysis Laboratory of the Vegetal Production Department of the Universidade Estadual Paulista (UNESP), in Botucatu - SP. With the tests used, it was possible to obtain results that determine the objective of the research. The highest index of seeds indicating mechanical damage caused by the action of increasing the displacement speed to 10 km / h, having as a determining factor the use of metering mechanisms in the planting operation, the best results were observed in terms of percentage of viability and vigor. for the vertical (pneumatic) dosing mechanism system, which stood out from the horizontal (mechanical) distribution dosing mechanism system. Indicating the best result for the Jumil feeder and the worst result for the Plantsystem feeder.

Keywords: damage-mechanical; *glycine max*; seeder-fertilizer; plantability; *zea mays*.

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1 - Características das sementes de milho variedade AL AVARÉ:	36
Figura 2 - Características das sementes utilizadas de soja cultivar TMG 7062 IPRO	36
Figura 3 - Croqui do delineamento experimental	37
Figura 4 - Simulador de bancada de uma semeadora com sistema de mecanismo dosador pneumático Jumil®, as sementes são individualizadas no disco dosador através da pressão negativa do vácuo gerado pela turbina .	39
Figura 5 - Discos utilizados para as sementes de milho com 30 furos (A) e soja com 60 furos (B) para o sistema de mecanismo dosador Jumil®	39
Figura 6 - Simulador de bancada para o sistema de mecanismo dosador pneumático - Selenium, as sementes são individualizadas no disco dosador através da pressão negativa do vácuo gerado pela turbina .	40
Figura 7 - Conjunto de discos e anéis utilizados para as sementes de milho com 28 furos (A) e soja com 40 furos (B), para o sistema de mecanismo dosador pneumático Selenium.....	41
Figura 8 - Simulador de bancada para sistema de mecanismo dosador horizontal, neste sistema o dosador e o conjunto de disco e anel são acoplados no mecanismo, e a distribuição das sementes são realizadas através da individualização nos orifícios do disco.....	41
Figura 9 - Dosador Pipoqueira para sistema de mecanismo de dosagem horizontal	42
Figura 10 - Discos e anéis utilizados para as sementes de milho (A) e soja (B) no dosador Pipoqueira.....	42
Figura 11 - Dosador Titanium para sistema de mecanismo de dosagem horizontal	43
Figura 12 - Conjunto de discos e anéis utilizados para as sementes de milho (A) e soja (B) no dosador Titanium.....	43
Figura 13 - Dosador Plantsystem para o sistema de mecanismo de dosagem horizontal	44
Figura 14 - Discos e anéis utilizados para as sementes de milho (A) e soja (B) no dosador Plantsystem	44
Figura 15 - Divisor utilizado para amostragem de sementes	45

Figura 16 - Instalação do teste de Teor de Água para as sementes de soja e milho	46
Figura 17 - Instalação do teste de coloração, com tintura de iodo para avaliação de dano mecânico em sementes de milho	47
Figura 18 - Instalação do teste de Tetrazólio para avaliação de dano mecânico, viabilidade e vigor em sementes de soja.....	48
Figura 19 - Instalação e avaliação do teste de germinação para as sementes de milho e soja	49
Figura 20 - Instalação e avaliação do teste de Análise de comprimento de plântulas em sementes de milho e soja.....	50
Figura 21 - Instalação e avaliação da massa seca do teste de comprimento de plântulas de milho e soja.....	50
Figura 22 - Instalação e leitura do teste de condutividade elétrica em sementes de milho e soja	51
Figura 23 - Montagem do teste de Envelhecimento acelerado	52
Figura 24 - Correlação de Pearson entre as variáveis para os sistema de mecanismo dosador de distribuição horizontal (convencional, titanium e plantsystem) e as velocidade de deslocamento (4, 6, 8 e 10 km/h), para as sementes de milho	62
Figura 25 - Correlação de Pearson entre as variáveis para os sistema de mecanismo dosador de distribuição vertical (jumil e selenium) e as velocidade de deslocamento (4, 6, 8 e 10 km/h), para as sementes de milho.....	63
Figura 26 - Correlação de Pearson entre as variáveis para os sistema de mecanismo dosador de distribuição horizontal (convencional, titanium e plantsystem) e as velocidade de deslocamento (4, 6, 8 e 10 km/h), para as sementes de soja	74
Figura 27 -Correlação de Pearson entre as variáveis para os sistema de mecanismo dosador de distribuição horizontal (convencional, titanium e plantsystem) e as velocidade de deslocamento (4, 6, 8 e 10 km/h), para as sementes de soja	75

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1- Valores médios dos resultados do teste de Qualidade Física para as sementes de milho (Teste de teor de água), para os sistemas de mecanismos dosadores, para o controle e as velocidades de deslocamento..... 54
- Tabela 2- Valores médios dos resultados do teste de Qualidade Física para as sementes de milho sem dano, com danos leves e danos severos (Teste de tintura de iodo), para os sistemas de mecanismos dosadores, para o controle e as velocidades de deslocamento 56
- Tabela 3- Valores médios dos resultados do teste de Qualidade Fisiológica para as sementes de milho germinadas (Teste de germinação), para os sistemas de mecanismos dosadores, para o controle e as velocidades de deslocamento..... 57
- Tabela 4- Valores médios dos resultados do teste de Qualidade Fisiológica para as sementes de milho (Teste de comprimento de plântulas parte aérea e raiz e Massa seca da parte aérea e raiz), para os sistemas de mecanismos dosadores, para o controle e as velocidades de deslocamento..... 58
- Tabela 5- Valores médios dos resultados do teste de Qualidade Fisiológica para as sementes de milho (Teste de condutividade elétrica), para os sistemas de mecanismos dosadores, para o controle e as velocidades de deslocamento..... 59
- Tabela 6- Valores médios dos resultados do teste de Qualidade Fisiológica para as sementes de milho (Teste de envelhecimento acelerado), para os sistemas de mecanismos dosadores, para o controle e as velocidades de deslocamento..... 60
- Tabela 7- Valores médios dos resultados do teste de Qualidade Fisiológica para o teste de teor de água de sementes de soja, para os sistemas de mecanismos dosadores e para o controle as velocidades de deslocamento..... 64
- Tabela 8- Valores médios dos resultados do teste de Qualidade Física para as sementes de soja (Teste de tetrazólio, para dano mecânico nas classes 1 a 8, para os sistemas de mecanismos dosadores, o controle e as

velocidades de deslocamento	65
Tabela 9- Valores médios dos resultados do teste de Qualidade Fisiológica para a viabilidade de sementes de soja, para os sistemas de mecanismos dosadores, para o controle e as velocidades de deslocamento	66
Tabela 10- Valores médios dos resultados do teste de Qualidade Fisiológica para as sementes de soja (Teste de germinação), para os sistemas de mecanismos dosadores, para o controle e as velocidades de deslocamento	67
Tabela 11- Valores médios dos resultados do teste de Qualidade Fisiológica para a vigor de sementes de soja, para os sistemas de mecanismos dosadores e para o controle e as velocidades de deslocamento	68
Tabela 12- Valores médios dos resultados do teste de Qualidade Fisiológica para as sementes de soja (Teste de comprimento de plântula da parte aérea e raiz e Teste de massa seca da parte aérea e raiz), para os sistemas de mecanismos dosadores e para as velocidades de deslocamento	70
Tabela 13- Valores médios dos resultados do teste de Qualidade Fisiológica para as sementes de soja (Teste de condutividade elétrica) , para os sistemas de mecanismos dosadores, para o controle e as velocidades de deslocamento	71
Tabela 14- Valores médios dos resultados do teste de Qualidade Fisiológica para as sementes de soja (Teste de envelhecimento acelerado), para os sistemas de mecanismos dosadores, para o controle e as velocidades de deslocamento	72

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	21
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	24
2.1	Cultura do Milho.....	24
2.2	Cultura da Soja.....	25
2.3	Máquinas para semeadura.....	27
2.4	Qualidade física e fisiológica de sementes.....	31
2.4.1	Fatores que afetam a qualidade de sementes.....	31
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	35
3.1	Localização do início do desenvolvimento da pesquisa.....	35
3.2	Primeira etapa: Simulação de semeadura com diferentes mecanismos dosadores e velocidades de deslocamento.....	35
3.2.1	Material vegetal:.....	35
3.3	Delineamento Experimental.....	36
3.4	Equipamentos utilizados para a simulação de semeadura.....	37
3.4.1	Sistema dosadores tipo pneumático.....	39
3.4.1	Sistema dosadores tipo mecanico.....	41
3.5	Segunda etapa: Avaliação da qualidade física e fisiológica de sementes.....	45
3.5.1	Obtenção das sub amostras.....	45
3.6	Testes utilizados para avaliação da qualidade física e fisiológica das amostras de sementes de milho e soja.....	45
3.6.1	Teor de água.....	45
3.6.2	Teste de coloração com tintura de iodo.....	46
3.6.3	Teste de tetrazólio.....	47
3.6.4	Germinação.....	48
3.6.5	Comprimento de plântulas.....	49
3.6.6	Massa seca do teste comprimento de plântulas.....	50
3.6.7	Condutividade elétrica.....	51
3.6.8	Envelhecimento acelerado.....	51
3.7	Análise estatística.....	52
4	RESULTADOS E DISCUSÃO.....	53
4.1	Qualidade física fisiológica de sementes de milho.....	53
4.2	Qualidade física e fisiológica de sementes de soja.....	64
5	CONCLUSÕES.....	77
	REFERÊNCIAS.....	79

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país tropical com condições climáticas e geográficas e com grande potencial para suprir a demanda mundial por alimentos. Para que isso ocorra é necessário o aumento na produtividade de grãos de soja e milho. Culturas com grande demanda para produção de diversos produtos utilizados para o consumo humano, produção de óleo e etanol, biodiesel, produção de rações para animais. Grande importância nas exportações para diversos países.

Vários são os fatores determinantes para altas produtividades, dentre eles estão a incidência de radiação solar, disponibilidade de água e nutrientes no solo, a utilização de sementes com elevado índice de qualidade com desenvolvimento de plantas de alto vigor em campo, e velocidade ideal de deslocamento recomendado para o conjunto trator-semeadora, para a correta deposição das sementes no sulco de plantio. A má distribuição pode gerar plantas duplas em que uma irá competir com a outra em espaço, água e nutrientes, prejudicando o desenvolvimento de plântulas com alto potencial produtivo, e pode ocorrer também as falhas no sulco do plantio, ocasionando o desenvolvimento de plantas invasoras que competirá com a cultura, prejudicando o seu desenvolvimento.

Atualmente para a obtenção de boa produtividade independente da cultura, o principal foco da pesquisa é produção de sementes de alto poder germinativo e vigor, o quais as sementes produzidas são submetidas a testes laboratoriais e posteriormente em campo. Os atributos genéticos, fisiológicos, sanitários, purezas físicas e varietais devem ser levados em consideração em cada semente, para a obtenção de lavouras uniformes que expressem e garantem o desempenho da cultura em campo.

Após a semeadura, o crescimento inicial das plantas está relacionado ao vigor das sementes, o que reflete no alto poder germinativo, e desenvolvimento produtivo da cultura. Diversos são os problemas e danos relacionados a qualidade de sementes, entre eles, o dano físico ou mecânico, um dos principais motivos para redução na qualidade de sementes, que pode ocorrer durante a semeadura, colheita, trilha, transporte e beneficiamento.

Para identificar a vitalidade de lotes de sementes no decorrer do armazenamento ou após a semeadura, são realizados testes de vigor que possibilitam destacar os lotes com mais eficiência sob variações e condições

ambientais.

Em laboratórios credenciados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), são realizados vários testes para verificação da qualidade de sementes de acordo com seus atributos, e se os mesmos estão dentro dos padrões exigidos.

Alguns dos fatores que precisam ser levados em consideração para atingir eficiência na plantabilidade, além da alta qualidade de sementes, é estar com a manutenção preventiva e regulagem da semeadora- adubadora no momento da operação de semeadura.

Para as semeadoras com sistema dosador de disco horizontal, é recomendado a correta adequação do conjunto de disco e anel, e para as semeadoras com sistema dosador pneumático, a regulagem na pressão do vácuo do sistema dosador, estes são fatores importantes para que a semente mantenha equidistância uniforme no sulco de plantio, além da distância entre sementes e o adubo, o contato solo/semente e a profundidade de semadura, que podem garantir um estande com potencial de alta produtividade.

Outro fator a ser considerado é a velocidade de deslocamento, trabalhos relatam que esta variável está diretamente relacionado a densidade populacional de plantas, interferindo na qualidade da semente, e a correta distribuição na linha de semeadura, prejudicando a produtividade da cultura em campo.

A falta de manutenção, regulagem e adequação da velocidade recomendada durante o processo de semeadura, são fatores que podem ocasionar um dano mecânico (oriundos de impacto muito forte), promovendo a rachadura ou a morte da semente, facilitando a entrada de microrganismos patogênicos, que proporcionará a diminuição do vigor das sementes, inviabilizando a sua germinação.

Para tanto, partiu-se da hipótese de que, na operação de plantio com temperatura, umidade e fertilidade do solo ideal, e a utilização de uma semeadora com sistema mecânico ou pneumático e diferentes sistemas dosadores de distribuição, ao aumentar a velocidade de deslocamento do conjunto trator-semadora pode influenciar no dano mecânico das sementes durante a operação de semeadura.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade física e

fisiológica de sementes de milho e soja em simuladores de bancada com cinco diferentes dosadores de distribuição de sementes e quatro velocidades de deslocamento.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura do Milho

O milho (*Zea mays* L.) é uma planta tropical, (FANCELLI e DOURADO NETO, 2004). A constituição física da semente é formada por: endosperma, gérmen, pericarpo (casca), é proveniente do México, supostamente América Central ou Sudoeste dos Estados Unidos (DUARTE, 2006).

Desde agricultura de subsistência até lavouras de alto nível tecnológico, a cultura do milho é caracterizada como uma cultura elevadamente diversificada, apreciado pela sua estruturação química e seu valor nutritivo. Uma das principais culturas que compõe a balança comercial brasileira, produzido em diversas regiões do país e por isso tem grande importância econômica (MAPA, 2006).

O grão de milho pode ser usufruído de diversas formas como: produção de farinha, óleo, pipoca, amido para alimentação humana, fabricação de rações para a nutrição de gados, suínos e aves, e produção de etanol (EMBRAPA, 2011; FERREIRA, 2009).

A Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) relata que o volume estimado de grãos no Brasil é de 254 milhões de toneladas, redução de 1,2% sobre a safra 2019/20. Essa redução é justificada devido aos danos causados pela seca prolongada nas principais regiões produtoras, observadas nas culturas de segunda safra, sobretudo do milho, aliadas a baixas temperaturas, com eventos de geadas ocorridas nos estados da região Centro Sul do Brasil. Para a cultura do milho espera-se uma produção total de 86,7 milhões de toneladas, ou seja, uma redução de 15,5% em relação a safra 2019/20. O consumo doméstico está previsto em 70,9 milhões de toneladas, e para o estoque final espera-se 5,1 milhões de toneladas, redução de 51,5% comparado a safra anterior (CONAB, 2021).

O atual sistema de produção de sementes da cultura do milho é altamente mecanizado, e Mafini (2016), menciona que os produtores devem exigir sementes de melhor qualidade com alto padrão germinativo e vigor, assim como do setor de implementos e de máquinas agrícolas, tecnologias disponíveis para que as sementes permaneçam com as suas qualidades físicas e fisiológicas, possibilitando melhorias no sistema produtivo.

Considerada o principal insumo agrícola, as sementes de milho precisam

ter características genéticas que proporcionam ótimo desempenho do cultivar estabelecido em campo contribuindo para o sucesso do estande de plantas (MARCOS FILHO, 2015).

Quando há algum tipo de danificação na semente de milho, pode gerar a ocorrência de ataque de fungos, causando podridões das sementes, morte de plântulas em pré e pós-emergência e podridões radiculares, refletindo na produção da cultura estabelecida reduzindo a população de plantas (PINTO, 1993).

De acordo com Andrade et al. (1999), os danos mecânicos podem ser classificados como um dano leve as sementes com fissuras ou tegumento rompido, para danos intermediários sementes partidas apresentando partes inteiras e dano severo as sementes partidas ao meio.

Avaliando a operação de uma semeadora-adubadora, com sementes de milho foi constatado que o mecanismo dosador de disco horizontal perfurado, não danificou as sementes, quando aumentou a velocidade de deslocamento (SILVA, 2000).

Apesar do efeito dos mecanismos dosadores serem significativos, a qualidade da semente ficou dentro do limite aceitável de germinação e de vigor, quando Mantovani et al. (1992), avaliou nove semeadoras-adubadoras em condições de campo.

2.2 Cultura da Soja

Nativa da Ásia, a soja *Glycine max* (L.) Merrill é uma leguminosa que foi introduzida no Brasil em 1882, chegando ao Rio Grande do Sul no ano de 1900. A ampliação da cultura aconteceu na década de 1930, porém foi em 1960 quando aplicada a sucessão ao trigo, houve um abrupto desenvolvimento da cultura, (COSTA, 1996).

Tornando-se o principal produto agrícola das exportações brasileiras e o grande responsável pelo aumento da colheita nacional de grãos, o agronegócio da soja no Brasil é consagrado o carro-chefe da agricultura, (ESPÍNDOLA e CUNHA, 2015). O Brasil apresenta grande potencial de expansão da área cultivada, diversas áreas já cultivadas estão se tornando aptas ao cultivo da soja devido ao melhoramento genético (MANDARINO, 2017).

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento- CONAB (2021) é a *commodity* que mais se destaca, tornando-se a principal leguminosa produzida no mundo. Estima-se aumento de área plantada de 4,3% e 135,97 milhões de toneladas para a produção de soja, na safra 2020/21. Esse aumento é principalmente pela alta dos preços internacionais, aliada ao dólar elevado de 2020. Para as exportações anteriormente estimadas em 86,69 milhões de toneladas passam a ser de 83,42 milhões de toneladas, podendo ser ainda menor caso as exportações dos próximos cinco meses não apresentem um incremento. Finalizando, os estoques de passagem de soja em grãos da safra 2020/21 são estimados em aproximadamente 7, 63 milhões de toneladas.

A produção de sementes e grãos de soja de alta qualidade é um desafio para os produtores, principalmente em regiões tropicais e subtropicais, sendo necessário adoção de práticas agrícolas específicas para sua produção. Quando não se utilizam essas práticas, a semeadura poderá ser prejudicada resultando em baixas produtividades, afetando o teor de óleo e de proteína do grão diminuindo sua qualidade sensorial (FRANÇA NETO et al. 2016).

Segundo Zuchi (2015), a produção de sementes de soja, é uma das cadeias do setor sementeiro mais sofisticadas, devido ao alto nível de tecnologias disponibilizadas no mercado, para a produção e padronização dos lotes de sementes que atendem as necessidades comerciais de sementes de elevado índice de vigor e germinação.

Para a produção da cultura da soja, considerando um eficiente controle de qualidade, é necessário realizar alguns testes para identificação da capacidade fisiológica de sementes, deste modo os lotes podem ser diferenciados pela sua qualidade. Para ser considerada de alta qualidade, a semente deve conter alta taxa de vigor, germinação e sanidade (FESSEL et al. 2003; KRZYZANOWSKI, 2018).

As sementes de soja são organismos vivos de suma importância para a otimização dos padrões quantitativos e qualitativos da produção. A qualidade genética, física e fisiológica são fatores determinantes para o bom desempenho e os padrões de excelência no campo (EMBRAPA- SOJA, 2005).

De acordo com Ludwing (2016) na semente estão todas as informações e características armazenadas no código genético, selecionadas pelos melhoristas como ciclo, rusticidade, qualidade nutricional, resistência a praga e doenças.

Pelo fato da semente de soja ter as partes vitais do seu eixo embrionário (radícula, hipocótilo e plúmula) situado sob um tegumento fino, ou seja, sem muita proteção, a semente de soja fica muito sensível ao dano mecânico, interferindo na sua qualidade física e fisiológica (FRANÇA NETO e HENNING, 1984).

O conceito de dano mecânico é restrito aos distúrbios resultantes das forças que podem danificar as sementes durante a semeadura, colheita, trilha, transporte e beneficiamento. É um fator considerável durante a produção de sementes, pode gerar redução na qualidade da semente de soja. Estas lesões não podem ser totalmente evitadas, mas sua extensão e severidade podem ser reduzidas (POPINIGIS, 1985).

Com a utilização de quatro velocidades (4,0; 5,0; 8,0; e 10 km.h⁻¹), Razera (1979), concluiu que houve danificações nas sementes de soja utilizadas durante o processo de semeadura, utilizando três semeadoras comerciais em bancada de testes.

O teste de Tetrazólio pode aferir o grau de dano imposto a semente. Outro meio de monitoramento de dano mecânico associado ao teste Tetrazólio é o teste do hipoclorito de sódio e o de sementes partidas, que dentro dos padrões limites para qualidades se equivalem e permitem a obtenção de sementes de soja de alta qualidade fisiológica (FRANÇA NETO e HENNING, 1984).

2.3 Máquinas para semeadura

É denominada semeadora, a máquina que tem como função de dosificar, individualizar e conduzir as sementes até o sulco de semeadura, de modo que as sementes fiquem equidistantes e com a profundidade recomendada para a cultura estabelecida em campo (MACHADO et al. 2005).

Para obtenção de alta produtividade e menor custo e conservação do meio ambiente, a necessidade por tecnologias que garantem o aumento na produção agrícola, tem proporcionado desafios aos pesquisadores e produtores. Macedo (2009), relata que ao passar dos anos, foram desenvolvidos tecnologias com adoção da técnica de plantio de cultivos múltiplos ou sequenciados para o sistema de produção do milho.

A utilização de máquinas e implementos em técnicas de cultivo, ou em condições ambientais desfavoráveis, podem provocar danos mecânicos nas

sementes, como injúrias ou deformações, impossibilitando o desenvolvimento da cultura, reduzindo a sua produtividade final, Soave e Wetzel (1987), mencionam que esses danos podem ser agravados devido aos sintomas ocasionados por meio de organismos patogênicos.

Para que as plantas de soja fiquem bem espaçadas e sem aglomerações ou falhas na linha de plantio, é importante a utilização de semeadoras de alta precisão. Deste modo a distribuição uniforme das sementes permitem um eficiente estabelecimento de plantas (EMBRAPA, 2016).

Para que a cultura atinja todo o seu potencial no ciclo de desenvolvimento, é necessário uma boa plantabilidade. A eficiência na semeadura está relacionada em determinados fatores que combinados podem possibilitar um estande adequado com alta produtividade, dentre eles estão os espaçamentos entre linhas, a utilização de sementes de qualidade, a equidistância quando depositadas no sulco de plantio, total cobertura e contato semente/solo, disponibilidade hídrica para germinação, e profundidade (MARQUEZ, 2004; SCHUCH e PESKE, 2012).

Para Bortolotto (2014), além da obtenção de sementes com alto padrão germinativo e vigor, para adquirir produtividade acima da média, é necessário levar em consideração a escolha da semeadora, a correta adequação do conjunto disco e anel para o sistema mecânico ou regulagem da pressão do vácuo para o sistema pneumático, distância entre semente e fertilizante, o contato da semente com o solo e a sua profundidade.

Os componentes responsáveis pela abertura e controle de profundidade do sulco de semeadura para Murray et al. (2006), em uma semeadora adubadora de precisão, são os mais importantes, pois são responsáveis em dosar as sementes e conduzi-las do mecanismo dosador até o sulco de semeadura.

Para impedir que as sementes sejam danificadas e dissipem o poder germinativo, o mecanismo dosador de uma semeadora de precisão deve ser adequado a espécie ou variedade a ser semeada (BALASTREIRE, 1987).

Dosadores são mecanismos que efetuam o trabalho de coletar as sementes e transportá-las até os tubos condutores, classificados por Delafosse (1986) como mecânicos, com adequação de disco e anel e pneumáticos que utilizam através da turbina da semeadora pressões positivas ou negativas fornecida pela tomada de força de potência do trator.

Atualmente o sistema mais usado em semeadoras de precisão é o dosador

horizontal (mecânico), sendo inclusive o de menor custo, este mecanismo dosador está alojado horizontalmente no fundo do reservatório de sementes e possui o conjunto de disco e anel com furos redondos, oblongos, ou com adequações especiais que podem estar localizados nas bordas dos discos, facilitando o alojamento da semente (FRANCETTO et al. 2012, ANGHINONI, 2019).

Francetto et al. (2012) fez um levantamento envolvendo as empresas fabricantes de semeadoras adubadoras e de quais mecanismos dosadores tanto de sementes como de adubos são comum entre elas. Em suas pesquisas, concluiu que o disco horizontal alveolado, para distribuição de sementes, equipa 79,57% das semeadoras adubadoras, desde as que tem 01 até 30 linhas. O pesquisador dividiu em categorias de linhas por semeadoras de todas as empresas de 13 fabricantes. Este mecanismo dosador de disco horizontal alveolado equipa 50,36% das semeadoras adubadoras que possuem de 01 até 10 linhas, 14% das que possuem de 11 até 20 linhas e 1,07% das que possuem de 21 até 30 linhas de semeadura.

Este tipo de dosador com mecanismo de distribuição horizontal de sementes e seus componentes vêm sendo estudados e sofrendo diversas inovações tecnológicas, com a finalidade de melhorar a eficiência e a qualidade na distribuição longitudinal de sementes (SILVA; GAMERO, 2010).

O tipo de dosador horizontal utilizado durante o plantio pode afetar a distribuição de sementes, interferindo na qualidade de semeadura, em função de danos mecânicos ocasionados nas sementes, durante o processo de capturar, dosar, individualizar e conduzir as sementes ao tubo condutor, já que há necessidade da escolha de um conjunto de disco e anel (SIQUEIRA, 2002).

Para Balastreire (1987) é comum os dosadores mecânicos causar até 7% de sementes quebradas, e recomenda a utilização de dosadores do tipo pneumático a vácuo, para as sementes muito frágeis, em função de sua capacidade de dosá-las uma a uma, sem lhes causar danos.

Para Mialhe (2012), os sistemas dosadores pneumáticos se sobressaem pela precisão na dosagem de sementes possibilitando menor índice de danos mecânicos ocasionados durante o processo de dosagem. Esse sistema utiliza vácuo ou pressão produzido por uma turbina, ao qual, um disco vertical gira e prende a semente em seu orifício com a pressão do ar, e com um dispositivo de corte de pressão as sementes são depositadas ao solo através do tubo condutor

(SIQUEIRA, 2002).

Para Dambrós (1998), não houve diferenças significativas na germinação, vigor e danos físicos em sementes de milho, quando utilizou os sistemas dosadores do tipo disco horizontal perfurado e pneumático a vácuo, na velocidade de semeadura de $1,4 \text{ m s}^{-1}$.

Em trabalhos realizados por Bottega et al. (2018), os autores relatam que ao comparar o dosador pneumático com o dosador horizontal, o índice de velocidade de emergência foi maior para o sistema pneumático. Por apresentar poucos componentes mecânicos, este sistema causa menores danos às sementes (ANGHINONI, 2019).

Para Carpes et al. (2017), a forma de liberação das sementes do mecanismo pneumático, diminuem o contato com as paredes internas do tubo reduzindo a percentagem de espaçamentos falhos, e o efeito de ricochete.

Existem duas formas para elevar a capacidade operacional durante o plantio: aumentar a largura de trabalho ou a velocidade de deslocamento da semeadora, ou combinar os dois. O primeiro método é o mais recomendado, entretanto, o produtor terá que investir em novos maquinários, enquanto o segundo com alta velocidade demandada, é possível afetar a deposição de sementes na linha de plantio, refletindo negativamente a produtividade final da cultura implantada (FURLANI et al. 2006).

Segundo Vieira (2001), a velocidade ideal de semeadura é abrir e fechar o sulco sem retirar excessivamente o solo, para que as sementes sejam distribuídas em espaçamentos e profundidades constantes.

A diminuição da velocidade de semeadura tem demonstrado efeito positivo quanto ao rendimento final da cultura e consequente viabilidade econômica. Os motivos principalmente se devem: a diminuição dos danos mecânicos às sementes, causados pelos dedos prensos aliados ao uso do disco alveolado adequado, aumentando o nível de germinação; uma melhor distribuição longitudinal das sementes, diminuindo o fator competição intraespecífica, e aproveitando melhor os recursos naturais disponíveis; e, um melhor fechamento do sulco de semeadura, reduzindo a quantidade de sementes descobertas pelo solo ou até mesmo encontradas fora do sulco (SILVA; GAMERO, 2010).

Velocidades de semeadura elevadas são cada vez mais utilizadas, visando aumentar a capacidade operacional. Contudo, esta é uma das variáveis mais

importantes a serem consideradas, pois aumentam os níveis de danos mecânicos às sementes e afeta diretamente na distribuição longitudinal das mesmas, que, por sua vez influenciam na produtividade e lucratividade final da cultura (SILVA; GAMERO 2010).

De acordo com a pesquisa de Razera (1979), devido o acréscimo da velocidade angular do disco dosador, ao mudar a velocidade de deslocamento da semeadora de $4,0 \text{ km.h}^{-1}$ para 8 km.h^{-1} , o percentual de sementes danificadas de soja aumentou em 13%, acarretando danos mecânicos nas sementes por meio de choques e abrasões, contra o nivelador nas bordas dos orifícios dos discos.

Em velocidades de semeadura de 5 e 7 km h^{-1} , não foi observado, redução significativa do vigor e germinação para as sementes de milho, quando submetidas ao dosador do tipo disco horizontal perfurado (OLIVEIRA et al. 2000).

2.4 Qualidade física e fisiológica de sementes

2.4.1 Fatores que afetam a qualidade de sementes

A plantabilidade está relacionada com a correta distribuição de sementes, tanto em densidade e profundidade no sulco de plantio pelas semeadoras (MÁRQUEZ, 2004). Quando o produtor não segue os princípios básicos de manutenção, regulagem e dimensionamento de máquinas agrícolas, está afetando diretamente a plantabilidade, prejudicando a produtividade (DIAS, 2017).

A produtividade de uma cultura depende de fatores, como temperatura e clima (não podem ser controlados), genética e qualidade da semente utilizada época adequada de plantio, e velocidade de operação. Referindo-se a falta de atenção de técnicos e produtores sobre a velocidade ideal recomendada, os resultados podem ser negativos (SILVA, 2015).

Devido a grandes investimentos realizados em insumos, diante dos avanços e inovações tecnológicas para manter a qualidade da lavoura e com alta produtividade, os produtores rurais exigem do mercado de produção sementes alta qualidade (AMARAL, 2018).

Sementes de alta qualidade possui atributos genéticos, fisiológicos, físicos e sanitários que demonstre todo o seu potencial agrônômico como: plantas com altas produtividades, resistência a pragas, ciclo e tipo de grão. A qualidade

sanitária refere-se a condição da semente quanto á frequência e ocorrência de vírus, fungos, bactérias, nematóides e insetos vetores de doenças (KRZYZANOWSKI et al. 2008; POPINIGIS, 1985).

Atributos fisiológicos estão associados com a capacidade de exercer eficiência máxima da semente em desempenhar funções vitais, indicadas pela sua germinação, vigor e longevidade, e atributo físico com a condição da umidade, cor, densidade, aparência, danos por insetos ou mecânicos e infecções ocasionadas por doenças. A qualidade sanitária esta relacionada com a porcentagem de sementes e de material inerte (impurezas), número de sementes de outras espécies cultivadas, silvestres e de sementes nocivas toleradas e proibidas (KRZYZANOWSKI et al. 2008).

O vigor das sementes determina a sua capacidade de desempenho, e com o teste de germinação é possível detectar a viabilidade das sementes sob condições favoráveis, porém quando expostas a diferentes circunstâncias ambientais, pode ser identificado na qualidade fisiológica atributos não revelados no teste de germinação (MARCOS FILHO, 1999).

Para avaliação do vigor, Ferreira e Borghetti (2004), relatam que existem os métodos laboratoriais diretos, onde são realizado simulações desfavoráveis de campo e os indiretos analisando as características físicas, fisiológicas e bioquímicas que apontam a qualidade das sementes.

Sementes de alto vigor possibilitam rápida germinação e emergência das plântulas, resultando plantas com alto desempenho apresentando melhor estruturação elevando a taxa de crescimento, adquirindo sistema radicular profundo, conseqüentemente produzindo maior número de vagens, gerando maiores produtividades (EMBRAPA, 2016).

Baixa germinação e vigor de sementes, são características de injúria mecânica, provavelmente causadas por atrito das sementes contra superfícies rígidas ou a colisão em outras sementes, ocorrendo as quebras, trincas, fragmentos e danificações (FONSECA, 2007).

O local da injúria mecânica pode determinar se o dano é leve ou severo, pois se o choque ocorrer na região do endosperma, e não for próximo ao embrião, pode ser que não interfira significativamente na qualidade fisiológica da semente, mas quanto mais próximo do embrião, maiores são as chances dessa semente ser inviabilizada (POPINIGIS, 1985).

Além qualidade de germinação e pureza das sementes, durante o processo de semeadura, deve-se considerar alguns fatores, tais como a população de plantas, o índice de deslizamento da roda motriz da semeadora, o percentual de enchimento do mecanismo dosador e o índice de sobrevivência em campo (BALASTREIRE, 1987; SCHMIDT et al. 1999). Porém, não tem sido dada a atenção apropriada ao mecanismo dosador de sementes como agente danificador, embora se saiba que as sementes sofrem pressões, quando passada pelos mecanismos dosadores, e com isso as tornam suscetíveis a danos mecânicos que reduzem seu poder germinativo e vigor.

Albiero et al. (2012) afirmam que o nivelamento da semeadora possibilita o alto índice de sementes quebradas, principalmente pela carga ocupada no reservatório, os autores explicam que cada semente recebe uma determinada tensão quando deslocadas do reservatório para a entrada do dosador.

Durante a semeadura, as sementes ficam sujeitas a contatos e vibrações provocadas pela movimentação da máquina, o que pode ocasionar o ricocheteio no tubo condutor no momento da distribuição dentro do sulco, além de alterar a uniformidade de distribuição de sementes no solo, pode ser prejudicial a estrutura física externa (tegumento), e conforme a velocidade de operação utilizada, os danos mecânicos aumentam (MAHL, 2006).

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas– ABNT (1994), danos ocasionados as sementes através da semeadora-adubadora e seus mecanismos dosadores, podem ser classificadas em: físicos (visível), e latente (não visível). Para este tipo de dano a necessidade de análises laboratoriais, realizadas em testes rápidos fáceis de manusear, pois não tem necessidade de equipamentos especiais e treinamento específico para a técnica utilizada, tornando-se de baixo custo (NAKAGAWA, 1999).

Para Costa et al. (1994), o dano físico é quando uma ação mecânica ocasionada na semente, prejudica diretamente a sua qualidade, refletindo negativamente em sua fisiologia, especialmente nos parâmetros de germinação e vigor. Aproximadamente 40% dos danos mecânicos ocorrem durante a colheita mecânica, 50% no beneficiamento, 4% durante o período de armazenamento, 2% durante o transporte e 4% durante a operação de semeadura (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Segundo Alvarez et al. (1997), mencionam que cultivares de soja, com

grande percentual de lignina presente no tegumento das sementes é mais resistente a danos mecânicos.

Durante a embebição, sementes que possuem danos mecânicos podem sofrer rápida lixiviação do conteúdo celular, perdendo energia e reservas necessárias para o desenvolvimento de plantas vigorosas, favorecendo a incidência de microrganismos de solo prejudicando o estabelecimento das plântulas (DORNBOS, 1994).

Após as sementes da cultura do arroz serem passadas pelo mecanismo dosador de uma semeadora- adubadora, em altas velocidades Silva et al. (1998), demonstraram que durante o plantio, foram encontrados alto níveis de danos nas sementes. A exposição mecânica que a semente é submetida pode comprometer a qualidade e seu desenvolvimento (FRANÇA NETO et al. 2000).

Avaliando a influência da velocidade de deslocamento no desempenho de uma semeadora-adubadora de precisão, Garcia et al. (2011), observaram que o aumento da velocidade de deslocamento, ocasionou um aumento na velocidade periférica do disco dosador de sementes, gerando espaçamentos duplos, redução de sementes distribuídas por metro e aumento de sementes expostas. Os autores observaram que a passagem das sementes pelo mecanismo dosador em elevada velocidade provocou danos mecânicos as sementes, reduzindo a porcentagem de germinação. Avaliando o mecanismo dosador de disco horizontal com componentes de metais, em diferentes rotações (75, 100, 125, e 150 rpm), Astanakulov (2021), observou que as porcentagens de sementes danificadas foram maiores quando aumentou os valores das rotações.

Mediante ao teste em análise de imagens por meio do teste de raio -x Flor et al. (2004), conseguiram comprovar danos mecânicos na camada externa e interna em sementes de soja, também obtiveram resultados de danos por umidade e danos por percevejo, similar ao resultado alcançado pelo teste de tetrázolio.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do início do desenvolvimento da pesquisa

O desenvolvimento da pesquisa foi dividido em duas etapas durante os anos pandêmicos de 2020 e 2021.

A primeira etapa foi conduzida durante primeiro semestre do ano de 2020, neste período foi realizado a amostragem das sementes de milho e soja, e a coleta dos tratamentos durante as simulações de semeadura nos simuladores de bancada, realizada no Laboratório de Agricultura de Precisão do Núcleo de Estudos de Máquinas e Pneus Agrícolas (NEMPA), da Faculdade de Ciências Agrônomicas- FCA- UNESP, Campus de Botucatu – SP.

No segundo semestre foi iniciado a segunda etapa da pesquisa. As sementes de milho e soja coletadas de cada tratamento durante a simulação de semeadura, foram levadas para a avaliação da qualidade física e fisiológica de sementes no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal da faculdade, que foi finalizada no ano de 2021.

3.2 Primeira etapa: Simulação de semeadura com diferentes mecanismos dosadores e velocidades de deslocamento

3.2.1 Material vegetal:

Foram utilizados sementes de milho (variedade AL AVARÉ), e soja (cultivar TMG 7062 IPRO), ambas sem tratamentos e com características agrônomicas descritas no Quadro 1 e 2. E para determinação do peso de mil sementes (PMS), foram utilizados 8 repetições de 100 sementes de milho e soja, contadas ao acaso, manualmente. Após as pesagens de cada repetição, foi calculado a variância, o desvio padrão e o coeficiente de variação.

Figura 1- Características das sementes de milho variedade AL AVARÉ:

MILHO AL AVARÉ	
Tipo de cultura	Variedade
Ano de lançamento	2010
Procedência	Departamento de Sementes, Mudas e Matrizes/ CATI
Ciclo médio	Semiprecoce
Estande	Safra: 45-55 mil plantas. há ⁻¹
	Safrinha: 35 mil plantas. há ⁻¹
Característica da semente	Sementes por metro na linha de semeadura: 3
	Tipo: Semiduro
	Coloração: Alaranjado
	Comprimento: 13,5 mm
	Largura: 9,0 mm
	Massa de mil grão (g): 280
	Porcentagem mínima de germinação: 85

Fonte: Departamento de Sementes, Mudas e Matrizes/ CATI

Figura 2- Características das sementes utilizadas de soja cultivar TMG 7062 I PRO

SOJA TMG 7062 I PRO	
Tipo de cultura	Cultivar
Ciclo médio	Semideterminado
Estande	Safra: 260 - 460 mil plantas. há ⁻¹
Característica da semente	Sementes por metro na linha de semeadura: 13
	Comprimento: 7,5 mm
	Largura: 6,5 mm
	Massa de mil grão (g): 200
	Porcentagem mínima germinação do lote: 80

Fonte: TMG Tropical Melhoramento & Genética S.A

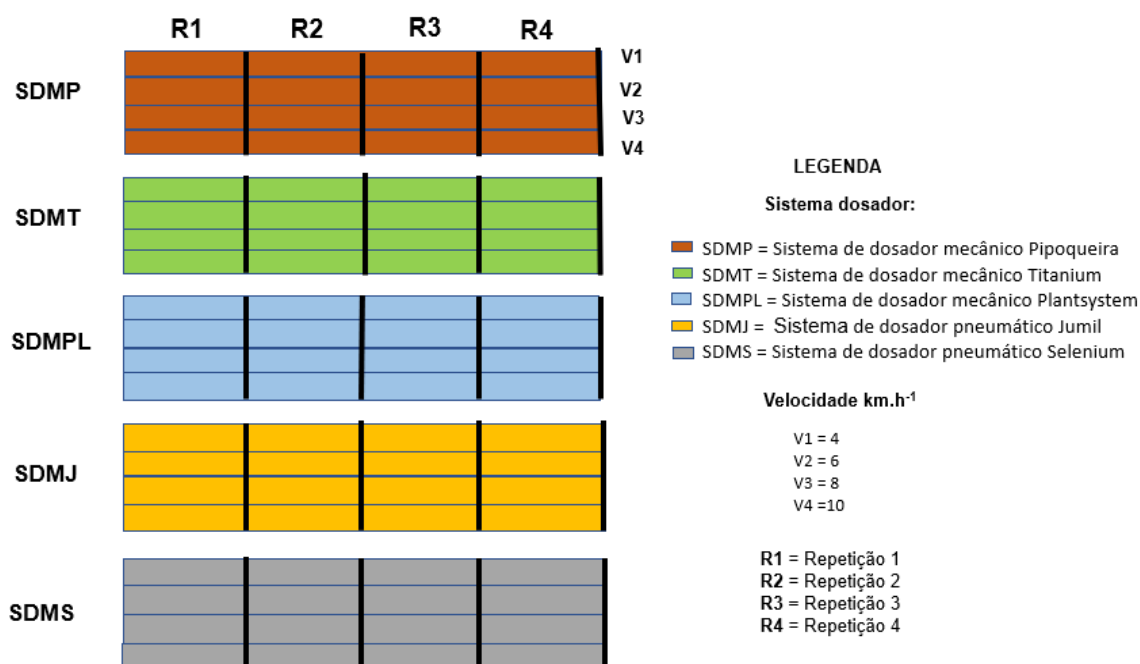
3.3 Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi em faixas, em esquema fatorial (5 x 5). Para a simulação de semeadura foi utilizado dois dosadores de sistema de distribuição vertical (sistema pneumático da marca Jumil^{®1} e sistema

¹Empresas e marcas comerciais citadas no texto não significam propaganda comercial e/ou recomendação

pneumático Selenium fabricado pela empresa J.Assy) e três sistemas de dosadores de distribuição horizontal (sistema mecânico convencional denominado pipoqueira, sistema mecânico modificado titanium fabricado pela empresa J.assy e sistema mecânico modificado plantsystem fabricado pela empresa Embreparts Componentes), em velocidades de 4, 6, 8 e 10 km/h, e um adicional de testemunha com 4 repetições, totalizando 20 tratamentos, demonstrado na figura.

Figura 3 - Croqui do delineamento experimental



3.4 Equipamentos utilizados para a simulação de semeadura

Ao iniciar o experimento foram retirados da embalagem de cada cultura, amostras homogêneas de 1000 (mil) sementes, para a testemunha e para os tratamentos.

Para as coletas dos tratamentos, os dosadores utilizados foram encaixados nos simuladores de bancada e preenchidos com a respectiva amostra de 1000 sementes, sacos plásticos posicionados ao final da correia das esteiras simuladoras para que as amostras de sementes ao passar pelos componentes dos dosadores fossem coletadas. Após a coleta, as sementes foram transferidas para sacos de papel, com as respectivas identificações, fechadas e levadas ao

laboratório para as análises de qualidade.

3.4.1 Sistema dosadores tipo pneumático

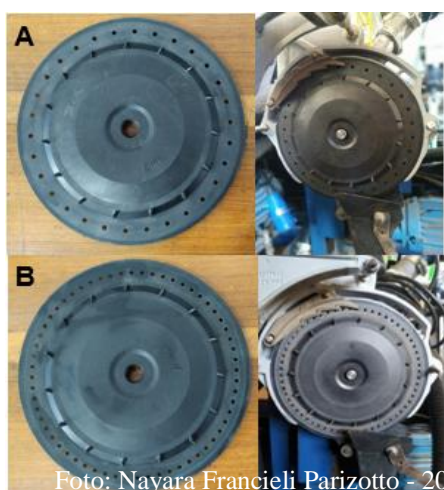
A Simuladora de bancada da semeadora pneumática Jumil® 2980 PD (Figura 2), singulador de ferro para retirada de sementes duplas, bancada com visor que acompanha o funcionamento em tempo real, diâmetro do bocal de vácuo 36,5 mm, diâmetro do bocal de sementes 74 mm para gravidade ou 32 mm de pressão negativa. Com discos de plásticos (Figura 3) com 30 furos para a cultura do milho, 2,5 mm de fileira simples (A) e 60 furos para a cultura da soja, 1,5 mm, com fileira simples (B).

Figura 4 - Simulador de bancada de uma semeadora com sistema de mecanismo dosador pneumático Jumil®, as sementes são individualizadas no disco dosador através da pressão negativa do vácuo gerado pela turbina



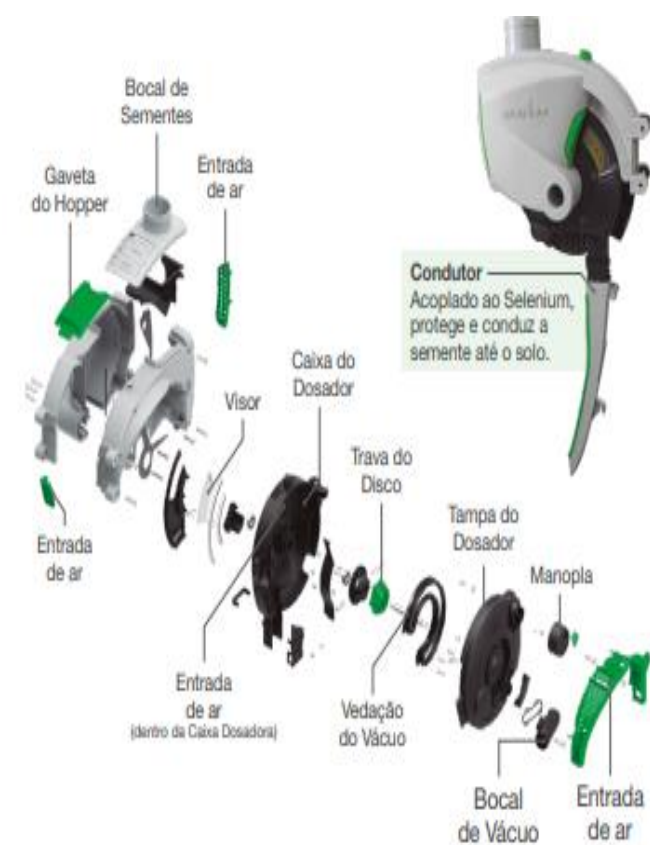
Fonte: Adaptado de Carpes (2019)

Figura 5 - Discos utilizados para as sementes de milho com 30 furos (A) e soja com 60 furos (B) para o sistema de mecanismo dosador Jumil®



A simuladora de bancada da semeadora pneumática com sistema dosador selenium (Figura 4), Diâmetro do bocal de vácuo: 36,5mm. Diâmetro do bocal de sementes: 74mm (gravidade) ou 32mm (pressão negativa), visor para acompanhar o funcionamento em tempo real, caixa dosadora com entrada de ar, trava de disco e vedação do vácuo, condutor de sementes acoplado ao sistema dosador, conjunto de disco e anel específico, sem a necessidade de fazer a adequação. Discos de plásticos (Figura 5), de 28 furos para a cultura do milho, de 4,5 mm e fileira simples (A) e 40 furos para a cultura da soja de 4,0 mm e fileira simples (B).

Figura 6– Simulador de bancada para o sistema de mecanismo dosador pneumático– Selenium, as sementes são individualizadas no disco dosador através da pressão negativa do vácuo gerado pela turbina



Fonte: Manual do operador (2020)



Foto: Nayara Francieli Parizotto - 2019

Figura 7- Conjunto de discos e anéis utilizados para as sementes de milho com 28 furos (A) e soja com 40 furos (B), para o sistema de mecanismo dosador pneumático Selenium

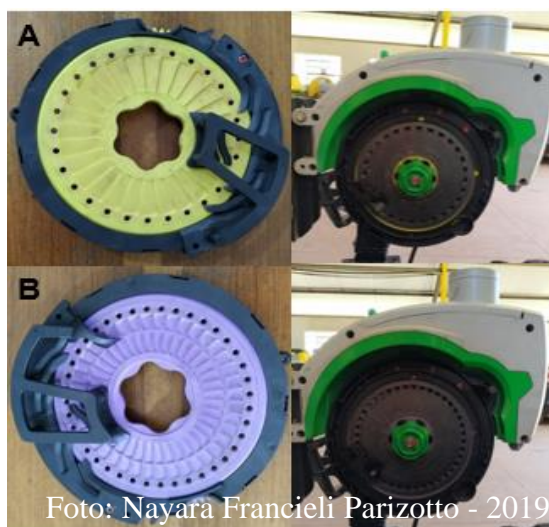


Foto: Nayara Francieli Parizotto - 2019

3.4.1 Sistema dosadores tipo mecânico

Para o simulador de bancada da semeadora horizontal (Figura 6), foi utilizado o sistema dosador por gravidade. O conjunto de disco e anel, ficam na horizontal, quando esse conjunto gira as sementes são deslocadas até o tudo para sua distribuição no sulco de plantio.

Figura 8 - Simulador de bancada para sistema de mecanismo dosador horizontal, neste sistema o dosador e o conjunto de disco e anel são acoplados no mecanismo, e a distribuição das sementes são realizadas através da individualização nos orifícios do disco



Fonte: Manual do operador (2019, p.02)

Francieli Parizotto - 2019

Foram utilizados diferentes dosadores para o mecanismo de distribuição horizontal, dentre eles: Dosador “pipoqueira” (Figura 7), com caixa propulsora instalada, o sistema é composto por materiais rudes como ferro e plástico rígido.

Há necessidade de adequação do conjunto de disco e anel (Figura 8), e troca do singulador (Figura 7), para diferentes culturas. Para a semente de milho o disco utilizado foi da marca Agrodisco de 12,5 mm, com 28 furos de fileira simples e anel liso para a semente (Figura 8- A) de soja disco Agrodisco com 72 furos de fileira dupla 12 mm e anel com rebaixo de 1,0 mm (Figura 8- B).

Figura 9 - Dosador Pipoqueira para sistema de mecanismo de dosagem horizontal

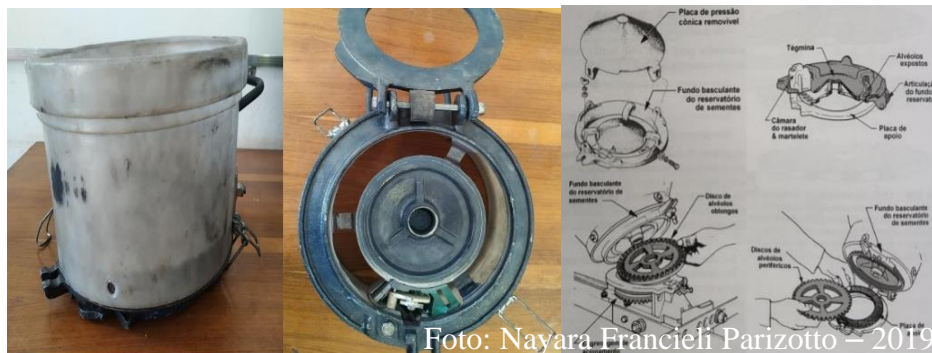


Foto: Nayara Francieli Parizotto – 2019

Figura 10 - Discos e anéis utilizados para as sementes de milho (A) e soja (B) no dosador Pipoqueira



Foto: Nayara Francieli Parizotto – 2019

Dosador Titanium, possui escovaflex com função de expulsar as sementes que não caíram por gravidade, e poliflows organizadores e antipulo (Figura 9), com utilização de anel exclusivo e disco APOLLO RAMPFLOW®, que

possui ranhuras nas laterais dos orifícios dos discos facilitando o alojamento da semente (Figura 10). Para as sementes de milho o disco utilizado foi de 28 furos, 11,0 mm, fileira simples e anel liso (Figura 10- A), e para soja disco de 90 furos, 9,0 mm fileira dupla e anel com rebaixo de 3,0 mm (Figura 10- B)

Figura 11 - Dosador Titanium para sistema de mecanismo de dosagem horizontal



Foto: Nayara Francieli Parizotto - 2019

Figura 12 - Conjunto de discos e anéis utilizados para as sementes de milho (A) e soja (B) no dosador Titanium



Foto: Nayara Francieli Parizotto - 2019

Dosador Plantsystem (Figura 8), possui organizador composto por três aletas raspadoras com material flexível, apoiadas sobre molas de amortecimento, discos denominado Declínio Max® (Figura 12), que possui borda variável para

facilitar o alojamento da semente e a retirada das que sobressaírem o furo do disco, e anéis com uma borda em declínio. Para milho o disco utilizado foi de 28 furos 12,0 mm, fileira simples e anel com rebaixo de 1,0 mm (Figura 12- A), e para soja disco de 90 furos, 9,0 mm, fileira dupla e anel com rebaixo de 1,0 mm (Figura 12- B).

Figura 13 - Dosador Plantsystem para o sistema de mecanismo de dosagem horizontal

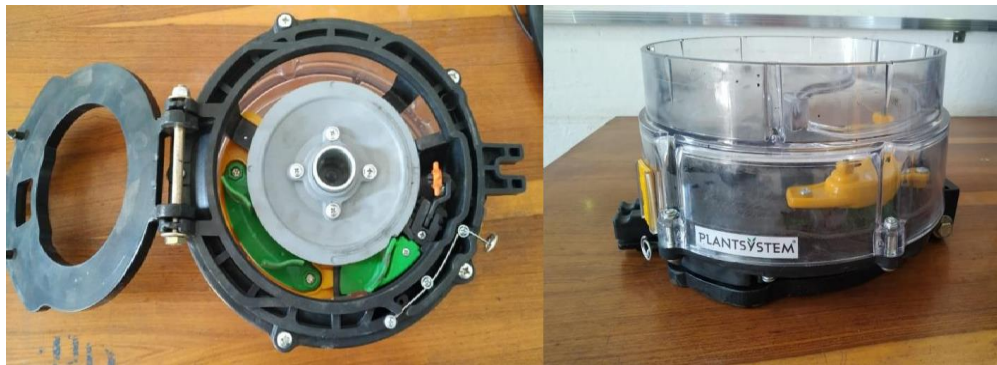


Figura 14 - Discos e anéis utilizados para as sementes de milho (A) e soja (B) no dosador Plantsystem



3.5 Segunda etapa: Avaliação da qualidade física e fisiológica de sementes.

3.5.1 Obtenção das sub amostras

Após a coleta das sementes de milho e soja em simulação de semeadura com diferentes mecanismos dosadores e velocidades de deslocamento, as mesmas foram levadas para análise de testes, no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal, para avaliação da qualidade física (Teor de água, teste de coloração com tintura de iodo para as sementes de milho e teste de tetrazólio para as sementes de soja) e fisiológica (Teste de germinação, comprimento de plântula e massa seca; envelhecimento acelerado e teste de tetrazólio somente para as sementes de soja)

Inicialmente foi realizado o procedimento de amostragem pelo método mecânico, utilizando um divisor (Figura 13), com intuito de homogeneizar amostras para os diferentes testes.

Figura 15 - Divisor utilizado para amostragem de sementes



Após a separação das sub amostras de sementes, as mesmas foram submetidas a testes de qualidade física (grau de umidade e dano mecânico) e fisiológica (germinação e vigor).

3.6 Testes utilizados para avaliação da qualidade física e fisiológica das amostras de sementes de milho e soja.

3.6.1 Teor de água

Uma das formas de determinar a condição do teor de água da semente, é

pelo método de estufa a $105\pm 3^{\circ}\text{C}$ por 24 horas, segundo as RAS (BRASIL, 2009) utilizando duas repetições de 25 sementes por tratamento (Figura 14). A amostra é caracterizado pela perda de peso das sementes e seu resultado é expresso em porcentagem.

Figura 16 - Instalação do teste de Teor de Água para as sementes de soja e milho



3.6.2 Teste de coloração com tintura de iodo

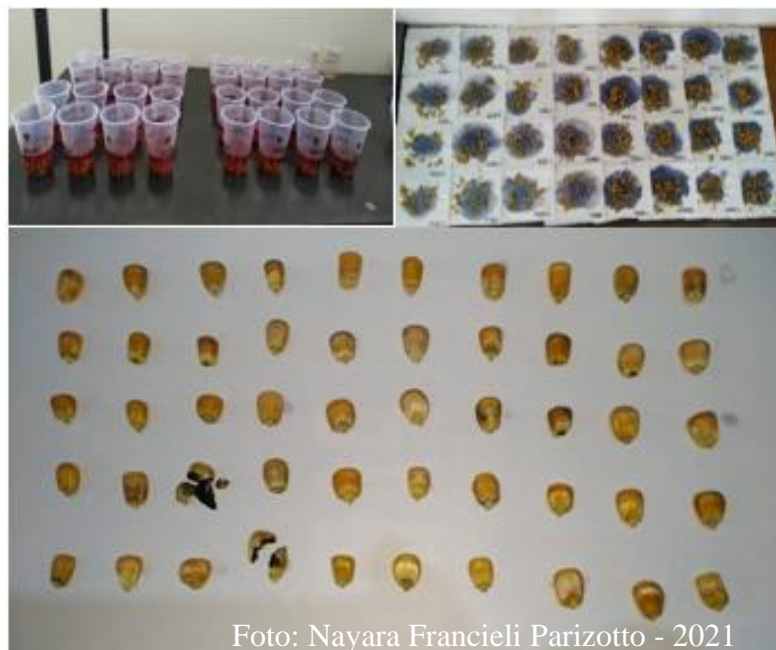
Foram utilizadas para o teste de coloração com tintura de iodo, 4 sub amostras de 50 sementes para cada tratamento, com solução de iodo concentrado a 4% diluído em água destilada, e adicionado a copo plásticos com as sementes de milho, em quantidade suficiente para cobri-lás, permanecendo embebidas durante 5 minutos, em seguida foi eliminado o excesso de corante das sementes em água corrente e distribuídas em folhas de papel toalha para secar (Figura 15). A contabilização de sementes danificadas foi por meio da coloração azul escura devido a reação do iodo com o amido endospermático, de acordo com a metodologia descrita por Borba et al. (1995), seguindo os seguintes critérios:

Sem dano: sementes que não estavam quebradas, partidas, com trincas no embrião e pequenos estragos superficiais;

Danos leves: sementes com danos no endosperma;

Danos profundos : sementes com danos no embrião.

Figura 17 - Instalação do teste de coloração, com tintura de iodo para avaliação de dano mecânico em sementes de milho

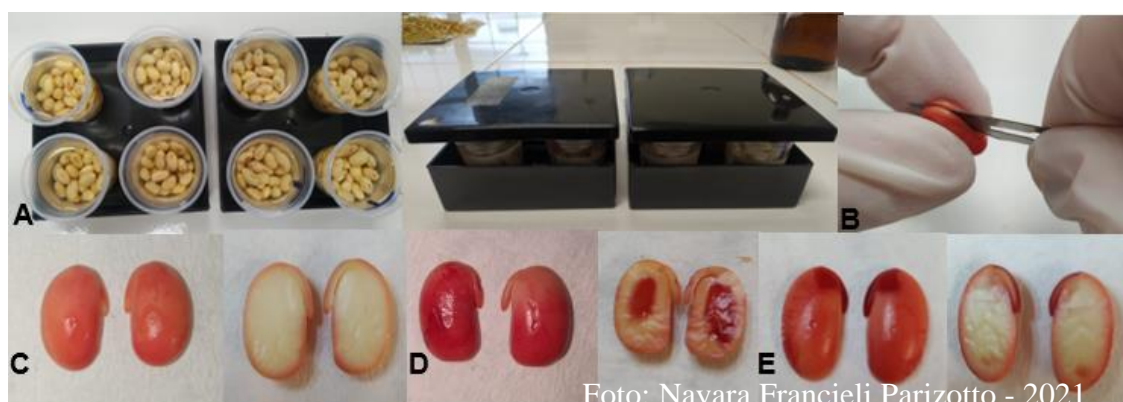


3.6.3 Teste de tetrazólio

A qualidade física (danos mecânicos) e fisiológica (vigor e viabilidade) das sementes de soja foram avaliadas pelo teste de tetrazólio (Figura 16). Para a avaliação foram utilizadas 2 repetições de 50 sementes para cada tratamento. Inicialmente as sementes de soja foram pré-umedecidas com água destilada em rolos de papel toalha do tipo germitest, e mantidos em câmara de germinação a 25°C no escuro por 16 horas. Após, as sementes foram adicionadas em copos plásticos (Figura 16- A), com solução de tetrazólio (2,3,5-trifenil-cloreto de tetrazólio) na concentração de 0,075% e acondicionadas em câmara de germinação a 40°C no escuro por 3 horas. Posteriormente as sementes foram lavadas em água corrente e avaliadas individualmente, seccionando-se longitudinalmente (letra B) através do centro do eixo embrionário com auxílio de bisturi. Com o auxílio de uma lupa estereoscópica as sementes foram classificadas em níveis de vigor (Quadro 3), viabilidade e identificação dos danos mecânicos através de padrões de coloração como mostra as letras C (sem dano coloração uniforme e superficial, tecidos com aspectos normal e firme), D (dano de classe 4- dano mecânico latente, caracterizado por área de coloração vermelho carmim

forte no centro dos cotilédones, e estrias localizadas sobre o eixo embrionário, afetando o cilindro central) e E (dano classe 5- dano mecânico afetando a região vascular próxima ao ponto de ligação dos cotilédones e lesão parcial interna a área correspondente ao segundo cotilédone). Os resultados foram expressos em porcentagens de sementes com dano mecânico, vigor e viabilidade. Seguindo a metodologia do teste de tetrazólio de Soja (EMBRAPA, 2018).

Figura 18 - Instalação do teste de Tetrazólio para avaliação de dano mecânico, viabilidade e vigor em sementes de soja



Quadro 1 Descrição níveis de vigor: tetrazólio

Nível	Vigor
$\geq 90 \%$	Muito alto
85 a 89 %	Alto
75 a 84 %	Médio
$\leq 74 \%$	Baixo

Fonte: EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Soja

Nota: Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja

Fonte do modelo: EMBRAPA (2018, p. 79).

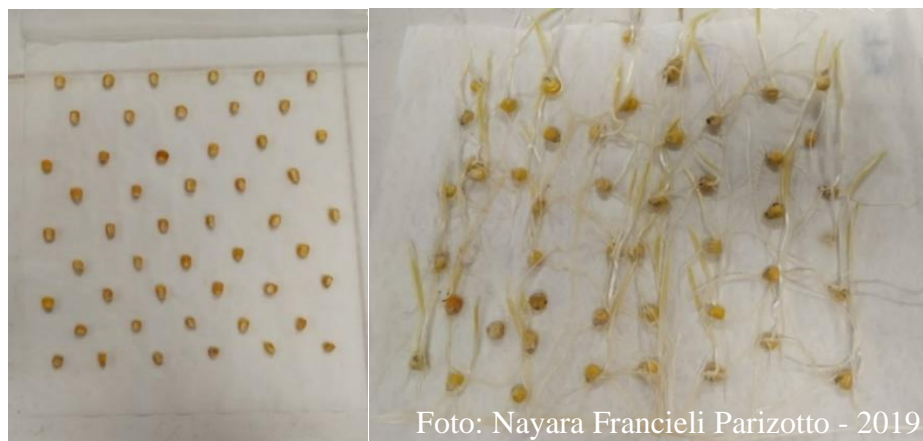
3.6.4 Germinação

Para a análise de germinação da cultura da soja e do milho foram utilizado quatro sub amostras de 50 sementes em cada tratamento. As sementes foram adicionadas ao papel de germinação, previamente umedecido com água na proporção 2,5 vezes a massa do papel seco. Os papéis foram enrolados

acondicionados em sacos plásticos posicionados verticalmente no germinador e mantido à temperatura de 25°C. Conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais, de acordo com as contagens:

- Soja: a contagem do número de plântulas normais foi realizada no oitavo dia, considerando como normal, plântulas com cotilédones, plumula, hipocótilo e raiz primária bem desenvolvidos;
- Milho: a contagem foi no sétimo dia, indicando como plântulas normais: plúmula, coleótilo, mesocótilo, raízes seminais e raiz primária bem desenvolvidas.

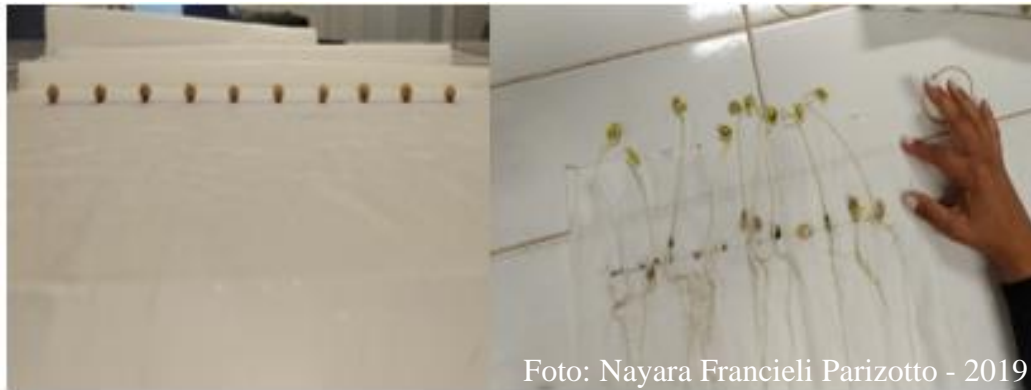
Figura 19 - Instalação e avaliação do teste de germinação para as sementes de milho e soja



3.6.5 Comprimento de plântulas

Para o teste de comprimento de plântulas foram aplicados os procedimentos descritos por Nakagawa (1999), adaptado de AOSA (1983). Para cada tratamento foi analisado quatro repetições com 10 sementes (Figura 17), e papel do tipo germitest umedecido com água destilada equivalente a 2,5 vezes a massa seca do papel. Após as sementes foram posicionadas na linha traçada no terço superior do papel. Os papéis foram enrolados acondicionados em sacos plásticos posicionados verticalmente no germinador a 25 °C e ausência de luz, durante oito dias para soja e sete dias para o milho. Ao final deste período foram avaliados os comprimentos médios da parte aérea e da raiz primária das plântulas normais, expressos em centímetros.

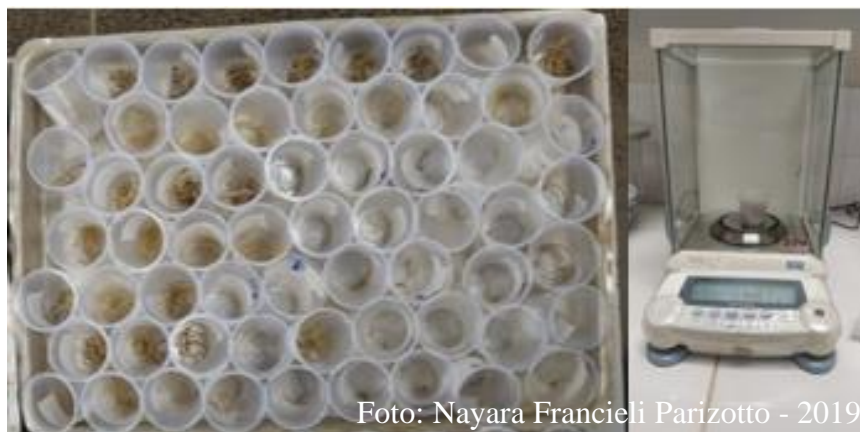
Figura 20- Instalação e avaliação do teste de Análise de comprimento de plântulas em sementes de milho e soja



3.6.6 Massa seca do teste comprimento de plântulas

Massa seca de plântulas (Figura 19), foi após a avaliação do comprimento de plântulas, a parte aérea e sistema radicular foram separados posteriormente, o material identificado foi levado para estufa de circulação de ar, mantida a temperatura de 65 °C por 72 horas. Em seguida, foi realizada a pesagem do material resultando no peso médio em gramas (g) de massa de matéria seca (NAKAGAWA, 1999).

Figura 21 - Instalação e avaliação da massa seca do teste de comprimento de plântulas de milho e soja



3.6.7 Condutividade elétrica

A análise foi realizada com 4 sub- amostras de 50 sementes em copos plásticos de 200ml, contendo 75ml de água destilada, mantidos em câmara, à temperatura de 25°C durante 24 horas (VIEIRA et al.; 1994). Após a retirada do material da câmara, a solução de embebição de cada recipiente foi agitada suavemente para permitir a uniformização dos lixiviados e a leitura foi realizada com um condutivímetro, modelo Digimed D31. O resultado foi expresso em $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ (Figura 20).

Figura 22 - Instalação e leitura do teste de condutividade elétrica em sementes de milho e soja



3.6.8 Envelhecimento acelerado

Para o método de envelhecimento acelerado em sementes de milho e soja foram utilizadas caixas tipo gerbox (11 x 11 x 3 cm) contendo 40 mL de água destilada; 50 sementes com quatro repetição de cada tratamento. As sementes foram distribuídas em camada uniforme, sobre uma tela de aço que proporciona o isolamento do contato com a água, em seguida as caixas (A) foram tampadas, e acondicionadas em câmara BOD (*biological oxygen demand*), à 41°C por 96

horas para milho, e 72 horas para soja (MARCOS FILHO, 1999). Após este período foi instalado o teste de germinação, utilizando quatro repetições de 50 sementes. A contagem do número de plântulas normais para milho foi realizada no quarto dia, e para soja no quinto dia, o resultado foi expresso em porcentagem (%), segundo as determinação da RAS (BRASIL, 2009).

Figura 23- Montagem do teste de Envelhecimento acelerado



Foto: Nayara Francieli Parizotto - 2019

3.7 Análise estatística

Para a análise estatística foi realizado a comparação entre as médias dos tratamentos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa SISVAR. E apresentado em gráficos através da correlação linear de Pearson (FERREIRA, 2018).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos de todas as variáveis analisadas são apresentados na forma de comparação de médias em tabelas e gráficos através da correlação de Pearson. Foram utilizadas as seguintes terminologias: CONTROLE= sementes retiradas direto da embalagem, e levadas diretamente ao laboratório de análises. e para os sistemas de mecanismos dosadores (SMC= sistema dosador convencional, SMT= sistema dosador modificado Titanium, SMP= sistema dosador modificado Plantsystem, SPJ= sistema dosador Jumil, SPS= sistema dosador Selenium e as velocidades de deslocamento 4, 6, 8 e 10 km/h.

4.1 Qualidade física fisiológica de sementes de milho

Na Tabela 1 são dispostos os resultados de teor de água de sementes de milho submetidas aos diferentes sistemas mecanismos dosadores e velocidades de descolamento. Os dados médios indicam que para todos os tratamentos essa variável não se distanciou consideravelmente da média geral (10,5%), porém é possível observar que há diferença significativa na utilização dos mecanismos dosadores em que o menor teor de água foi para o SMT com 10,11% e o maior teor de água para SMP e SPJ, e para as velocidades de deslocamento o controle foi superior ao teor de água quando comparado com as velocidades de deslocamento.

O teor de água é um dos fatores mais significantes para a quebra da semente, interferindo no seu potencial de fragmentação, pois sementes com teor de água muito baixo, quando são submetidas a uma força de impacto, situação comum nos processos de semeadura e colheita mecanizada, tem maior susceptibilidade a sofrerem quebras e outras formas de danos, influenciando na porcentagem final de danos mecânicos (CARVALHO et al. 2012).

Harrington (1973), ressalta que o teor de água ideal para armazenamento e comercialização de sementes amiláceas é de 6 a 12 %. Os tratamentos analisados encontram-se dentro dos padrões para comercialização e armazenamento.

Tabela 1- Valores médios dos resultados do teste de Qualidade Física para as sementes de milho (Teste de teor de água), para os sistemas de mecanismos dosadores, para o controle e as velocidades de deslocamento

Velocidades (km/h)	Teor de água (%)					Médias
	Sistema dosador					
	SMC	SMT	SMP	SPJ	SPS	
CONTROLE	11.10	11.10	11.10	11.10	11.10	11.10 A
4	10.18	9.80	10.60	10.70	10.33	10.32 B
6	10.28	9.80	10.55	10.48	10.35	10.29 B
8	10.58	9.85	10.75	10.78	10.08	10.41 B
10	10.35	10.00	10.68	10.80	10.20	10.41 B
Médias dosadores	10.50 ab	10.11 c	10.74 a	10.77 a	10.41 b	
média geral	3.05					
CV (%)	10.50					

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas, nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Conforme os dados da Tabela 2, foram constatados efeitos significativos ao nível de 5% de probabilidade da interação na qualidade física de sementes de milho avaliadas pelo uso de corante iodo para identificação de danos mecânicos. De forma geral, considerando a influência do aumento das velocidades de deslocamento, maiores danos mecânicos foram observados ao utilizar os sistemas dosadores SMC, SMT e SMP. Destaque positivo pode ser observado nos sistemas dosadores SPJ e SPS que obtiveram valores menores de danos mecânicos. Vale et al. (2010) salientam que mecanismos dosadores do tipo disco alvéolado horizontal têm elevado potencial em danificar as sementes, consequência de abrasão e choques mecânicos às sementes por elementos raspadores e ejetores (tipo martetele) no mecanismo dosador. Um fato que pode explicar essa diferença está associado à forma de seleção da semente utilizada pelo mecanismo dosador horizontal, a seleção e individualização de sementes por meio da adequação de conjunto de disco e anel, o que proporciona maior contato da semente com o sistema de dosagem, e a maior rotação do disco em altas velocidades, faz com que a semente não encaixe corretamente nos orifícios do disco. Esse sistema de seleção pode causar maiores danos às sementes, isso porque apresenta número maior de componentes mecânicos envolvidos no processo.

Balastreire (1987) afirma que é comum obter 7% de sementes quebradas nos dosadores mecânicos, e sugere a utilização de dosadores pneumáticos para as sementes muito frágeis em função de sua capacidade de dosá-las uma a uma, sem lhes causar danos.

No entanto, resultados obtidos por Silva et al. (2000), as sementes de milho

distribuídas com mecanismo dosador de disco horizontal perfurado, não foram sensivelmente danificadas pelo aumento da velocidade de operação da semeadora-adubadora, concordando com Mahl (2006) e Klein et al. (2002), que não observaram diferenças para o rendimento de grãos em função do aumento na velocidade de semeadura, discordando do resultado obtido neste trabalho, que ao aumentar a velocidade de deslocamento elevaram as porcentagens das classes de danos mecânicos leves e severos. Observa-se na Tabela 2 com relação a porcentagem de sementes sem dano, o SMC e SMP ao utilizar a velocidade de 10 km/h obteve maior porcentagem de sementes danificadas. Os menores valores de danificações nas sementes de milho corresponderam ao CONTROLE, SPJ nas velocidades 4, 6, 8 e 10 km/h, e SPS na velocidade de 6 km/h.

Na interação da velocidade de deslocamento e dos sistemas dosadores para a classificação de danos leves e severos, nota-se que ao aumentar a velocidade de deslocamento a porcentagem de danos mecânicos nas sementes de milho aumentaram, obtendo o maior valor para danos leves o SMP na velocidade de 10 km/h com 35% e o menor valor o CONTROLE com 7%, enquanto para a classificação de danos severos a maior porcentagem foi para o SMC na velocidade de 10 km/h com 19% e o menor valor para o SPJ na velocidade de 6 km/h que obteve 3,5%, não diferindo do CONTROLE.

Tabela 2- Valores médios dos resultados do teste de Qualidade Física para as sementes de milho sem dano, com danos leves e danos severos (Teste de tintura de iodo), para os sistemas de mecanismos dosadores, para o controle e as velocidades de deslocamento

Teste com tintura de iodo- sem dano (%)						
Velocidades (km/h)	Sistema dosador					Médias
	SMC	SMT	SMP	SPJ	SPS	
CONTROLE	87.00 Aa	87.00 Aa	87.00 Aa	87.00 Aa	87.00 Aa	87.00
4	75.00 Abab	73.00 Bb	69.00 Bb	88.25 Aa	78.50 Aab	76.75
6	64.50 BCb	78.50 ABa	74.00 ABab	80.50 Aa	79.50 Aa	75.40
8	66.50 BCb	78.75 ABab	67.50 Bab	80.50 Aa	74.75 Aab	73.60
10	55.50 Cc	71.00 Bb	54.00 Cc	86.25 Aa	75.00 Aab	68.35
Médias dosadores	69.70	77.65	70.30	84.50	78.95	
média geral	76.22					
CV (%)	8.93					
Teste com tintura de iodo- dano leve (%)						
Velocidades (km/h)	Sistema dosador					Médias
	SMC	SMT	SMP	SPJ	SPS	
CONTROLE	7.00 Ba	7.00 Ba	7.00 Ca	7.00 Aa	7.00 Aa	7.00
4	15.50 ABab	19.50 Aab	24.50 ABa	8.50 Ab	9.75 Ab	15.55
6	21.00 Aa	14.50 ABa	18.50 Ba	14.00 Aa	12.25 Aa	16.05
8	20.50 Aab	11.75 ABb	23.50 Ba	13.00 Aab	12.00 Ab	16.15
10	25.50 Aab	20.50 Ab	35.00 Aa	9.00 Ac	17.00 Abc	21.40
Médias dosadores	17.90	14.65	21.70	10.30	11.60	
média geral	15.23					
CV (%)	37.85					
Teste com tintura de iodo- dano severo (%)						
Velocidades (km/h)	Sistema dosador					Médias
	SMC	SMT	SMP	SPJ	SPS	
CONTROLE	6.00 Ca	6.00 Aa	6.00 Aa	6.00 Aa	6.00 Ba	6.00
4	9.50 BCa	7.50 Aa	6.50 Aa	3.50 Aa	6.75 Ba	6.75
6	14.50 ABa	7.00 Ab	7.50 Ab	5.50 Ab	8.25 ABb	8.55
8	13.00 ABa	9.50 Aab	9.00 Aab	6.50 Ab	13.25 Aa	10.25
10	19.00 Aa	8.50 Abc	11.00 Ab	4.75 Ac	8.00 ABbc	10.25
Médias dosadores	12.40	7.70	8.00	5.25	8.45	
média geral	8.36					
CV (%)	36.78					

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas, nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados médios das variáveis de porcentagem de germinação, onde é possível constatar que não houveram efeitos significativos ao nível de 5% de probabilidade para os sistemas dosadores. Os dados médios indicam redução da porcentagem de germinação ao se elevar a velocidade de deslocamento em 4,1% confirmando com o resultado obtido por Garcia et al. (2011), examinando o desempenho e influência da velocidade de deslocamento de uma semeadora-adubadora de precisão, os autores observaram que ao aumentar a velocidade de deslocamento, ocorreu o aumento da velocidade periférica do disco dosador de sementes, ocasionando espaçamentos duplos, sementes expostas e redução nas sementes distribuídas por metro e danos

mecânicos que reduziram a porcentagem de germinação das sementes de milho em 2,7%. Por outro lado Vale et al. (2010), que ao estudarem a velocidade de deslocamento no desempenho de uma semeadora-adubadora, utilizando sementes de milho observaram que houve diminuição em 2,8 % da germinação das sementes e concluíram que foi devido ao mecanismo dosador da máquina, fato esse explicado por danos causados ao embrião.

Tabela 3- Valores médios dos resultados do teste de Qualidade Fisiológica para as sementes de milho germinadas (Teste de germinação), para os sistemas de mecanismos dosadores, para o controle e as velocidades de deslocamento

Velocidades (km/h)	Germinação (%)					Médias
	Sistema dosador					
	SMC	SMT	SMP	SPJ	SPS	
CONTROLE	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00 A
4	93.50	95.00	91.50	93.50	91.00	92.90 B
6	91.50	93.50	95.00	91.50	94.00	93.10 B
8	93.50	96.00	91.50	92.00	93.50	93.30 B
10	94.00	93.00	93.50	93.00	93.00	93.30 B
Médias dosadores	93.90 a	94.90 a	93.70 a	93.40 a	93.70 a	
média geral	93.92					
CV (%)	3.60					

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas, nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na tabela 4 estão apresentados os resultados médios das variáveis de vigor, comprimento e massa de matéria seca de plântulas (parte aérea e raiz). Observa-se que não houve diferença significativa no comprimento de plântulas para a parte aérea no sistema dosador e velocidade de deslocamento, porém para parte de raiz o CONTROLE obteve menor comprimento com 21,33 centímetros (cm), e ao se fazer uso do sistema dosador o menor comprimento foi para o SPJ com 23,74 cm, e o maior para o SMT com 26,48 cm.

Por outro lado, dados contrários foram obtidos quando se avaliou a massa de matéria seca da parte aérea de plântulas o maior peso observado foi para o CONTROLE com 0,50 gramas g e o menor peso para as velocidades V3 (0,41 g) e V4 (0,42 g), e para o sistemas dosadores o SMC apresentou menor peso de 0,41 g e o SPJ obteve maior peso de 0,49 g.

Tabela 4- Valores médios dos resultados do teste de Qualidade Fisiológica para as sementes de milho (Teste de comprimento de plântulas parte aérea e raiz e Massa seca da parte aérea e raiz), para os sistemas de mecanismos dosadores, para o controle e as velocidades de deslocamento

Comprimento de plântula da parte aérea (cm)						
Velocidades (km/h)	Sistema dosador					Médias
	SMC	SMT	SMP	SPJ	SPS	
CONTROLE	19.67	19.67	19.67	19.67	19.67	19.67 A
4	20.91	19.35	20.21	21.25	20.19	20.38 A
6	20.98	24.00	19.03	21.21	18.93	20.83 A
8	21.33	21.75	19.18	19.78	18.89	20.38 A
10	20.98	20.48	18.30	19.19	17.54	19.30 A
Médias dosadores	20.77 a	21.05 a	19.28 a	20.22 a	19.24 a	
média geral	20.11					
CV (%)	13.89					
Comprimento de plântula da parte de raiz (cm)						
Velocidades (km/h)	Sistema dosador					Médias
	SMC	SMT	SMP	SPJ	SPS	
CONTROLE	21.33	21.33	21.33	21.33	21.33	21.33 B
4	24.40	26.08	25.89	24.63	27.15	25.63 A
6	25.44	27.05	25.06	23.41	25.40	25.27 A
8	26.05	28.60	24.76	25.71	26.44	26.31 A
10	26.29	29.36	28.33	23.61	27.56	27.03 A
Médias dosadores	24.70 ab	26.48 a	25.07 ab	23.74 c	25.58 ab	
média geral	25.11					
CV (%)	9.21					
Massa seca da parte aérea (g)						
Velocidades (km/h)	Sistema dosador					Médias
	SMC	SMT	SMP	SPJ	SPS	
CONTROLE	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50 A
4	0.48	0.44	0.42	0.52	0.45	0.46 AB
6	0.39	0.47	0.42	0.55	0.46	0.46 AB
8	0.32	0.41	0.40	0.46	0.46	0.41 B
10	0.38	0.41	0.48	0.40	0.44	0.42 B
Médias dosadores	0.41 b	0.45 ab	0.45 ab	0.49 a	0.46 ab	
média geral	0.45					
CV (%)	18.01					
Massa seca da parte de raiz (g)						
Velocidades (km/h)	Sistema dosador					Médias
	SMC	SMT	SMP	SPJ	SPS	
CONTROLE	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33 A
4	0.39	0.39	0.41	0.35	0.30	0.37 A
6	0.32	0.36	0.40	0.28	0.39	0.35 A
8	0.38	0.38	0.32	0.35	0.42	0.37 A
10	0.33	0.40	0.37	0.40	0.50	0.40 A
Médias dosadores	0.35 a	0.37 a	0.37 a	0.34 a	0.39 a	
média geral	0.36					
CV (%)	22.22					

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas, nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

É possível observar que houve diferença significativa apenas para os sistemas dosadores mecânicos para o teste de condutividade elétrica (Tabela 5), os dados médios indicam que os maiores valores de liberação de exsudados foram observados para as sementes submetidas ao sistema dosador SMT.

Sementes danificadas durante o processo de embebição pode sofrer uma rápida lixiviação e de acordo com Dornbos (1994), a lixiviação bioquímica

representa perda de energia e obstrução de reservas necessárias para origem de plantas de alto vigor, mas também pode favorecer o aparecimento de microrganismos de solo capazes de afetar o desenvolvimento de plântulas. Deste modo a diminuição da lixiviação é de grande vantagem para as sementes de milho principalmente as sementes de milho doce que contém alto teores de açúcares, conseqüentemente diminui o ataque de microrganismos que são atraídos pelos exsudatos (NASCIMENTO, 2009).

Tabela 5- Valores médios dos resultados do teste de Qualidade Fisiológica para as sementes de milho (Teste de condutividade elétrica), para os sistemas de mecanismos dosadores, para o controle e as velocidades de deslocamento

Velocidades (km/h)	Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$)					Médias
	Sistema dosador					
	SMC	SMT	SMP	SPJ	SPS	
CONTROLE	17.75	17.75	17.75	17.75	17.75	17.75 A
4	18.50	14.00	17.75	16.25	17.25	16.75 A
6	15.00	15.00	20.25	17.25	17.00	16.90 A
8	17.75	16.25	17.00	17.00	18.50	17.30 A
10	17.75	15.50	19.50	16.00	16.00	16.95 A
Médias dosadores	17.35 ab	15.70 b	18.45 a	16.85 ab	17.35 ab	
média geral	17.13					
CV (%)	12.96					

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas, nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O teste de condutividade elétrica é baseado na análise da permeabilidade da membrana para avaliar as propriedades relevantes através da liberação de metabólitos durante a imersão das sementes (BARROS; MARCOS FILHO, 1997).

Como ilustrado na Tabela 6, a porcentagem de plântulas normais após exposição das sementes à elevada umidade relativa e temperatura, foi influenciada de forma negativa no sistema dosador SMP ao se utilizar as velocidades de deslocamento de 6 Km/h (76,50%), 8 Km/h (77,00%) e 10 km/h (75,50%) assim como para o dosador SMT na velocidade de 6Km/h com (75,50%) e o SPJ na velocidade de 10 Km/h com 73,00% de sementes de milho germinadas.

Tabela 6- Valores médios dos resultados do teste de Qualidade Fisiológica para as sementes de milho (Teste de envelhecimento acelerado), para os sistemas de mecanismos dosadores, para o controle e as velocidades de deslocamento

Envelhecimento acelerado- germinação (%)						
Velocidades (km/h)	Sistema dosador					Médias
	SMC	SMT	SMP	SPJ	SPS	
CONTROLE	88.50 Aa	88.50 Aa	88.50 Aa	88.50 Aa	88.50 Aa	88.50
4	86.00 Aa	86.00 ABa	85.50 ABa	86.50 Aa	89.00 Aa	86.60
6	86.50 Aa	75.50 Ba	76.50 Ba	83.00 ABa	84.00 Aa	81.10
8	81.50 Aa	85.50 ABa	77.00 Ba	88.00 Aa	82.50 Aa	82.90
10	86.00 Aab	90.50 Aa	75.50 Bbc	73.00 Bc	82.50 Aabc	81.50
Médias dosadores	85.70	85.20	80.60	83.80	85.30	
média geral	84.12					
CV (%)	6.65					

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas, nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O teste de envelhecimento acelerado engloba consideráveis características esperadas para um teste de vigor, considerado um teste simples, rápido e de baixo custo, pode ser útil para diferentes espécies como, milho, feijão, soja, sorgo (MARCOS FILHO, 1999).

Segundo os autores Dias e Marcos Filho (1995), a exposição de sementes a altas temperaturas e umidade pode causar degenerescência nas sementes, o que provoca a perda da integridade e desestruturação do sistema de membrana celular.

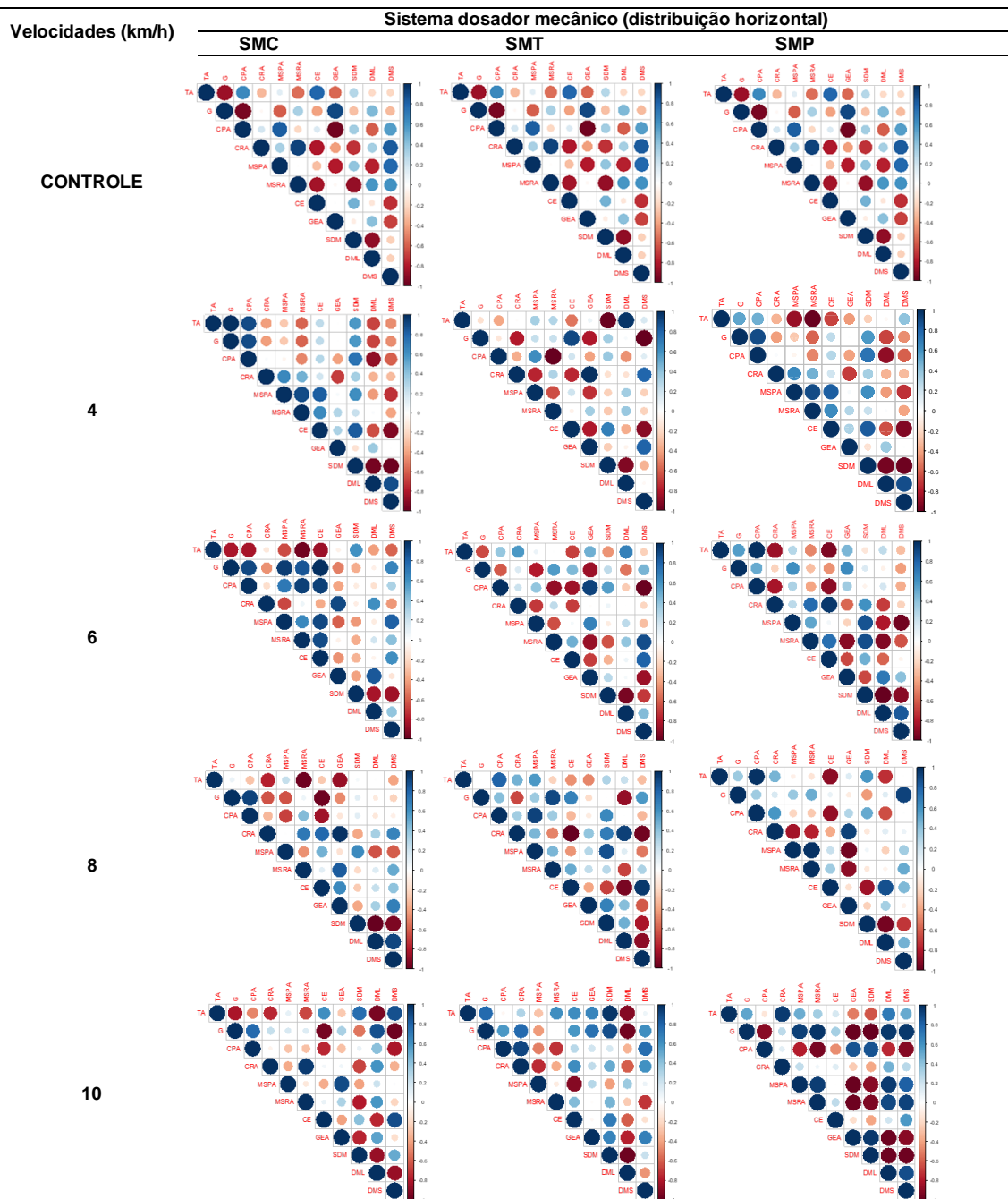
É possível entender de uma forma mais ilustrativa os dados obtidos neste trabalho por meio dos gráficos de correlação de Person, onde a correlação mostra o quão próximas duas ou mais variáveis estão de ter uma relação linear entre si ou de outra espécie. Através desta análise é possível identificar as correlações entre as variáveis testadas, sendo que os valores da correlação podem variar de -1 (correlação forte e negativa, as variáveis se movem em direção opostas, ou seja quando o valor de uma variável aumenta, o valor da outra variável diminui), e até 1 (correlação forte positiva, ambas as variáveis se movem na mesma direção). Os resultados da análise podem ainda estar próximo de 0 (nula) que significa que não existe correlação entre as variáveis testadas (FERREIRA, 2018).

Para as sementes de milho é possível observar no gráfico 1, onde estão dispostos as correlações com os sistemas de mecanismos de distribuição horizontal (SMC, SMT e SMP), e no gráfico 2 as correlações com os sistemas de mecanismos dosadores de distribuição vertical (SPJ e SPS).

É possível observar que as variáveis analisadas não seguem um padrão de correlação positiva e negativa. Para os diferentes dosadores e as velocidades de deslocamento utilizadas. Para o controle quando a correlação esta positiva para DMS, é possível observar que para as variáveis DML, SDM, CE, EA, TA, G possuem uma correlação negativa. Para o SMC o DMS obteve correlação positiva para todas as velocidades e conforme houve o aumento de velocidades de deslocamento as variáveis G, CPA, CRA, MSPA e MSRA obteram valores opostos gerando uma correlação negativa. Para o SMT, conforme a correlação está positiva para DMS, é possível observar maiores correlações negativas para as variáveis TA, CPA, CRA, MSPA, GEA, SDM, DML na velocidade de 8 km/h. Para o SMP, na velocidade de 4km/h as variáveis com correlação positiva foram G, CPA, CRA, MSPA, MSRA, CE, SDM e a velocidade de deslocamento de 6km/h foram TA, G, CPA, CRA, MSPA, MSRA, SDM, sendo as velocidades que mais obteram correlação negativa para este sistema. Para SPJ com correlação positiva para DMS, os menores valores de variáveis com correlação negativa foram observados nas velocidades 6 para SDM e velocidade 8 Km/h as correlações negativas foram CPA, CRA, MSPA, MSRA, SDM, SDL e para o SPS a velocidade que obteve maior número de váriaveis com correlação negativa foi a velocidade de 6 km/h, sendo as variáveis SDM, SDL, G, CPA, MSPA, CE, GEA, em função das sementes com danos mecânicos.

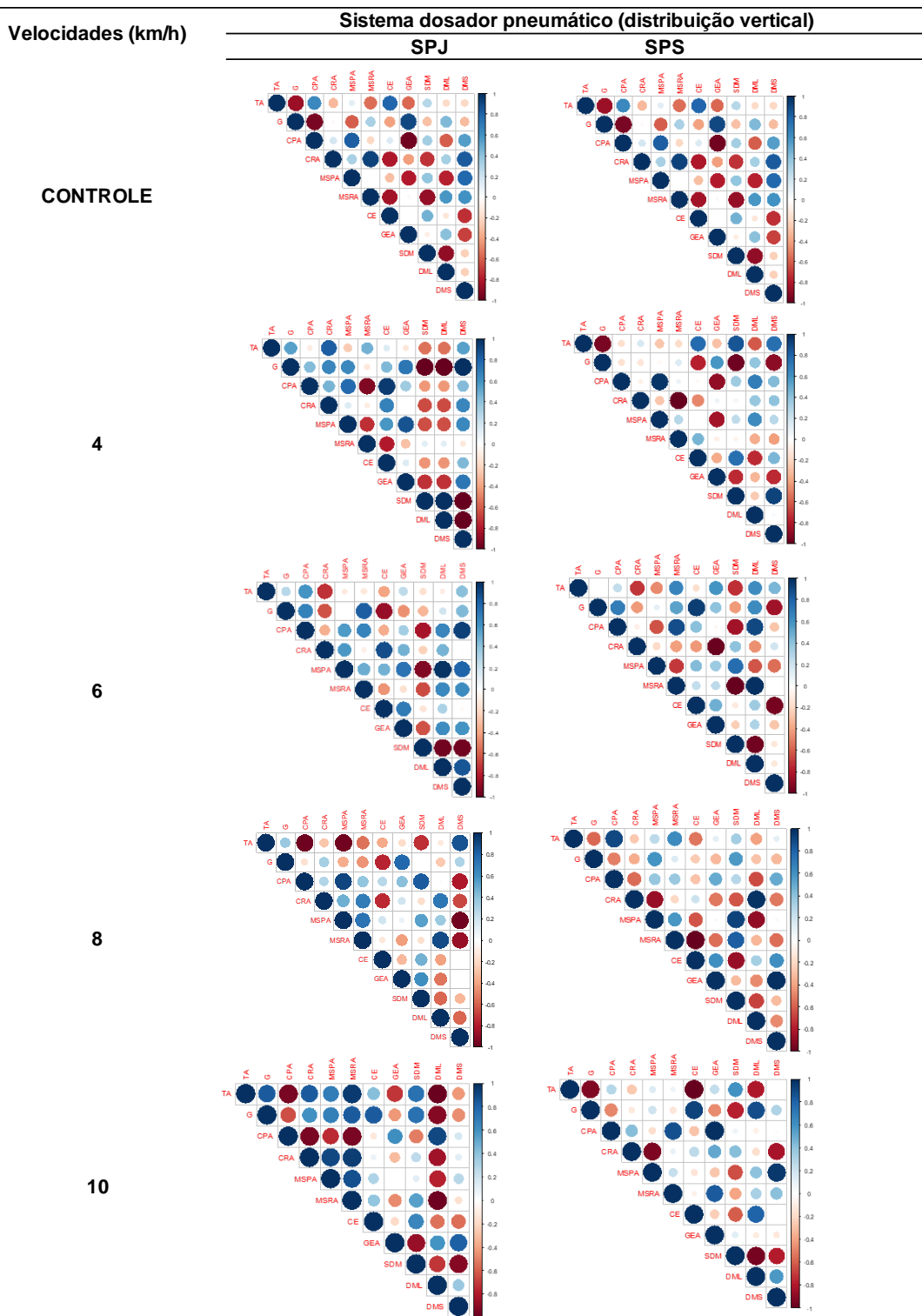
De uma forma geral é possível dizer que cada sistema teve uma influência para as correlações das variáveis utilizadas e que as maiores velocidades de deslocamento podem gerar maiores danificações as sementes de milho, gerando desta forma uma correlação positiva, e ao analisar as variáveis para a qualidade fisiológica das sementes foi possível observar correlações negativas, indicando que quando há o aumento de dano mecânico na semente é possível que haja uma diminuição na sua qualidade fisiológica

Figura 24- Correlação de Pearson entre as variáveis para os sistema de mecanismo dosador de distribuição horizontal (convencional, titanium e plantsystem) e as velocidade de deslocamento (4, 6, 8 e 10 km/h), para as sementes de milho



Variáveis: TA (teor de água), G (germinação), CPPA (comprimento de plântula parte aérea, CPRA (Comprimento de plântula parte de raiz), MSPA (massa seca da parte aérea), MSRA (massa seca da raiz), CE (Condutividade elétrica), GEA (germinação do envelhecimento acelerado), SDM (Semente sem dano mecânico), DML (semente com dano mecânico leve) e DMS (Semente com dano mecânico severo)

Figura 25- Correlação de Pearson entre as variáveis para os sistema de mecanismo dosador de distribuição vertical (jumil e selenium) e as velocidade de deslocamento (4, 6, 8 e 10 km/h), para as sementes de milho



Variáveis: TA (teor de água), G (germinação), CPPA (comprimento de plântula parte aérea), CPRA (comprimento de plântula parte de raiz), MSPA (massa seca da parte aérea), MSRA (massa seca da raiz), CE (condutividade elétrica), GEA (germinação do envelhecimento acelerado), SDM (semente sem dano mecânico), DML (semente com dano mecânico leve) e DMS (semente com dano mecânico severo)

4.2 Qualidade física e fisiológica de sementes de soja

No momento do impacto da semente, o teor de água pode influenciar no tipo e na severidade do dano mecânico. De acordo com Carvalho e Nakagawa (1988), teor de água de 12 a 14% há grandes possibilidades para a ocorrência de sementes quebradas e de 16 a 18% sementes amassadas, e na faixa intermediária de 14% e 16%, a intensidade da injúria seria mínima. Esses mesmos autores citam que o local do impacto tem muita influência, sendo um fator totalmente imprevisível. Os lotes de sementes de soja devem conter de 11 a 13% de teor de água, pois essas restrições devem ser mantidas durante o processamento e armazenamento, teores acima ou abaixo do estabelecido podem ocasionar danos às sementes (MARCOS FILHO, 1999).

Entretanto Marcos-Filho (2015) ressalta a importância de se ter lotes com a menor variação possível no teor de água, pois com altos valores ocasionam danos mecânicos e acelera-se o processo de deterioração

Efeitos isolados foram observados nos valores médios de teor de água de sementes de soja (Tabela 7), onde não se observou variação estatística quanto a essa característica, independente do tratamento utilizado.

Tabela 7- Valores médios dos resultados do teste de Qualidade Fisiológica para o teste de teor de água de sementes de soja, para os sistemas de mecanismos dosadores e para o controle as velocidades de deslocamento

Velocidades (km/h)	Teor de água (%)					Média
	Sistema dosador					
	SMC	SMT	SMP	SPJ	SPS	
CONTROLE	14.48	14.48	14.48	14.48	14.48	14.48 A
4	12.80	14.80	12.00	13.65	13.70	13.39 A
6	13.65	14.60	13.35	13.28	11.80	13.34 A
8	13.48	13.85	13.38	13.30	11.85	13.17 A
10	12.63	13.65	13.29	13.38	13.30	13.25 A
Médias dosadores	13.41 a	14.28 a	13.30 a	13.62 a	13.03 a	
média geral	13.55					
CV (%)	23.99					

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas, nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a variável danos mecânicos, analisada por meio do teste de tetrazólio, efeitos isolados foram observados (Tabela 8).

Os dados indicam que maior ocorrência de danos mecânicos ocorreram de acordo com o aumento da velocidade de deslocamento, sendo o pior resultado

observado na velocidade de 10 km/h com 79,40% de sementes com danificações. O aumento da velocidade de deslocamento de 4 km/h para 10 km/h nota-se que é possível aumentar o dano mecânico em 13%. Por outro lado, para o sistema de mecanismo dosador, o SMC ofereceu maior ocorrência de danos mecânicos com 78% em comparação aos demais dosadores, sendo o pior dosador gerando maior ocorrência de danos nas sementes de soja, e o SPS o melhor com 60,40% com o menor valor de sementes danificadas.

Tabela 8- Valores médios dos resultados do teste de Qualidade Física para as sementes de soja (Teste de tetrazólio, para dano mecânico nas classes 1 a 8, para os sistemas de mecanismos dosadores, o controle e as velocidades de deslocamento

Velocidades (km/h)	Dano mecânico, classe 1 a 8 (%)					Média
	Sistema dosador					
	SMC	SMT	SMP	SPJ	SPS	
CONTROLE	58.00	58.00	58.00	58.00	58.00	58.00 D
4	73.00	72.00	73.00	61.00	53.00	66.40 C
6	84.00	68.00	80.00	67.00	55.00	70.80 BC
8	84.00	67.00	84.00	69.00	67.00	74.20 AB
10	91.00	76.00	86.00	75.00	69.00	79.40 A
Médias dosadores	78.00 a	68.20 b	76.20 a	66.00	bc 60.40 c	
média geral	69.76					
CV (%)	7.78					

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas, nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Tabela 9 são expostos os dados de viabilidade avaliados por meio do teste de tetrazólio em sementes de soja. Por conta do efeito isolado do fator velocidade de deslocamento dos sistemas dosadores, redução de viabilidade foi verificada nas sementes de acordo com o aumento das velocidades de deslocamento. Além disso, menores viabilidades ocorreram quando se fez uso dos sistemas dosadores SMC e SMT, sendo o SMT o menor valor obtido para viabilidade com 83,4%. Os resultados mostram que quando há um aumento na velocidade de deslocamento, a porcentagem de viabilidade das sementes diminuem em 12% quando comparadas as velocidades de 4 Km/h e velocidade de 10 Km/h. O dano mecânico é um dos principais fatores que afetam a qualidade física e fisiológica da semente, por se tratar de lesões sobre o tegumento e o embrião, e também pode originar rupturadas das sementes, esses danos podem ser observados através de uma coloração vermelho intensa (SILVA, 2017).

Tabela 9- Valores médios dos resultados do teste de Qualidade Fisiológica para a viabilidade de sementes de soja, para os sistemas de mecanismos dosadores, para o controle e as velocidades de deslocamento

Velocidades (km/h)	Viabilidade (%)					Média
	Sistema dosador					
	SMC	SMT	SMP	SPJ	SPS	
CONTROLE	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00 A
4	91.00	83.50	94.00	93.50	98.00	92.00 AB
6	89.00	76.50	89.00	94.00	94.00	88.50 B
8	83.00	83.00	91.00	88.00	83.00	85.60 BC
10	71.00	77.00	83.00	83.00	86.00	80.00 C
Médias dosadores	86.20 ab	83.40 b	90.80 a	91.10 a	91.60 a	
média geral	88.62					
CV (%)	5.55					

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas, nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os dados apresentados na Tabela 10, referentes a germinação das sementes de soja, demonstram que os efeitos isolados do aumento da velocidade de deslocamento reduziu a variável quando em comparação o tratamento controle que obteve 94,5% de sementes de soja germinadas, e a velocidade de deslocamento a velocidade de 6 km/h com 86,9% de sementes germinadas. E para o sistema de mecanismo de dosador a menor porcentagem de germinação foi para o SMT com 83,40% e a maior porcentagem de sementes germinadas foi para os mecanismos dosadores SMP (90,80%), SPJ (91,10%) e SPS (91,60%).

De acordo com Brasil (2009), o mínimo de germinação exigido para a comercialização da cultura da soja é de 80%. Nota-se que as sementes estão aptas a germinar mesmo com a diminuição da germinação quanto a velocidade de deslocamento e os mecanismos dosadores.

Tabela 10- Valores médios dos resultados do teste de Qualidade Fisiológica para as sementes de soja (Teste de germinação), para os sistemas de mecanismos dosadores, para o controle e as velocidades de deslocamento

Velocidades (km/h)	Germinação (%)					Média
	Sistema dosador					
	SMC	SMT	SMP	SPJ	SPS	
CONTROLE	94.50	94.50	94.50	94.50	94.50	94.5 A
4	92.00	87.00	85.50	89.50	91.50	89.1 BC
6	88.50	91.00	80.50	88.50	86.00	86.9 C
8	90.00	92.50	92.50	90.50	93.50	91.8 AB
10	91.00	87.00	93.50	92.00	93.00	91.3 ABC
Médias dosadores	91.20 a	90.40 a	89.30 a	91.00 a	91.70 a	
média geral	90.72					
CV (%)	5.68					

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas, nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Em relação a porcentagem de vigor determinada por meio da avaliação do teste de tetrazólio, os dados médios indicam redução de vigor de acordo com o aumento da velocidade de deslocamento e dos sistemas dosadores, assim como quando se fez uso dos sistemas dosadores SMC, SMT e SMP (Tabela 11).

O SPJ com 72,7% de vigor se sobressaiu ao SMC que obteve 61% de vigor para as sementes de soja, pode-se dizer que ao utilizar este sistema de distribuição horizontal reduziu em 11,7% do vigor das sementes em comparação ao sistema SPJ de distribuição vertical. O aumento da velocidade de deslocamento influenciou no vigor das sementes testadas, maior valor observado foi para o CONTROLE com 86% de vigor, porcentagem para sementes de alto vigor (Quadro 3), e conforme aumentou a velocidade de trabalho o vigor foi reduzindo entre 14% da velocidade de 8 para 10 km/h, e quando comparado a menor velocidade de 4 km/h com a velocidade de 10 km/h reduziu em 23% o vigor das sementes utilizadas. De forma geral é possível observar que houve redução drástica no vigor das sementes de soja utilizadas, gerando um vigor baixo de acordo com o quadro 3 citado no texto, tanto para os sistemas dosadores quanto para as velocidades de deslocamento.

O vigor de sementes é determinado pelo potencial que a semente tem para rápida emergência e desenvolvimento de plântulas normais, em diversas condições ambientais (BRASIL, 2009).

A incapacidade ou lentidão para a germinação de sementes para Fonseca (2007), esta relacionado aos efeitos de danos mecânicos que podem ser latentes

imediatos, que interferem sobre o vigor e a viabilidade das sementes, situação advinda por interferências na taxa de respiração e entrada de microrganismos na estrutura de sementes danificadas.

Tabela 11- Valores médios dos resultados do teste de Qualidade Fisiológica para a vigor de sementes de soja, para os sistemas de mecanismos dosadores e para o controle e as velocidades de deslocamento

Vigor (%)						
Velocidades (km/h)	Sistema dosador					Média
	SMC	SMT	SMP	SPJ	SPS	
CONTROLE	86.00	86.00	86.00	86.00	86.00	86.00 A
4	65.00	67.00	69.00	68.50	77.00	69.30 B
6	68.00	59.00	62.00	79.00	69.00	67.40 BC
8	51.00	59.00	51.00	76.00	62.00	59.80 C
10	35.00	44.00	45.00	54.00	51.00	45.80 D
Médias dosadores	61.00 c	63.00 bc	62.60 bc	72.70 a	69.00 ab	
média geral	65.66					
CV (%)	8.82					

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas, nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Tabela 11 estão apresentados os resultados médios das variáveis de vigor: comprimento e massa de matéria seca de plântulas (parte aérea e raiz). Como pode ser observado, para comprimento de plântula houve diferença significativa apenas para o sistema dosador SMT, que obteve maior crescimento com 7,85 cm, e para as velocidades de deslocamento não houve diferença significativa a nível de 5% de probabilidade.

Para o comprimento de raiz é possível observar que os dosadores não se diferenciaram estatisticamente. Houve diferença estatística apenas para as velocidades de deslocamento onde os menores valores de comprimento de raiz foram para as velocidades de 8 km/h com 11,28 cm e 10 km/h com 11,39 cm, diferindo do CONTROLE com 13,40 cm e das velocidades de deslocamento de 4 km/h com 11,31 cm e 6 km/h com 13,45 cm que obtiveram valores semelhantes de comprimento. Para a massa seca da raiz os sistemas dosadores também não se diferenciaram estatisticamente, e para as velocidades de deslocamento houve diferença ao teste de tukey a 5% de probabilidade, o maior valor obtido de massa seca foi para o CONTROLE com 0,09 g e o menor valor foi para a velocidade de deslocamento de 10 km/h, indicando que o aumento da velocidade de deslocamento é um fator determinante para a diminuição do comprimento e da massa seca da raiz da plântula de soja utilizada neste trabalho.

De uma maneira geral, quando o dano ocorre próximo ou no ao eixo embrionário, pode gerar uma redução na qualidade de sementes, que formará uma plântula anormal (GOMES-JÚNIOR; CÍCERO, 2012).

Tabela 12- Valores médios dos resultados do teste de Qualidade Fisiológica para as sementes de soja (Teste de comprimento de plântula da parte aérea e raiz e Teste de massa seca da parte aérea e raiz), para os sistemas de mecanismos dosadores e para as velocidades de deslocamento

Comprimento de plântula da parte aérea (cm)						
Velocidades (km/h)	Sistema dosador					Média
	SMC	SMT	SMP	SPJ	SPS	
CONTROLE	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40 A
4	5.10	8.10	6.50	6.80	5.90	6.50 A
6	6.10	7.90	7.00	6.70	6.40	6.80 A
8	5.30	8.00	6.10	6.30	6.90	6.50 A
10	8.30	7.80	6.70	6.70	6.10	7.10 A
Médias dosadores	6.45 b	7.85 a	6.74 b	6.76 b	6.52 b	
média geral	6.86					
CV (%)	16.37					
Comprimento de plântula da parte de raiz (cm)						
Velocidades (km/h)	Sistema dosador					Média
	SMC	SMT	SMP	SPJ	SPS	
CONTROLE	13.65	13.15	12.90	13.65	13.65	13.40 A
4	14.18	13.78	13.80	11.98	12.83	13.31 A
6	13.28	12.23	13.85	13.18	13.70	13.45 A
8	10.55	11.70	10.73	11.05	12.38	11.28 B
10	10.38	11.58	10.78	12.15	12.08	11.39 B
Médias dosadores	12.41 a	12.69 a	12.41 a	12.40 a	12.93 a	
média geral	12.57					
CV (%)	13.57					
Massa seca da parte aérea (g)						
Velocidades (km/h)	Sistema dosador					Média
	SMC	SMT	SMP	SPJ	SPS	
CONTROLE	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20 A
4	0.20	0.26	0.25	0.20	0.22	0.22 A
6	0.20	0.26	0.22	0.34	0.20	0.25 A
8	0.22	0.27	0.24	0.20	0.22	0.23 A
10	0.28	0.25	0.24	0.21	0.18	0.23 A
Médias dosadores	0.22 a	0.25 a	0.23 a	0.23 a	0.20 a	
média geral	0.22					
CV (%)	34.35					
Massa seca da parte de raiz (g)						
Velocidades (km/h)	Sistema dosador					Média
	SDMP	SDMT	SDMPL	SDPJ	SDPS	
CONTROLE	0.09	0.09	0.08	0.09	0.09	0.09 A
4	0.07	0.07	0.07	0.07	0.06	0.07 AB
6	0.07	0.09	0.07	0.06	0.06	0.07 AB
8	0.06	0.06	0.09	0.07	0.07	0.07 AB
10	0.05	0.06	0.09	0.06	0.06	0.06 B
Médias dosadores	0.07 a	0.07 a	0.08 a	0.07 a	0.07 a	
média geral	28.5					
CV (%)	0.07					

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas, nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

O teste de condutividade elétrica está baseado na integridade da membrana celular. Em sementes ortodoxas, como a soja, o sistema de membrana de célula se organiza de maneira diferente (em formato hexagonal), durante o

processo de dessecação, quando a semente atinge graus de umidade baixos como 13% a 11% fenômeno que propicia a sobrevivência da semente a baixos graus de umidade. Ao iniciar o processo de germinação no momento da embebição as membranas se organizam de maneira bilamelar. Porém a integridade das membranas será dissemelhante entre os diversos níveis de vigor ou de deterioração da semente. A integridade do sistema de membranas é encarregado pelo teor de lixiviados (açúcares e aminoácidos) na solução de embebição: quanto mais elevados os teores de lixiviados, maior será a condutividade elétrica medida por meio de condutímetro (Figura 18), portanto, mais baixo será o nível de vigor.

De acordo com os resultados obtidos, nota-se que os danos mecânicos ocasionados nas sementes de soja não interferiram no teste de condutividade elétrica como pode ser observado na Tabela 13, não ocorrendo diferença significativa a nível de 5% de probabilidade.

Tabela 13- Valores médios dos resultados do teste de Qualidade Fisiológica para as sementes de soja (Teste de condutividade elétrica) , para os sistemas de mecanismos dosadores, para o controle e as velocidades de deslocamento

Velocidades (km/h)	Condutividade elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$)					Média
	Sistema dosador					
	SMC	SMT	SMP	SPJ	SPS	
CONTROLE	90.50	90.50	90.50	90.50	90.50	90.50 A
4	90.25	90.50	88.50	87.75	87.25	88.85 A
6	86.25	88.25	89.50	89.25	86.75	88.00 A
8	86.50	88.50	91.75	89.50	86.00	88.45 A
10	86.25	89.25	85.00	89.00	85.25	86.95 A
Médias dosadores	88.30 a	88.00 a	89.40 a	89.55	a 87.50 a	
média geral	88.55					
CV (%)	5.26					

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas, nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Foram constatados efeitos significativos ao nível de 5% de probabilidade para a qualidade de sementes de soja analisadas pelo teste de envelhecimento acelerado (Tabela 14). Sementes envelhecidas e deterioradas possuem membranas plasmáticas enfraquecidas e são mais sensíveis aos danos por embebição, deste modo perdem a sua integridade, o que as tornam mais suscetíveis à rápida entrada de água durante a embebição. Durante o processo de germinação o envelhecimento de sementes promove alterações metabólicas,

alterando o metabolismo respiratório a aplicabilidade das membranas, a síntese de proteínas e ácidos nucleicos e o metabolismo de DNA, gerando uma debilitação na atividade de enzimas que removem os peróxidos como a catalase, coadjuvando com o processo de deterioração (BASAJAVARAJAPPA et al. 1991; BRANDÃO JÚNIOR, 1996).

De acordo com a classificação da Embrapa (2021) para este teste: 93% de germinação correspondem a sementes de vigor muito alto, 83 a 92% vigor alto, 65 a 82% vigor médio e 50 a 64% vigor muito baixo. Ao se considerar o avanço das velocidades de deslocamento em cada sistema dosador, redução de germinação foi observado na velocidade de 6km/h, e ao se utilizar o sistema dosador SMP com 64,50%, reduziu em 19% a germinação de sementes quando comparado ao percentual de sementes germinadas do CONTROLE com 83,5%. Os dosadores SMC e SPS foram superior aos demais tratamentos, obtendo valores próximos ao do CONTROLE, em todas as velocidades de deslocamento utilizadas (4,6,8 e 10 Km/h).

Tabela 14- Valores médios dos resultados do teste de Qualidade Fisiológica para as sementes de soja (Teste de envelhecimento acelerado), para os sistemas de mecanismos dosadores, para o controle e as velocidades de deslocamento

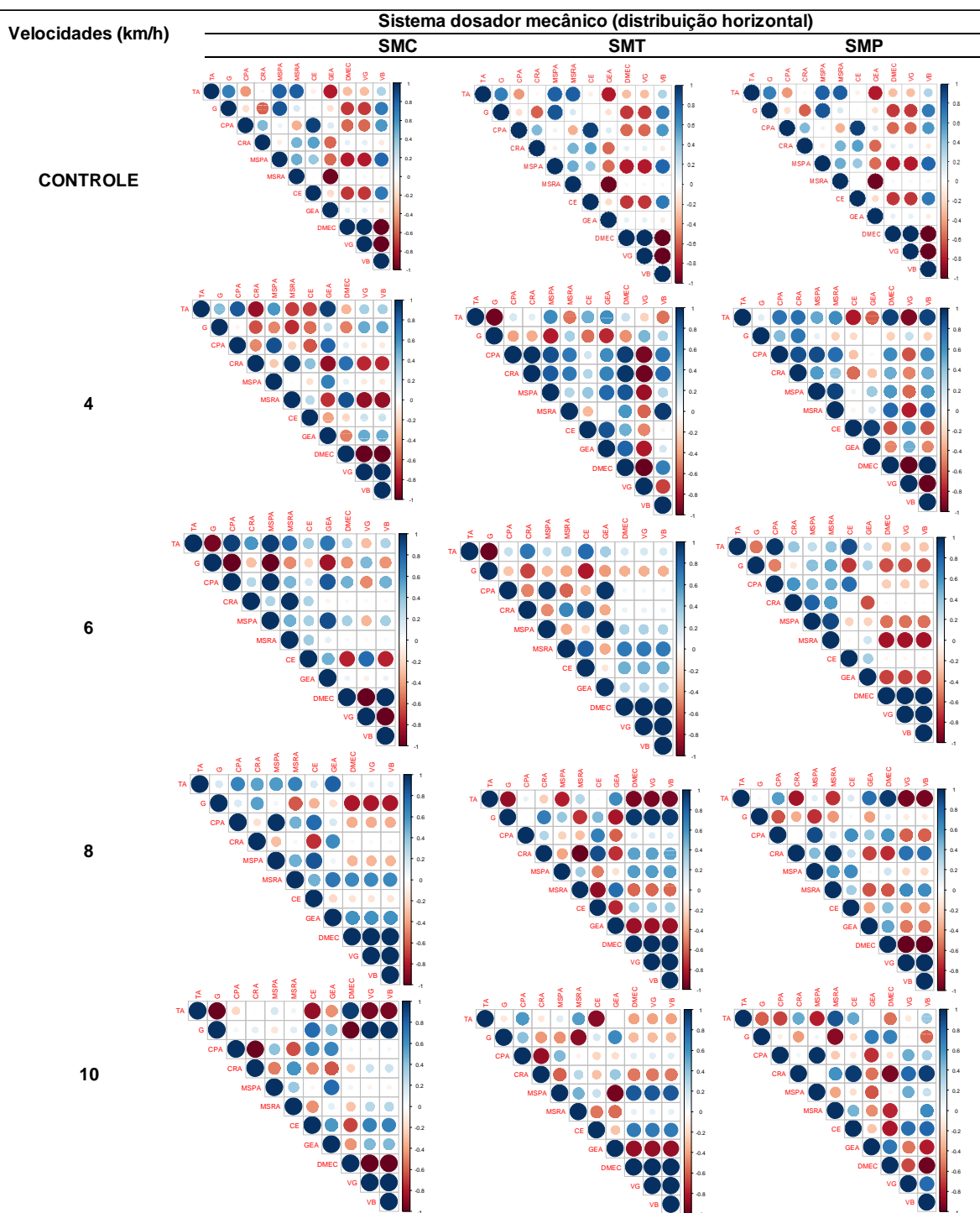
Velocidades (km/h)	Envelhecimento acelerado- germinação (%)					Média
	Sistema dosador					
	SMC	SMT	SMP	SPJ	SPS	
CONTROLE	83.50 Aa	83.50 Aa	83.50 Aa	83.50 Aa	83.50 Aa	83.50
4	83.50 Aa	79.50 ABa	64.50 Cb	75.00 ABab	82.50 Aa	77.00
6	80.50 Aa	78.50 ABCab	70.00 BCab	68.00 Bb	80.50 Aa	75.50
8	75.00 Aa	68.50 Ca	75.50 ABa	78.00 ABa	73.00 Aa	74.00
10	75.00 Aa	71.00 Bca	75.50 Aba	78.50 ABa	76.50 Aa	75.30
Médias dosadores	79.50	76.20	73.80	76.60	79.20	
média geral						
CV (%)						

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas, nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As correlações obtidas para as sementes de soja, com diferentes dosadores e velocidades de deslocamento dispostos no Gráfico 3 os dosadores de distribuição horizontal e no Gráfico 4 dosadores de distribuição vertical. De forma geral indicam para o controle que ao aumentar o dano mecânico (correlação positiva) é possível verificar que as variáveis de VB, GEA, MSRA, CRA, diminuíram gerando correlações negativas. Para os sistemas dosadores o SMC e SMP foi os que

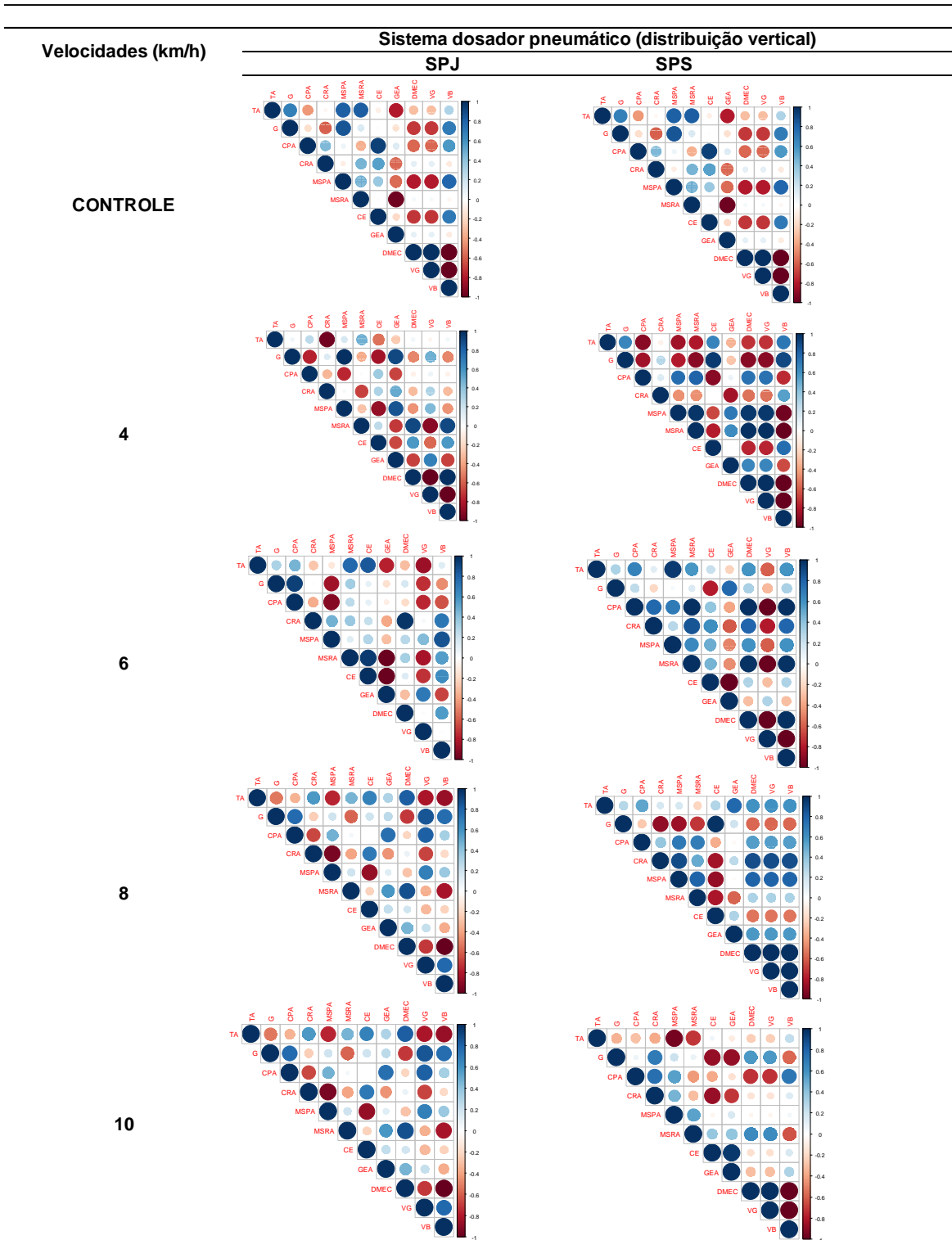
obtiveram maiores correlações negativas para as variáveis analisadas para todas as velocidades de deslocamento. O SMT obteve valores de correlações similares ao SPS, para as velocidades de deslocamento de 6 e 8 Km/h, e o SPJ na velocidade de 6 Km/h, quando a correlação se manteve positiva para o dano mecânico. O SMT na velocidade 6 Km/h, a variável que obteve correlação negativa foi G, e na velocidade de 8 Km/h foram MSRA e TA. Em relação ao SPJ as variáveis com correlação negativa para a velocidade de 6 Km/h foram G, CPA e GEA, para o SPS as variáveis com correlações negativas foram VG, VB e GEA na velocidade de 6Km/h e G, e CE na velocidade 8 Km/h. É possível verificar que os sistemas dosadores quando trabalhados na velocidade média indicada para cada sistema de distribuição as variáveis para qualidade física e fisiológica obtem valores satisfatórios, e quando submetidas a velocidade inferior ou superior é possível verificar uma alteração para estas variáveis.

Figura 26- Correlação de Pearson entre as variáveis para os sistema de mecanismo dosador de distribuição horizontal (convencional, titanium e plantsystem) e as velocidade de deslocamento (4, 6, 8 e 10 km/h), para as sementes de soja



TA (teor de água), G (germinação), CPPA (comprimento de plântula parte aérea, CPRA (comprimento de plântula parte de raiz), MSPA (massa seca da parte aérea), MSRA (massa seca da raiz), CE (condutividade elétrica), GEA (germinação do envelhecimento acelerado), SDM (semente sem dano mecânico), DML (semente com dano mecânico leve) e DMS (semente com dano mecânico severo)

Figura 27- Correlação de Pearson entre as variáveis para os sistema de mecanismo dosador de distribuição horizontal (convencional, titanium e plantsystem) e as velocidade de deslocamento (4, 6, 8 e 10 km/h), para as sementes de soja



TA (teor de água), G (germinação), CPPA (comprimento de plântula parte aérea, CPRA (comprimento de plântula parte de raiz), MSPA (massa seca da parte aérea), MSRA (massa seca da raiz), CE (condutividade elétrica), GEA (germinação do envelhecimento acelerado), DMEC (semente sem dano mecânico CLASSE 1 a 8), VG (vigor) e VB (viabilidade)

Ao aumentar a velocidade de deslocamento para 10 km/h, os danos mecânicos nas sementes de milho e soja aumentaram, estes danos podem influenciar na qualidade física e fisiológica das sementes utilizadas.

Maiores velocidades de deslocamento quando associadas ao mecanismo dosador, de sistema de distribuição horizontal (pipoqueira, titanium e plantsystem) foram inferiores aos mecanismos de distribuição vertical (jumil e selenium) que obtiveram maiores resultados positivos.

Dosadores com distribuição vertical (pneumáticos) são melhores que os dosadores de distribuição horizontal (mecânicos), porque as sementes tem menor contato com os componentes do sistema. Porém vale ressaltar que o sistema de dosador titanium obteve resultados próximos aos dosadores jumil e selenium. E de acordo com os resultados obtidos quando trabalhados na velocidade de 4 Km/h, os dosadores obteram resultados positivos, e na velocidade de 6 a 8 km/h os dosadores pneumáticos obteram valores positivos também, indicando que a utilização adequada de velocidade para cada sistema é possível obter um resultado positivo. E analisando os resultados obtidos através dos teste realizados é possível indicar que de acordo com este trabalho o dosador que obteve os melhores resultados foi o Jumil, e o pior dosador foi o Plantsystem.

5 CONCLUSÕES

O tipo de sistema de mecanismo dosador influencia na qualidade das sementes de milho e soja.

Maiores velocidades de deslocamento resultam em maiores danos as sementes, reduzindo a sua qualidade física e fisiológica.

Aumento da velocidade de deslocamento, associada ao mecanismo dosador de distribuição horizontal proporcionam maiores danificações.

REFERÊNCIAS

- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Semeadora de precisão: ensaio de laboratório/método de ensaio. São Paulo: ABNT, 1994. 2l p.
- ALBIERO, A. et al. Gráficos de probabilidade normal para avaliação de mecanismos de distribuição de sementes em semeadoras. **Ciências Agrárias**, Londrina- PR, v. 33, n. 2, p. 507-518, 2012.
- ALVAREZ, P. J. C *et al.* Relationship between soybean seed coat lignin content and resistance to mechanical damage. **Seed science and technology**, Zurich, v.25, n.2, p. 209-214, 1997.
- AMARAL, D. R; DOBIS, F. S; CARVALHO, T. C. de. Avaliação da qualidade física e fisiológica de sementes de soja durante o beneficiamento. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava-PR, v.11, n.2, p.43-52, 2018.
- ANDRADE, E.T.; Corrêa, P.C.; Alvarenga, E.M.; Martins, J.H. **Efeito do impacto mecânico controlado sobre a qualidade fisiológica de sementes de feijão**. Engenharia na Agricultura, Viçosa, v.7, n.3, p.148-159, 1999.
- ANGHINONI, Matheus. **Mecanismos dosadores e velocidade de deslocamento do conjunto trator semeadora nos componentes agrônômicos do milho**. 2019. 44p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Grande Dourados, Mato Grosso do Sul, 2019.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. Seed vigor testing handbook. East Lansing: **AOSA**, p. 93, 1983.
- ASTANAKULOV, K. Adaptation mechanic sowing apparatus for sowing soybean seeds with less damaging. In: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. v. 883, n. 1, p. 012137, 2021. doi:10.1088/1757-899X/883/1/012137
- BALASTREIRE, L. A. **Máquinas Agrícolas**. 1. ed. São Paulo: Manole, 1987.
- BARROS, A.S.R.; FILHO, J.M. Testes para avaliação rápida do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.19, n.2, p.288-294, 1997.
- BASAJAVARAJAPPA, B. S.; SHETY, H. S.; PRAKASH, H. S. Membrane deterioration and other biochemical changes, associated with accelerated aging of maize seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 2, n. 2, p. 279-286, 1991.
- BORBA, C.B. Ocorrência de danos mecânicos e qualidade fisiológica de sementes de milho. **Informativo ABRATES**, 1995. v.5, n.2, p.51.
- BORTOLOTTI, T. C. **Plantabilidade de milho na resteva de avezem**

cobertura e pastejado no sistema integração lavoura-pecuária, dessecados em diferentes épocas. Trabalho de conclusão de curso, 46f. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, PR, 2014.

BOTTEGA, E. L. et al. Diferentes dosadores de sementes e velocidades de deslocamento na semeadura do milho em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária** Pernambucana, p. 1-5, 2018.

BRANDÃO JUNIOR, D. E. **Eletroforese de proteína e isoenzima na avaliação da qualidade de sementes de milho.** 1996. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes.** 1. ed. Brasília, DF: Mapa, 2009.

CARPES, D. P. et al. 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.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção.** 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 588p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção.** Campinas: Fundação Cargill, 1988. 242p.

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira:** grãos, Brasília, DF, v. 11, n. 11, p. 54- 80, ago. 2021. Safra 2020/21, décimo primeiro levantamento. Disponível em: www.conab.org.br. Acesso em: 22 ago. 2021.

COSTA, N et al. Efeito da colheita mecânica sobre a qualidade da semente de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 232-237, 1996.

COSTA, N.P.; MARCOS FILHO, J. Temperatura e pré-condicionamento de sementes de soja para o teste de tetrazólio. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.5, n.1, p.158-168, 1994.

DAMBRÓS, R. M. **Avaliação do desempenho de semeadoras-adubadoras de milho com diferentes mecanismos dosadores.** 1998. 86 f. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Piracicaba, 1998.

DELAFOSSÉ, R. M. **Máquinas sembradoras de grano grueso.** Santiago: Oficina Regional de la FAO, 1986.

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

DORNBOS JR., D.L. Seed vigor. In: BARSA, A.S. Seed quality; basic

mechanisms and agricultural implications. New York: **Food Products Press**, 1994. p.62-63.

DUARTE, J. O. Embrapa Milho e Sorgo: Sistema de Produção: Cultivo de Milho. Importância econômica da cultura do milho. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1084535/1/MilhoeSorgo201728122017.pdf>. 2006. Acesso em: 05 ago. 2020.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultura do Milho**: sistema de produção. 7. Ed. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2011.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**, Londrina, PR, ed. 1, v. 1, n. 9- 49, nov. 2016. Disponível em: www.embrapa.br. Acesso em 19 nov.2020.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Soja. **Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja**, Londrina: Embrapa Soja, out. 2018. 108p.

ESPÍNDOLA, C. J.; CUNHA, R. C. C. A dinâmica geoeconômica recente da cadeia produtiva de soja no Brasil e no Mundo. **Geotextos**, v. 11, n. 1, p. 217-238, 2015.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Ecofisiologia e Fenologia. In: Produção de Milho. 2 ed. Guaíba: Agropecuária, 2004, p. 21-52.

FRANCETTO, T.R. Mecanismos dosadores de sementes e fertilizantes presentes nas semeadoras-adubadoras de precisão no Brasil. In: XLI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA/CLIA/CONBEA, Londrina, 2012. Artigo Completo... Londrina: COMBEA/SBEA, 2012.

FERREIRA, V. P. **Estatística experimental**: aplicado a ciências agrárias, 2018 p. 259-305.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

FERREIRA, S. C. **Diagnose nutricional de cultivares de milho (Zea Mays L.) de diferentes níveis tecnológicos**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

FESSEL, S. A. *et al.* Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas sob efeito do armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, PR, v. 25, n. 1, p. 25-28, 2003.

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

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 Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

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.

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

FURLANI, C. E. A. *et al.* Avaliação do desempenho de uma semeadora-adubadora em função da velocidade de deslocamento e carga no depósito de fertilizante. **Energia na Agricultura**, Viçosa, v. 14, n. 4, out/dez. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/eagri/v24n2/v24n2a16>. Acesso em: 25 mai. 2019.

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.

GOMES-JUNIOR, F.G.; CICERO, S.M. X-Ray analysis assess mechanical damage insweet corn seeds. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.34, n.1, p.78-85, 2012.

HARRINGTON, J. F. Biochemical basis of seed longevity. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.1, n.2, p.453-461, 1973.

J.ASSY ASSY (GOIÁS) (Comp.). **Manual do Operador:** Instruções para operações. 2019. Selenium. Disponível em: <[http://www.jassy.com.br/wp-content/uploads/2019/06/SEL ENIUM-MANUAL-CLIENTE.pdf](http://www.jassy.com.br/wp-content/uploads/2019/06/SEL_ENIUM-MANUAL-CLIENTE.pdf)>. Acesso em: 05 jul. 2019.

KLEIN, V. A. et al. **Efeito da velocidade na semeadura direta de soja.** Engenharia Agrícola, Jaboticabal, Botucatu, vol. 25, n.1, 2010, p.85-102 101 v. 22, n. 1, p. 75-82, jan. 2002.

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.

KRYZANOWSKI, FRANÇA NETO, HENNING **A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura.** Circular técnica 136 Londrina, PR. 2018. ISSN 2176-2864

LUDWIG, M.P. **Fundamentos da Produção de Sementes em culturas produtoras de grãos.** Ibirubá: IFRS Campus Ibirubá, 2016. 123p.

- MACEDO, M. C. M. Integração lavoura pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n.1, p. 133-146, 2009.
- MACHADO, A. L. T.; et al. **Máquinas para preparo do solo, semeadura, adubação e tratamentos culturais**. Pelotas: Editora Universitária UFPel, 2005.
- 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. **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.
- MANDARINO, José Marcos Gontijo. **Origem e história da soja no Brasil. 2017**. Disponível em: <http://blogs.canalrural.com.br/embrapasoja/2017/04/05/origem-e-historia-da-soja-no-brasil/>. Acesso em: 28 mai. 2020.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Aspectos Físicos e químicos tecnológicos do grão do milho**. Sete Lagoas, MG, 2006. Disponível em : <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/489376/1/Circ75.pdf>. Acesso em: 23 dez. 2020.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina: ABRATES, 2015. 659 p.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina, PR, p. 3, 1999.
- MÁRQUEZ, L. **Maquinaria agrícola**. Madrid: B&H Editores, 2004.
- MIALHE, L. G. Máquinas agrícolas para plantio. Campinas: Millennium, p. 648, 2012.
- 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: KRZYZANOSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2.1-2.24.
- NASCIMENTO, W. M. **Tecnologia de sementes de hortaliças**. 1. ed. Brasília: EMBRAPA, 2009. 432 p.
- OLIVEIRA M.L., VIEIRA, L.B., MANTOVANI, E.C., SOUZA, C.M., DIAS, G.P.

Desempenho de uma semeadora-adubadora para plantio direto, em dois solos com diferentes tipos de cobertura vegetal. Pesqui. Agropecu. Bras., v.35, p.1455-63, 2000^a.

PINTO, N. F. J. A. **Tratamento das sementes com fungicidas.** In: CNPMS. Tecnologia para produção de sementes de milho. Sete Lagoas, 1993. p.43-7. (Circular Técnica, 19).

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente.** 2.ed. Brasília, 1985.

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

RIBEIRO, B.G. **Danos mecânicos e tratamento químico em sementes de milho armazenadas.** 2016. 64f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

SCHMIDT, A. V., C. J. de Leon, E. Gausmann & I. J. B. de Melo, 1999. **Semeadora-adubadora para plantio direto.** Emater, Porto Alegre. 56 p.

SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. **Falhas e duplos na produtividade.** Seed News, Pelotas, v. 9, n. 6, nov/dez. 2012.

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. L. et al. **Avaliação da qualidade de sementes de soja semeadas na região do médio norte do Mato Grosso, safra 2016/17.** Fundação Rio Verde, Rio Verde, GO, Boletim Técnico. n.14. 2017.

SILVA, S. L. **Avaliação de semeadoras para plantio direto: demanda energética, distribuição longitudinal e profundidade de deposição de sementes em diferentes velocidades de deslocamento.** Botucatu, 2000. 123f. Tese (Doutorado em Agronomia / Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

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.

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. 1, p. 85-102, 2010.

SIQUEIRA, R.; CASÃO JR, R milho: **semeadoras -adubadoras para sistema**

plantio direto com qualidade Londrina-PR: IAPAR, 2002.

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

VALE, W. G. et al. **Influência da velocidade de deslocamento no desempenho de uma semeadora-adubadora direta**. Global Science and Technology, Rio Verde, v. 3, n. 3, p. 67-74, 2010.

VIEIRA, R.D., CARVALHO, N.M. **Teste de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164p.

ZUCHI, J. Refinamento da qualidade de sementes de soja na unidade de beneficiamento. Revista Plantar. p.22 - 23, 2015