

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS DE CHAPADINHA
CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO DO CONJUNTO
TRATOR – SEMEADORA-ADUBADORA NA QUALIDADE DE SEMEADURA
DE SOJA NO LESTE MARANHENSE

CHAPADINHA – MA
JULHO DE 2022

MIRLA SILVA MONTELES

**INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO DO CONJUNTO
TRATOR – SEMEADORA-ADUBADORA NA QUALIDADE DE SEMEADURA
DE SOJA NO LESTE MARANHENSE**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à coordenação de Engenharia
Agrícola da Universidade Federal do
Maranhão, como requisito para obtenção
do título de Bacharel em Engenharia
Agrícola.

Orientador: Prof. Dr. Washington Da
Silva Sousa.

Coorientador: Msc. Jarlyson Brunno
Costa Souza

CHAPADINHA – MA

JULHO DE 2022

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Silva Monteles, Mirla.

INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO DO CONJUNTO
TRATOR SEMEADORA-ADUBADORA NA QUALIDADE DE SEMEADURA DE
SOJA NO LESTE MARANHENSE / Mirla Silva Monteles. - 2022.
30 f.

Coorientador(a): Jarlyson Brunno Costa Souza.

Orientador(a): Washington da Silva Sousa.

Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do
Maranhão, Chapadinha-MA, 2022.

1. Agricultura de Precisão. 2. Mecanização Agrícola.
3. Otimização. I. Brunno Costa Souza, Jarlyson. II. da
Silva Sousa, Washington. III. Título.

TCC defendida e aprovada, em 29 de 07 de 2022, pela Comissão Examinadora
Constituída pelos professores:

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Washington da Silva Sousa
(Orientador)
Universidade Federal do Maranhão- UFMA

Prof. Dr. Nítalo André Farias Machado
(Examinador)
Universidade Federal do Maranhão- UFMA

Mariana Dias Meneses
(Examinadora)
Engenheira Agrícola- UFS

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, à Deus, por permitir que eu tivesse saúde e determinação para alcançar meus objetivos ao longo dos anos de estudo;

Aos meus pais, Rosilene e Carlos que sempre estiveram presentes em todas as etapas da minha vida, me dando força e amor em momentos que mais precisei. Obrigada por nunca terem medido esforços para que eu pudesse chegar até aqui;

Ao meu irmão, Carlinhos, por toda a torcida e incentivo durante essa jornada e pelos momentos de descontração;

Ao meu grande amor, Leonardo Barbosa, pela dedicação a mim oferecida, pelos momentos de companheirismo, pela compreensão e toda a parceria no decorrer desses anos. Seu apoio fez toda diferença em minha trajetória;

A todos os meus familiares, que de alguma forma fazem parte dessa conquista. Em especial aos meus primos Jerlesson e Jessica, que de alguma forma sempre se propuseram a me ajudar desde o início do curso. A minha tia Nancy, que sempre foi muito presente ao longo dessa caminhada, em que nos momentos mais difíceis sempre nos estendeu a mão. A todos, carrego uma grande gratidão;

Aos professores Edmilson Igor e meu orientador Washington Sousa, por todos os ensinamentos durante esses anos e por tudo o que fazem pelo os grupos de pesquisa GETAP E NEPF;

Ao meu coorientador Msc. Jarlyson Brunno Costa Souza, por toda a paciência ao longo desses meses e pela sua excelente contribuição para que esse trabalho fosse realizado da melhor forma;

A todos os colegas membros da equipe (GETAD e NEPF), em especial a Bruna Brito, João Victor, Janine e José Augusto;

A Universidade Federal do Maranhão, a todos os funcionários, professores que fizeram parte da minha formação;

A Fazenda Europa por ter aberto as portas de sua fazenda e ter nos dado todo o apoio necessário para a realização deste trabalho;

À todos da equipe Produceres, por todos os conselhos e ensinamentos ao longo desses meses. Vocês contribuíram diretamente em minha formação e serei eternamente grata por tudo;

E por fim, agradeço a todos que de alguma forma fizeram parte dessa jornada, fica aqui a minha eterna gratidão.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVO	11
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	11
3.1 Cultura da soja.....	11
3.2 Plantio Direto	12
3.3 Semeadoras.....	12
3.4 Profundidade e distribuição de plantas na produtividade da soja	13
3.5 Velocidade de semeadura da soja	14
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	14
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
6. CONCLUSÕES	24
7. REFERÊNCIAS.....	25

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localização da área de estudo, Buriti - MA, Brasil.....	15
Figura 2. Croqui do delineamento experimental identificando as áreas de semeadura e as velocidades avaliadas.....	15
Figura 3. Semeadora modelo John Deere DB50 ExactEmerge (a); semeadora modelo Jumil 8080 PD 33LS (b).....	16
Figura 4. Medição da distribuição longitudinal das sementes.....	17
Figura 5 Estatística descritiva e teste de comparação de médias (Tukey) em boxplot para espaçamentos de sementes falhas (A), duplas (B) e aceitáveis (C) para a semeadora John Deere.	18
Figura 6. Estatística descritiva e teste de comparação de médias (Tukey) para deposição de sementes para semeadora John Deere	20
Figura 7. Estatística descritiva e teste de comparação de médias (Tukey) para profundidade de sementes para semeadora John Deere	20
Figura 8. Estatística descritiva e teste de comparação de médias (Tukey) para espaçamentos de sementes falhas, duplas e aceitáveis para a semeadora Jumil.....	21
Figura 9. Estatística descritiva e teste de comparação de médias (Tukey) para deposição de sementes para semeadora Jumil.	23
Figura 10. Estatística descritiva e teste de comparação de médias (Tukey) para profundidade de sementes para semeadora Jumil.	24

RESUMO

O sistema de distribuição de sementes de uma semeadora atrelado ao fator velocidade pode influenciar diretamente na qualidade de semeadura na cultura da soja, isso porque a precisão na deposição de sementes pode ser afetada. Sendo assim, objetivou-se avaliar separadamente, a influência da velocidade de semeadura em duas semeadoras-adubadoras com sistemas de distribuição de sementes (mecânico e pneumático) na distribuição longitudinal, quantidade de sementes depositadas e profundidade de sementes. Os experimentos foram conduzidos em esquemas de faixas. Em que foram analisadas individualmente a semeadora com sistema de distribuição mecânica (semeadora da marca Jumil), em três velocidade de descolamento (5,0; 6,0 e 7,0 km.h⁻¹) e o sistema de distribuição pneumática (semeadora da marca John Deere) nas velocidades de (8,0; 10,0 e 12,0 km.h⁻¹). As variáveis avaliadas foram: densidade de semeadura, distribuição longitudinal de plântulas, profundidade de semeadura e profundidade. Aplicou-se estatística descritiva e os resultados foram submetidos ao teste F (5%), e teste para comparação de médias, e através das estatísticas utilizadas gerar os gráficos de *boxplot*, para mensurar a qualidade do processo em cada tratamento. De um modo geral, o sistema de distribuição pneumático apresentou boa operação nas velocidades testadas. Já para a semeadora de sistema mecânico, notou-se que o aumento da velocidade associada a um sistema de dosador mecânico apresentou menor desempenho operacional para as distribuições longitudinais, profundidade e densidade de sementes.

Palavras-chave: Agricultura de Precisão, Mecanização agrícola, Otimização.

ABSTRACT

The seed distribution system of a seeder linked to speed can influence the sowing quality of the soybean crop, because a factor of precision in the definition of the seeds can be evaluated. Thus, it is possible to evaluate the distribution machine in two seeder-fertilizers (with mechanical and operating seed distribution systems) in the longitudinal distribution, of seed depth. The experiments were planned in band schemes in which a seeder with pneumatic distribution system (Jumil seeder) was formed individually, at three detachment speeds (5.0, 6.0 and 7.0 km.h⁻¹) and the pneumatic distribution system (John Deere seeder) at speeds (8.0; 10.0 and 12.0 km.h⁻¹). Differences in depth, depth of depth, thickness of depth Descriptive statistics and the results selected for the F test (5%) and the test for comparison of means were determined, and through the statistics used to generate the boxplot graphs, to measure the quality of treatment. Generally speaking, aerial distribution works well on the one operating systems. As for a mechanical system seeder, there was no increase in speed associated with a mechanical metering system that presented lower operational performance for longitudinal distributions, depth and seed density.

Keywords: Precision Agriculture, Agricultural Mechanization, Optimization.

1. INTRODUÇÃO

A qualidade da semeadura tem um papel fundamental no cultivo da soja, sendo normalmente atribuída como a operação que mais afeta o desenvolvimento da cultura. Nesse sentido, é concebível presumir a necessidade da precisão dos mecanismos do conjunto mecanizado utilizados nessa operação, otimizando os recursos disponíveis, como combustível, sementes e fertilizantes entre outros, e proporcionando estandes e populações prescritas para lavoura (DAMASCENO, 2021).

Em reconhecimento a isso, no processo de semeadura, deve-se ter precaução com alguns fatores, dentre eles, o completo conhecimento do mecanismo de semeadura da máquina a ser utilizada e a velocidade da operação. Parte desta concepção baseia-se nas condições em parâmetros associados a esses fatores, como a distribuição adequada de sementes, espaçamentos aceitáveis, e profundidade de deposição ideal e constante (EMBRAPA, 2003). Esses parâmetros são fundamentais para qualidade da operação e lucratividade do empreendimento rural.

Está bem documentado que os responsáveis por conduzir as sementes do reservatório ao solo consistem no complexo denominado de sistemas dosadores, que cada semeadora tem embarcada. Esse sistema pode ser do tipo mecânico ou pneumático, com diferentes respostas na eficiência no que diz respeito a precisão na dosagem (FRANCETTO et al. 2012). Os sistemas pneumáticos tendem a proporcionar distribuição mais uniforme, resultando em maior estande de plantas e potencial para maior produtividade. Por outro lado, o mecânico tem menor eficiência operacional em curvas, relevos com maior ou ampla variação na declividade e, especialmente em velocidades elevadas (TOURINO et al. (2009).

De acordo com Garcia et al. (2011), a velocidade de operação irá ocasionar alterações na uniformidade de distribuição e na colocação adequada da semente no solo, isso porque esse aumento de velocidade interferirá no disco dosador da semeadora, sendo ela sistema pneumático ou mecânico.

Partindo desses argumentos, a presente pesquisa testou avaliar separadamente, a influência da velocidade de semeadura em duas semeadoras-adubadoras com sistemas de distribuição de sementes (mecânico e pneumático) na distribuição longitudinal, deposição e profundidade de sementes.

2. OBJETIVO

Avaliar a influência da velocidade de semeadura de sistemas de distribuição de sementes (mecânico e pneumático) sobre a distribuição longitudinal, deposição e profundidade de sementes de soja no Leste Maranhense.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Cultura da soja

A soja (*Glycine max*, L) é uma cultura que vem se evidenciando no cenário mundial dos grãos, pertencente à família Fabaceae e de origem Asiática, sendo considerada uma *commodity* no Brasil (ROCHA et al. 2018). A utilização dos grãos para uso de agroindústria (produção de óleo vegetal e rações para alimentação animal), indústria química e de alimentos são uns dos motivos para a sua grande evolução nas últimas décadas (COSTA NETO & ROSSI, 2000).

A chegada da cultura da soja no Brasil ocorreu em 1882, e atualmente, o país já ocupa cerca de 4,4% de área plantada do território nacional (CONAB, 2021). A expansão da soja no Brasil destinou-se a partir da região Sul do país, as utilizações de novas tecnologias, como sementes de qualidade, genética, o uso de plantio direto e cultivares mais resistentes às pragas e doenças, proporcionaram a abertura de novas áreas e aumento na produção (LIMA et al. 2012). Tudo isso graças ao progresso tecnológico e científico voltado às áreas de mecanização e afins e a sua capacidade de adaptação às diferentes condições edafoclimáticas impulsionando o seu cultivo em praticamente todas as regiões do país.

A cultura da soja apresenta um ciclo anual, tornando-a adaptativa a diferentes ecossistemas. Seu metabolismo fotossintético é considerado tipo C3 e sua morfologia é conhecida por suas raízes pivotantes, caule herbáceo e folhas trifoliada (FERRARI et al. 2015). A temperatura exigida para o desenvolvimento da cultura está entre 20°C a 30°C, ficando em 25°C a temperatura denominada a ideal para a emergência das plântulas. (EMBRAPA, 2000; SILVA, 2013).

3.2 Plantio Direto

Atualmente, o sistema de plantio direto vem sendo uma das técnicas abordadas pelos produtores como uma alternativa aos sistemas de manejo convencional do solo, apresentando vantagens tanto no sentido econômico como também, ambiental (BORTOLOTTTO et al. 2005). Para (Carvalho et al. 2004) o acúmulo de resíduos culturais que ficam na superfície do solo no plantio direto viabiliza o aumento da retenção de água e maior proteção do solo contra o impacto direto das chuvas (Igue, 1984), quando comparada a sua incorporação mediante o preparo convencional. Moody et al., 1961 menciona que devido ao não revolvimento do solo no plantio direto, a decomposição do material orgânico será mais lenta e gradual, melhorando as condições físicas, químicas e biológicas do solo.

Nos primeiros anos de adoção desse sistema, a produtividade talvez seja menor quando correlacionada ao sistema de plantio convencional, isso porque há necessidade de um tempo até que as melhorias na qualidade do solo se manifestem (FRANCHINE et al., 2011) Nesse caso, são indicadas algumas recomendações para obter um estande uniforme de plantas, como uma correta distribuição longitudinal das sementes associada à profundidade recomendada para a cultura (ALMEIDA et al.,2010).

A utilização deste sistema de plantio direto, diferente dos sistemas convencionais usados tem sido bastante associada ao maior controle da erosão, ao aumento da porosidade total do solo e à maior conservação de água do solo, resultando em aumento da disponibilidade de água às plantas, amenizando efeitos de estiagens e, conseqüentemente, assegurando possibilidade de maior rendimento das culturas (Soratto 2002).

3.3 Semeadoras

As semeadoras são as máquinas agrícolas que possuem um papel de grande importância na semeadura de uma cultura, pois se não houver uma regulação bem realizada ou se ocorrer falhas no processo de semeadura, irá influenciar diretamente na sua produtividade (SILVEIRA, 2001). Por tanto, o manuseio correto do equipamento agrícola potencializa a capacidade de trabalho do homem, e está diretamente relacionada ao desenvolvimento da agricultura (BONOTTO, 2012).

Os dosadores de sementes são de fundamental importância ao funcionamento e à qualidade da semeadora. Para a implantação das cultivares de soja, podem-se usar

diversos modelos de semeadoras, tendo diferentes sistemas de dosagem de sementes, entre elas, os sistemas pneumáticos e os sistemas mecânicos com discos perfurados horizontalmente, usados em maior quantidade para essa finalidade (TOURINO et al., 2009). Para Flores (2008), nos últimos tempos o desenvolvimento de máquinas agrícolas está sendo realizado com os olhos na evolução global. Isso se deve a grande demanda por inovações tecnológicas e por máquinas agrícolas que sejam mais eficientes e econômicas.

Segundo Damasceno (2017), o sistema de dosador pneumático, sendo ele mais moderno, é considerado uma alternativa para melhorar a distribuição das sementes. Pois, a pressão do ar utilizado nesse sistema tem a função de separar e de retenção da semente até a abertura de saída. De acordo com Tourino et al. 2009, os sistemas pneumáticos podem favorecer uma maior uniformidade de plantas, como resultado, maior produtividade. Os dosadores mecânicos são compostos por discos alveolados horizontais no fundo do reservatório de semente, que captam e alojam as sementes ao girar, sendo assim, depositadas por gravidade (DAMASCENO, 2017).

3.4 Profundidade e distribuição de plantas na produtividade da soja

Na semeadura o processo realizado deve estar bem ajustado em relação às condições edáficas da propriedade. O desenvolvimento inicial da cultura da soja está relacionado a diversos fatores, entre elas a distribuição e profundidade das sementes no solo (SILVA et al., 2017). Para Melo (2013), esses aspectos irão influenciar diretamente na germinação e emergência das plântulas, diminuindo assim, a produtividade final da cultura.

De acordo com Pinheiro Neto et al., (2008), a distribuição das plantas quando ela é realizada de forma incorreta, irá impossibilitar o aproveitamento dos recursos disponíveis, como por exemplo, água, luz e nutrientes. Além disto, a grande concentração de plantas em uma mesma linha de semeadura pode propiciar ao acamamento, por desenvolver-se com menos ramificações e com caules e diâmetros menores (KNIERIM, 2018). Para Dias et al. (2009), as variações na regulação da semeadora irão interferir de modo a induzir aos espaçamentos aceitáveis, duplos e falhos.

A profundidade de deposição de sementes é outro fator que afeta o desenvolvimento da cultura, quando a mesma é semeada em uma profundidade maior que a necessária, poderá causar prejuízos à emergência da soja, afetando ao vigor inicial da cultura, devido a grande quantidade de energia gasta pela planta para emergir

(KOAKOSKI et al. 2007). Entretanto, quando depositadas superficialmente ao solo, podem ser deslocadas ou carregadas pela água da chuva (KNIERIM, 2018).

3.5 Velocidade de semeadura da soja

As vezes devido as condições climáticas que restringem a janela de semeadura, os produtores tendem a aumentar a velocidade de semeadura. Esse acréscimo de velocidade permite aproveitar a janela de semeadura, dispondo do potencial produtivo das cultivares e a condição favorável para o bom desenvolvimento das plantas no momento essencial para cultura, entretanto, podendo comprometer a distribuição de sementes (MOLETA et al. 2020).

A velocidade de deslocamento do trator é um fator muito importante no processo de semeadura, pois a uniformidade da distribuição da semente está diretamente correlacionada ao efeito em que essa velocidade teve no momento da operação, influenciando também na abertura e o fechamento dos sulcos de semeadura e a profundidade de deposição das sementes (TROGELLO et al. 2013). Segundo Silva et al., (2017), o processo de semeadura deve ser realizado em condições adequadas para se obter população, profundidade e espaçamento de plantas dentro do recomendado para alcançar melhores produtividades.

Dias et al. (2009) constataram em um de seus trabalhos que o aumento da velocidade de deslocamento no momento da semeadura causou uma elevação significativa no percentual de duplos e, o número de aceitáveis foi menor na maior velocidade. Ceolin (2015), diz que a partir da população e espaçamento de plantas é possível alterar a competição intraespecífica entre as mesmas e assim, constituir um arranjo que possibilite melhores condições de colheita mecanizada e maior produtividade.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida em uma lavoura de soja situada em Mata Roma, MA, (03° 4' 06" S, 43° 09' 04" O W e altitude de 90 m), Brasil, como mostra a Figura 1. O padrão climático de Mata Roma é classificado, segundo Köppen, como Aw, caracterizando-o como clima tropical com estação seca e chuvosa, com precipitação média anual pluviométrica anual entre 1600 a 2000 mm (APARECIDO et al., 2022).

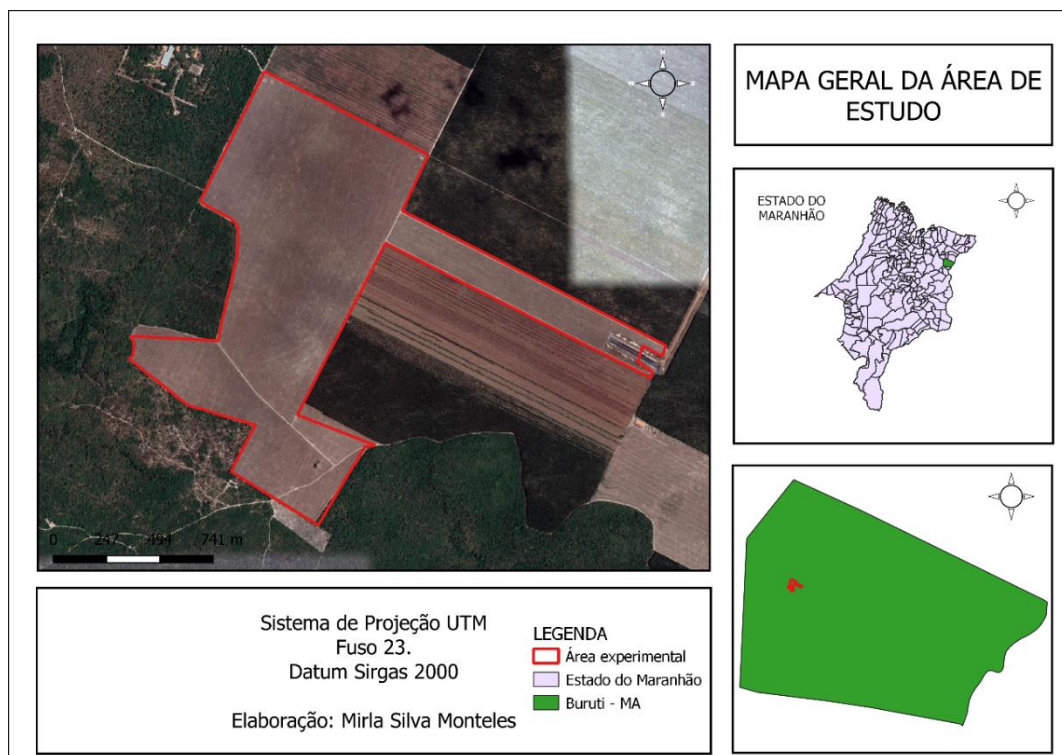


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo, Buriti - MA, Brasil.

Os experimentos foram realizados no dia 31 de dezembro de 2020, sendo conduzidos em esquemas de faixas, conforme mostra a figura 2. Em que foram analisadas individualmente a semeadora com sistema de distribuição mecânica (semeadora da marca Jumil), em três velocidade de descolamento (5,0; 6,0 e 7,0 km.h⁻¹) e o sistema de distribuição pneumática (semeadora da marca John Deere) nas velocidades de (8,0; 10,0 e 12,0 km.h⁻¹). O estudo foi realizado em uma área experimental de 162 m², com área útil das parcelas de aproximadamente 3 m², implementado um delineamento em faixas, com 18 repetições, perfazendo o total de 54 parcelas.



Figura 2. Croqui do delineamento experimental identificando as áreas de semeadura e as velocidades avaliadas.

Vale ressaltar que o estudo em questão não teve como foco comparar as duas máquinas analisadas, e sim avaliar a qualidade operacional de cada uma, ambas com sistemas e tecnologias diferentes.

A primeira máquina utilizada no estudo foi a semeadora de sistema de distribuição mecânico (marca Jumil e modelo 8080PD), contendo discos duplos para as sementes, 33 linhas espaçadas em 0,50 m e apresenta mecanismos sulcadores para adubos, como mostra a Figura 3.a. A segunda semeadora foi a de sistema de distribuição pneumático (marca John Deere e modelo DB50 ExactEmerge), composta de 27 linhas com 0,50 m de espaçamento e discos de corte de 18 polegadas. Esse modelo de semeadora possui um mecanismo de deposição inovador chamada escova BrushBelt™, que entrega as sementes uma a uma no solo, com suavidade e alta precisão, como mostra a Figura 3.b. Para a implantação da cultura da soja, utilizou-se a cultivar PP20RR das Sementes Pampeanas. Ressalta-se que a regulagem das máquinas foi realizada de modo em que sejam distribuídas 13 sementes de soja por metro linear, com densidade de 260 mil plantas por hectares, com profundidade de 1,5 e 3 cm para as semeadoras John Deere e Jumil, respectivamente.



Figura 3. Semeadora modelo John Deere DB50 ExactEmerge (a); semeadora modelo Jumil 8080 PD 33LS (b).

Após a operação de semeadura, sucedeu-se a abertura manual de 3,0 m, na extensão dos sulcos de plantio e em três fileiras centrais de cada parcela experimental, de maneira cuidadosa até encontrar a semente para avaliação da distribuição longitudinal e

a sua profundidade. As variáveis mencionadas foram mensuradas com régua (em cm) e operacional da medida é mostrado na Figura 4.

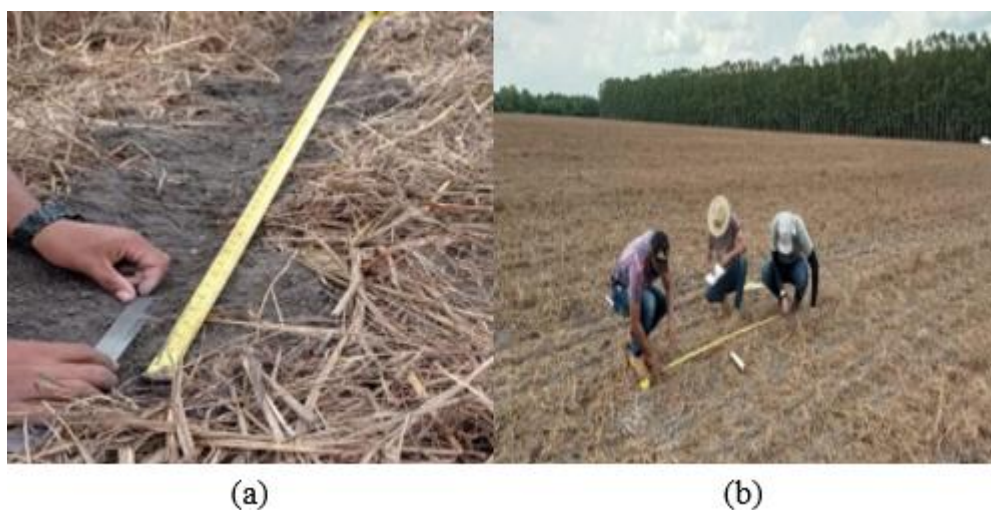


Figura 4. Medição da distribuição longitudinal das sementes

Os espaçamentos entre sementes (X_i) foi avaliado conforme metodologia proposta por Kurachi et al. (1989), resumidamente classificou-se os espaçamentos em classes: normal e aceitável ($3,85 X_{ref} < X_i < 11,55 X_{ref}$), distribuição longitudinal dupla ($X_i < 3,85 X_{ref}$) e falha ($X_i > 11,55 X_{ref}$), baseando-se em um espaçamento de referência (X_{ref}) de acordo com a regulação da semeadora.

A suposição de normalidade dos resíduos foi verificada por meio do teste de Shapiro-Wilk. Uma ANOVA foi realizada seguida por comparação das médias pelo teste *Tukey*, seguida por análise descritiva e construção de *Boxplots* para apresentação dos resultados. Foi adotado um nível de $P < 0,05$ como limite de significância em todos os testes.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 5 encontra-se os resultados para a semeadora-adubadora em disco pneumático com auxílio dos gráficos *boxplot*. Detectou-se diferença estatística das velocidades de deslocamento avaliadas para espaçamentos.

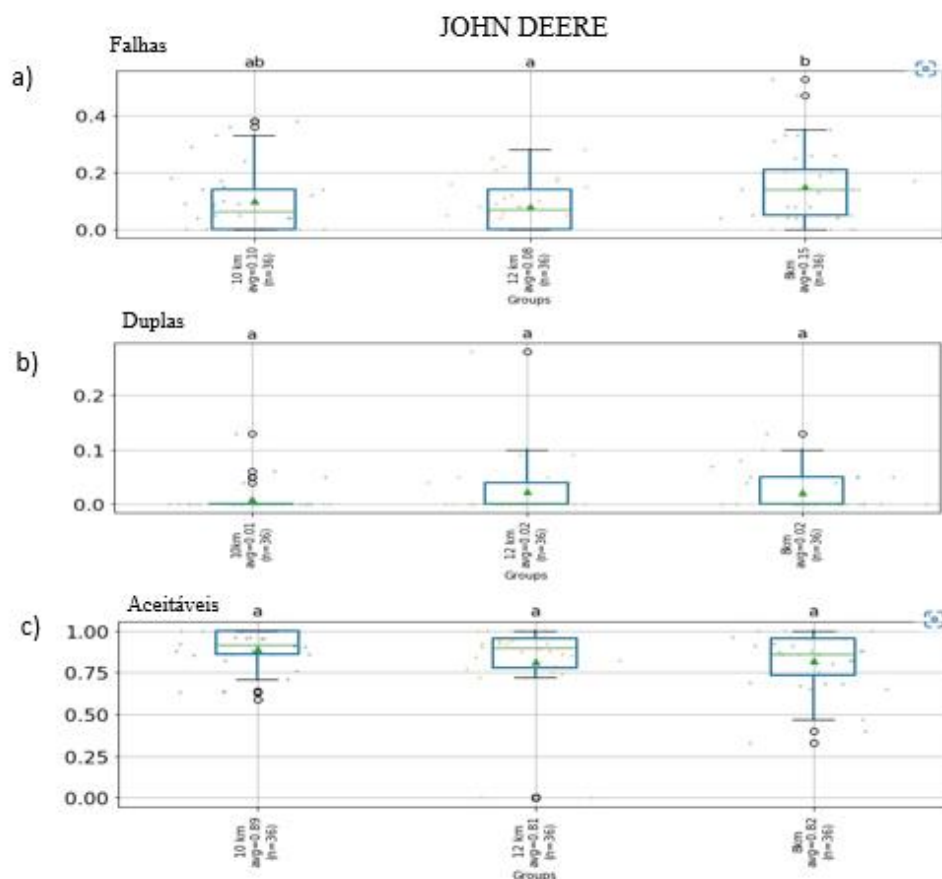


Figura 5 Estatística descritiva e teste de comparação de médias (Tukey) em boxplot para espaçamentos de sementes falhas (A), duplas (B) e aceitáveis (C) para a semeadora John Deere.

Nota-se que a velocidade de 8 km.h⁻¹ apresentou maior variabilidade dos dados e maiores valores de mediana, com distância de 1° e 3° quartil mais afastados da média, demonstrando que foi a velocidade que mais apresentou sementes falhas no processo.

Não foram visualizadas diferenças significativas entre as velocidades 10 km.h⁻¹ e 12 km.h⁻¹ para espaçamentos falhos, sendo assim, são regulagem que apresentaram maior proximidade de zero, demonstrando uma boa qualidade operacional e consequentemente, entregam uma maior capacidade operacional para o produtor.

Verifica-se também que na velocidade de 10 km.h⁻¹ assim como na velocidade 8 km.h⁻¹, apresentaram outliers observados visualmente na figura 5 (a), isto pode ocorrer devido a erros no momento da coleta dos dados ou valores discrepantes afastados da média.

Os espaçamentos duplos encontrados na figura 5 (b) não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos. No entanto, observa-se uma discrepância na variabilidade dos dados principalmente na velocidade de 10 km.h⁻¹, em que não apresentou nenhuma variabilidade para o tratamento, obtendo apenas 4 pontos fora do desejável. Corroborando

com os resultados de Castela (2014), em que relata que o aumento da velocidade de semeadura em uma semeadora pneumática não interferiu nos espaçamentos duplos em seu estudo.

Vale ressaltar que, as velocidades de 12 e 8 km.h⁻¹ para a avaliação de espaçamentos duplos apresentaram mediana dentro do recomendado, entretanto, a variabilidade dos dados quando comparadas a velocidade de 10 km.h⁻¹ mostram-se superiores. Jasper et al. (2011), ao estudar a influência da velocidade de semeadura nos espaçamentos, verificou-se que os componentes de rendimento não se alteraram no sistema pneumático a partir do incremento da velocidade de semeadura até 12 km.h⁻¹, apresentando valores inferiores de espaçamentos duplos e maior porcentagem de espaçamentos aceitáveis em comparação aos outros sistemas.

Na avaliação para sementes aceitáveis, constata-se que não houveram diferença estatística para as velocidades estudadas. Entretanto, a velocidade de 10 km.h⁻¹ apresentou uma menor variabilidade dos dados com menores amplitudes interquartílicas no gráfico *boxplot*. Segundo Pimentel-Gomes e Garcia (2002), a representação da variabilidade é importante por oferecer uma definição operacional para qualidade, então quanto menor é a variância, mais próximos os valores estão da mediana, mas quanto maior ela é, mais os valores estão distantes da média. Sendo assim, e por apresentar mediana mais próxima de 100%, é a velocidade mais recomendada para essa variável.

Diante do exposto, pode-se dizer que a semeadora pneumática se mostrou bastante eficiente para trabalhar em altas velocidades, visto que quase não apresentou diferença estatística em todas as variáveis. Demonstrando para o produtor que além da capacidade operacional, o mesmo também terá qualidade na operação realizada.

A figura 6 mostra através dos gráficos de *boxplot* a avaliação de deposição de sementes para cada tratamento submetido.

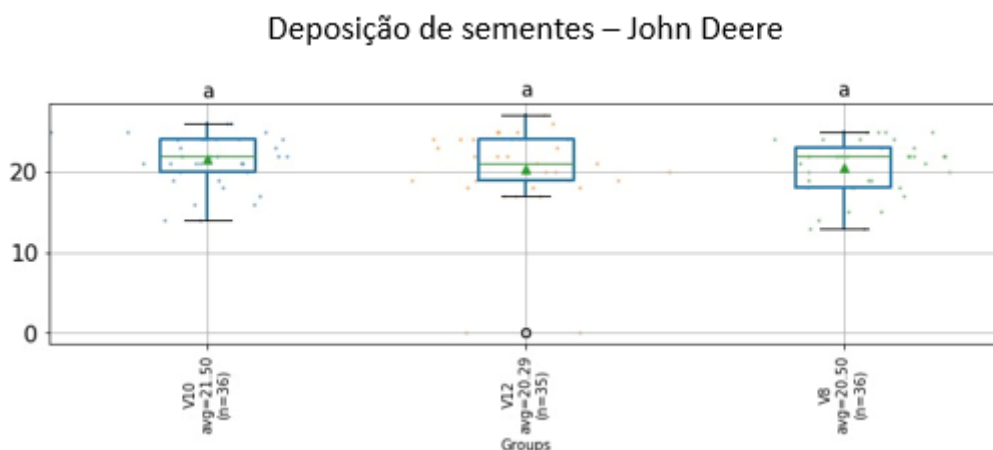


Figura 6. Estatística descritiva e teste de comparação de médias (Tukey) para deposição de sementes para semeadora John Deere

Observa-se através dos gráficos de caixas que entre os tratamentos analisados não houveram diferenças significativas, apontando que todas as velocidades em estudo entregaram resultados próximo do recomendado (de 26 sementes). A variabilidade entre si foi semelhante, exibindo valores de mediana acima de 20 sementes em 2 metros lineares, conforme a regulagem adotada para semeadura em estudo. Segundo Moleta et al. (2020), o sistema dosador pneumático permite dosar com maior eficiência semente a semente, possibilitando deposição com maior assertividade no sulco de semeadura. Tais como informações de Melo (2013), que verificou que a semeadora pneumática apresentou melhor desempenho do que a semeadora mecânica.

Na figura 7, encontra-se os gráficos de *boxplot* para análise de profundidade de semente para as velocidades de 10km.h⁻¹, 12 km.h⁻¹ e 8 km.h⁻¹.

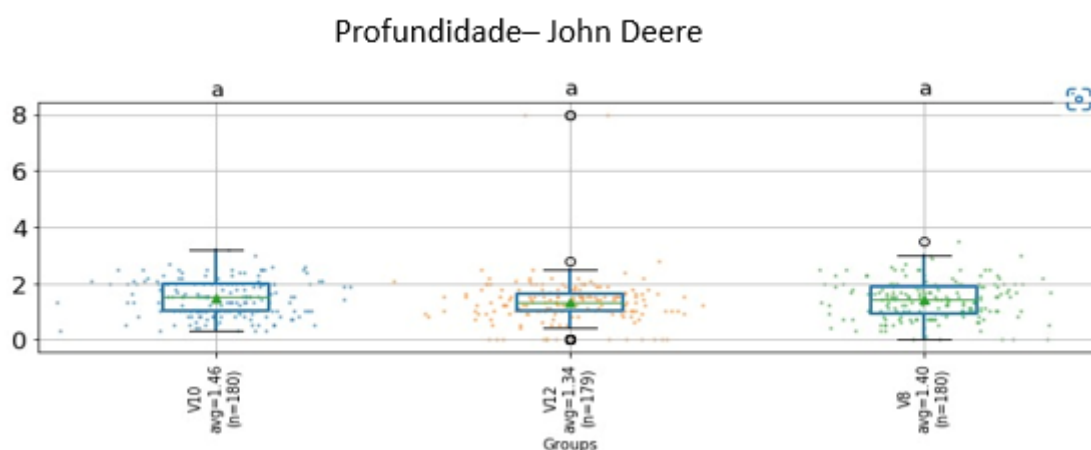


Figura 7. Estatística descritiva e teste de comparação de médias (Tukey) para profundidade de sementes para semeadora John Deere

Os gráficos presentes na figura 7 não verificaram diferenças significativa para ambos os tratamentos abordados, percebe-se que houve uma baixa variabilidade entre si, apresentando uma estabilidade na semeadura. Mas, entre os tratamentos estudados a velocidade de 12 km.h⁻¹ apresentou uma maior eficiência quando observado os valores de 1º e 2º quartil, que demonstra maior proximidade para a profundidade adequada (1,5 cm) e constante, sendo de acordo com a regulação estabelecida na semeadura da soja.

Nos gráficos a seguir encontram-se os resultados obtidos através das análises descritivas e comparação de médias, no qual pode-se observar valores médios de espaçamentos de sementes falhas (a), duplas (b) e aceitáveis (c) respectivamente em função das velocidades de 5km.h⁻¹, 6 km.h⁻¹ e 7 km.h⁻¹ com o auxílio dos gráficos *boxplot* (Figura 8).

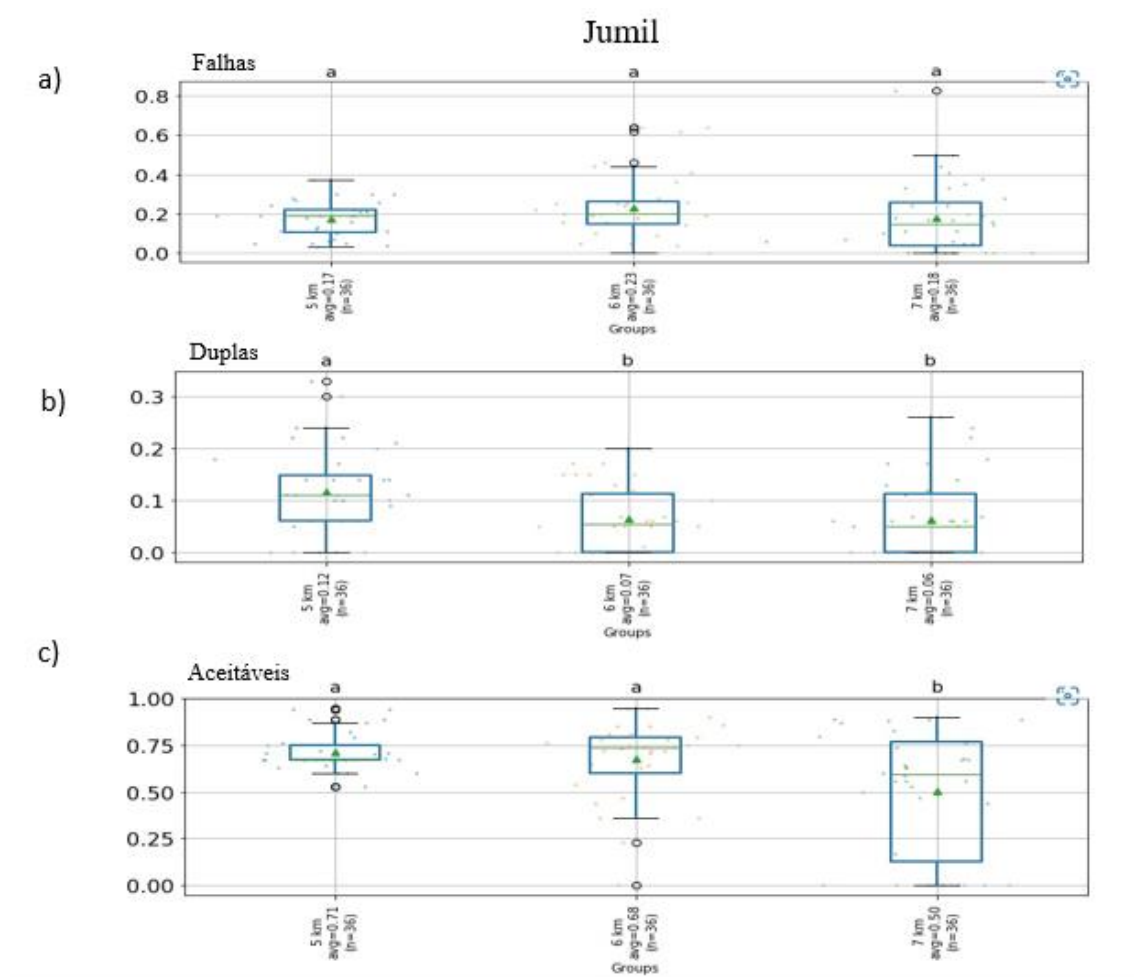


Figura 8. Estatística descritiva e teste de comparação de médias (Tukey) para espaçamentos de sementes falhas, duplas e aceitáveis para a semeadora Jumil

Como pode-se observar na figura 8 (a), não houve diferença estatística entre os tratamentos para distribuição de sementes falhas, por outro lado, percebe-se que ocorreu alterações no processo a partir do incremento de velocidade, principalmente na variabilidade dos dados. Os dosadores mecânicos, podem influenciar na população a medida que a velocidade aumenta. Isto pode ser causado porque a velocidade tangencial do disco alveolado de sementes também aumenta, diminuindo o tempo de capturar as sementes nos alvéolos, dificultando que o alojamento das mesmas de maneira correta e também pela dificuldade dos singularizadores em expulsar as sementes sobressalentes devido ao menor tempo de ação dos mesmos (Damasceno, 2017). Observando os resultados obtidos a partir dos gráficos acima figura 9a, nota-se que na maior velocidade avaliada para sementes falhas, a variabilidade encontra-se maior, apresentando um limite superior comparada às demais. Verifica-se também que na velocidade de 5 km.h⁻¹ mesmo apresentando uma menor variabilidade, demonstrando a linha da mediana mais próxima do 3º quartil, o que pode ser representado pelo coeficiente de assimetria negativo, indicando que há acúmulo de pontos acima da média, que tendem a se afastar da mesma.

Já para sementes duplas (Figura 8b), verifica-se que houve diferença estatística para as velocidades de 6 e 7km.h⁻¹. No entanto, os gráficos revelaram-se que a menor velocidade de 5 km.h⁻¹ se mostrou com uma maior dispersão dos dados quando comparado as demais velocidades, com valores de 1º e 3º quartil mais distante de 0, além de apresentar assimetria negativa em seu conjunto de dados. De acordo com Tavares et al. (2012), os coeficientes de assimetria e curtose devem estar próximos de zero, isso é indicativo de que as variáveis apresentam distribuição próxima à normal. Em razão disso, os valores de assimetria para a velocidade de 5 km.h⁻¹ são considerados mais longe da normalidade, logo, recomenda-se maior atenção na regulação da semeadora.

Na figura 8 (c) podemos analisar que para sementes aceitáveis houve diferença significativa nos gráficos a partir do incremento de velocidade. Nota-se que a variabilidade dos dados apresentou um aumento considerável para as velocidades de 6km.h⁻¹ principalmente, para a 7 km.h⁻¹, que além de exibir essa instabilidade, expôs valores de mediana e de 1º quartil muito distante de 100%, o que mostra uma menor qualidade de operação. Conforme os testes de Santos et al. (2011) a porcentagem de espaçamentos aceitáveis para a semeadora mecânica diminuiu à medida que aumentava a velocidade de deslocamento, consequentemente reduziu a uniformidade de semeadura. Validando o estudo de Dias et al., (2009), em que todas as velocidades e densidades

testadas em seus trabalhos com um sistema de dosador mecânico, houve uma redução no percentual de aceitáveis e aumento no número de falhos, com o aumento da velocidade de deslocamento.

Como observado na figura 9, encontra-se resultados para a variável deposição de sementes para os tratamentos de velocidade de 5, 6 e 7km.h⁻¹ para a semeadora Jumil.

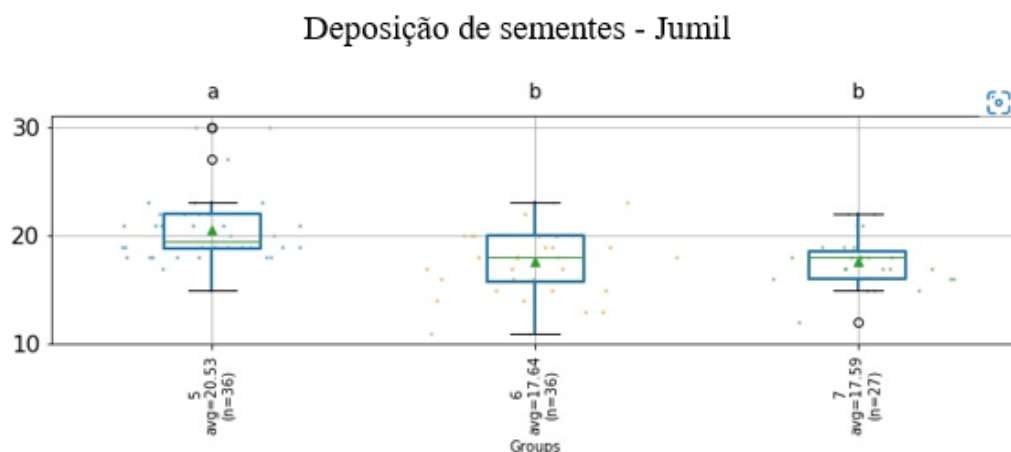


Figura 9. Estatística descritiva e teste de comparação de médias (Tukey) para deposição de sementes para semeadora Jumil.

Na análise verificou-se que houve diferença estatística entre as velocidades na figura 9. Nota-se que as velocidades de 6 e 7km.h⁻¹, demonstraram valores de mediana mais distante do esperado, ficando bem abaixo da quantidade de sementes reguladas para a operação (26 sementes). Por outro lado, a velocidade de 5 km.h⁻¹ se mostrou ser o tratamento com valores de mediana mais próxima da média, entregando um melhor resultado na deposição de sementes. Nota-se, que no tratamento com a menor velocidade a assimetria dos dados constatou-se positiva, posicionando-se mais próxima do 1º quartil. Segundo Braga (2021), a velocidade interferiu na deposição adequada de sementes, o mesmo alcançou um percentual mais baixo para a menor (de 4 km.h⁻¹) velocidade testada em seu experimento. Basso et al. (2016), salientam que é a maior precisão na deposição das sementes na linha de semeadura é um fato relevante e que contribui para o aumento no rendimento uma vez que plantas distribuídas de forma desuniforme implicam em um aproveitamento ineficiente dos recursos disponíveis, como luz, água e nutrientes.

A análise estatística abaixo revelou o efeito da velocidade na variável profundidade de sementes, na semeadura da soja com a semeadora da Jumil.

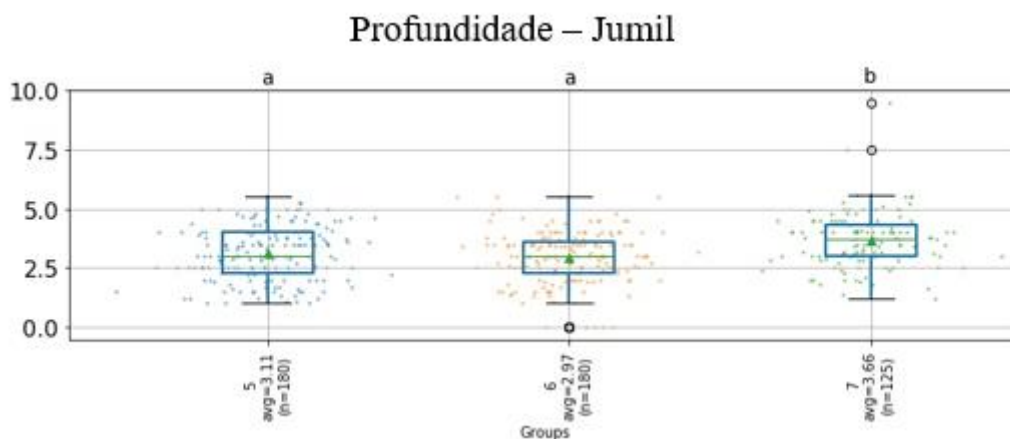


Figura 10. Estatística descritiva e teste de comparação de médias (Tukey) para profundidade de sementes para semeadora Jumil.

Percebe-se através dos gráficos de *boxplot* que todos os tratamentos em estudo apresentaram instabilidade em seus dados. Entretanto, as variações observadas mostraram que na velocidade de 6 km.h⁻¹ houve uma variabilidade menor em seu conjunto de dados, com valores de mediana mais próximos da média, levando em consideração a regulagem adotada pela fazenda, a 3 cm de profundidade, além de exibir simetria em seu processo. Nota-se que na velocidade de 7km.h⁻¹ encontrou-se diferença estatística em seu processo e expressou através da figura acima, que obteve valores discrepantes na semeadura podendo atingir profundidades bastante afastadas da regulagem submetida. Fornasieri Filho (1992), ressalta que semeaduras a maiores profundidades podem retardar e até impedir a emergência de plântulas, devido à falta de reservas de nutrientes na semente ou pela incapacidade de se alongarem até alcançar a luz.

6. CONCLUSÕES

A semeadora de sistema de distribuição pneumático o incremento das velocidades testadas não foi um fator limitante para realização de uma boa operação de semeadura.

Para a semeadora de sistema de distribuição mecânico, o aumento da velocidade associada a um sistema de dosador mecânico apresentou menor desempenho operacional para as distribuições longitudinais, profundidade e densidade de sementes. Assim, conclui-se que as velocidades de 5 km.h⁻¹ e 6 km.h⁻¹ foram as mais recomendadas para esse sistema em estudo, demonstrando que este tipo de sistema deixa a desejar no que diz respeito à capacidade operacional.

7. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. A. S.; SILVA, C. A. T.; SILVA, S. L. Desempenho energético de um conjunto trator-semeadora em função do escalonamento de marchas e rotações do motor. *Ararian*, v. 3, n. 7, p. 63-70, 2010.

APARECIDO, L. E. O.; MENESES, K. C.; LORENÇONE, P. A.; LORENÇONE, J. A.; MORAES, J. R. S. C.; ROLIM, G. S. limate classification by Thornthwaite (1948) humidity index in future scenarios for Maranhão State, Brazil. *Environment, Development and Sustainability*, 2022.

BASSO, C. J.; MURARO, D. S.; AGUIAR, A. C. M.; LIRA, M. **Resposta da soja frente a falhas na distribuição de semente.** Frederico Westphalen, RS. v. 9, n.4, p. 39-48, 2016.

BORTOLOTTTO, V. C.; PINHEIRO NETO, R.; BORTOLOTTTO, M. C. Demanda energética de uma semeadora-adubadora sob diferentes velocidades de deslocamento e tipos de cobertura vegetal no plantio direto da soja. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, v. 27, n. 02, p. 357- 362, 2005.

BRAGA, C. G. **Deposição de sementes de soja em semeadura com dosadores mecânicos de precisão.** 2021. 44. Graduação em Agronomia - Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), 2021.

CARVALHO, M. A. C.; ATHAYDE, M. L. F.; SORATTO, R. P.; ALVEZ, M. C.; ARF, O. Soja em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional em solo de Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 39, n. 11, p. 1141-1148, 2004.

CASTELA, J.; M.A.; OLIVEIRA, T.C.; FIGUEIREDO, Z.N.; SAMOGIM, E.M.; CALDEIRA, D.S.A. Influência da velocidade da semeadora na semeadura direta da soja. *Enciclopédia Biosfera, Goiânia*, v.10, n.19, p.1199-1207, 2014.

CEOLIN, G. **Qualidade da Semeadura da Soja em Função da Velocidade e do Sistema de Distribuição.** Dissertação (pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes) Universidade Federal de Pelotas, 2015.

CONAB. **Boletim da safra de grãos**, 2021. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos?limitstart=0>>, acesso em: 23/03/2022.

COSTA NETO, P. R. & ROSSI, L. F. S. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em fritura. *Química Nova*, v.23, p. 4, 2000.

DAMASCENO, A. F. **Sistema dosador de sementes e velocidade de operação na semeadura direta de soja**, 2017. 57. Dissertação (mestrando em Agronomia) – Unesp, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2017.

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Tecnologias de FLORES, E. F., Análise de máquinas agrícolas distribuidoras de fertilizantes segundo requisitos projetuais. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Santa Maria. 2008.

FERRARI, E.; PAZ, A.; SILVA, A. C. Déficit hídrico no metabolismo da soja em semeaduras antecipadas no Mato Grosso. **Pesquisa Agrárias e Ambientais**, Nativa, Sinop, v.03, n.01, p. 67-77, jan/mar. 2015.

FLORES, E. F. **Análise de máquina agrícolas distribuidoras de fertilizantes segundo requisitos projetuais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Santa Maria. 2008.

FORNASIERI FILHO, D. A cultura do milho. Jaboticabal: Funep, 1992.

FRANCHINI, J. C.; COSTA, J. D.; DEBLIASE, H.; TORRES, E. Importância da rotação de culturas para a produção agrícola sustentável no Paraná. Londrina: **Embrapa Soja**, 2011. 52p. (Embrapa Soja. Documentos, 327).

GARCIA, R. F.; VALE, W. G.; OLIVEIRA, M. T. R.; PEREIRA, M. E.; AMIM, R. T.; BRAGA, T. C.; 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.

IGUE, K. Dinâmica da matéria orgânica e seus efeitos nas propriedades do solo. In: ADUBAÇÃO verde no Brasil. Campinas: Fundação Cargill, 1984. p.232-267.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFICO E ESTATÍSTICA. (2021). Sistema IBGE de Recuperação Automática – Banco de Tabelas Estatística (SIDRA). 2021.

JASPER, R.; JASPER, M.; ASSUMPÇÃO, P. S. M.; ROCIL, J.; GARCIA, L. C. Velocidade de semeadura da Soja. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n.1, p.102-110, 2011.

KNIERIM, L. F. (2018) **Diagnóstico da semeadura mecanizada de soja na fronteira oeste do rio grande do sul**. Graduação (Bacharelado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Pampa, Alegrete, RS.

KOAKOSKI, A.; SOUZA, C. M. A.; RAFULL, L. Z. L.; SOUZA, L. C. F.; REIS, E. F. Desempenho de semeadora-adubadora utilizando-se dois mecanismos rompedores e três pressões da roda compactadora. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 5, p. 725-731, 2007.

LIMA, S.F.; ALVAREZ, R.C.F.; THEODORO, G.F.; BAVARESCO, M.; SILVA K.S. (2012) – Efeito da semeadura em linhas cruzadas sobre a produtividade de grãos e a severidade da ferrugem asiática da soja. **Biociencia Journal**, vol. 28, n. 6, p. 954-962.

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

MOLETA, I.; RAMPIM, L.; CONRADO, P. M.; CZEKALSKI, A. M.; POTT, C. A.; FARIA, V. O.; SPLIETHOFF, J.; BRITO, T. S.; MARTINS, L. O.; WENDLER, C. D. Desempenho de semeadora-adubadora pneumática e mecânica em diferentes velocidades na soja, Paraná, **Research Society and Development**, v. 9, n. 10. e4629107947, 2020.

MOODY, J.E.; SHER, G.M.; JONES JUNIOR, J.N. Growing corn without tillage. **Soil Science Society of America Proceedings**, v.6, p.516-517, 1961.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C. H. Estatística aplicada a experimentos agronômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. FEALQ. Piracicaba, 309 p., 2002.

PINHEIRO NETO, R.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; BORTOLOTTI, V. C.; PINHEIRO, A. C. Desempenho de mecanismos dosadores de sementes em diferentes velocidades e condições de cobertura do solo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 30, supl. p. 611-617, 2008.

SANTOS, A. J. M., GAMERO, C. A., OLIVEIRA, R. B., VILLEN, A. C. (2011). Análise espacial da distribuição longitudinal de sementes de milho em uma semeadora-adubadora de precisão. **Bioscience Journal**, 27 (1), 16-23. Recuperado de <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/7355/6836>.

SILVA, J. G.; NASCENTE, A. S.; SILVEIRA, P. M. **Velocidade de semeadura e profundidade da semente no sulco afetando a produtividade de grãos do arroz de terras altas**, Goiás, Colloquium Agrariae, v. 13, n.1, Jan-abr. 2017, p.77-85. DOI: 10.5747/ca. 2017.v13. n1. a152.

SILVEIRA, G. M. da. Máquinas para plantio e condução das culturas. Viçosa: Aprenda Fácil, v 3, p. 336, 2001.

SORATTO, R. P. **Resposta do feijoeiro ao preparo do solo, manejo da água e parcelamento da adubação nitrogenada.** 2002. 72 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2002.

TAVARES, U. E.; ROLIM, M. M.; PEDROSA, E. M. R.; MONTENEGRO, A. A. A.; MAGALHÃES, A. G.; BARRETO, M. T. L. Variabilidade espacial de atributos físicos e mecânicos de um Argissolo sob cultivo de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.11, p.1206-1214, 2012.

TOURINO, M. C. C.; REZENDE, P. M. de; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agronômicas de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1071-1077, 2002.

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

TROGELLO, E.; MODOLO, A.J.; SCASI, M.; DALLACORT, R. Manejos de cobertura, mecanismos sulcadores e velocidades de operação sobre a semeadura direta da cultura do milho. *Bragantina*, v.72, n.1, p.101-109, 2013.