



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



ANDRÉ NICOLAU TROPIANO ALMEIDA

**AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE OPERACIONAL DO CONJUNTO TRATOR E
SEMEADORA NA SEMEADURA DA SOJA EM DIFERENTES
VELOCIDADES COM E SEM PILOTO ASSISTIDO**

**Botucatu – SP
2023**

ANDRÉ NICOLAU TROPIANO ALMEIDA

**AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE OPERACIONAL DO CONJUNTO TRATOR E
SEMEADORA NA SEMEADURA DA SOJA EM DIFERENTES
VELOCIDADES COM E SEM PILOTO ASSISTIDO**

Dissertação apresentada à
Faculdade de Ciências Agronômicas
da Unesp Câmpus de Botucatu, para
obtenção do título de Mestre em
Engenharia Agrícola.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto
Arbex Silva

Botucatu

2023

A447a Almeida, André Nicolau Tropiano
Avaliação da capacidade operacional do conjunto trator e
semeadora na semeadura da soja em diferentes velocidades
com e sem piloto assistido / André Nicolau Tropiano Almeida. --
Botucatu, 2023
50 p. : tabs., fotos

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

1. Plantabilidade. 2. Tempo de Deslocamento. 3. Tecnologia.
4. Eficiência Operacional. I. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Botucatu



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

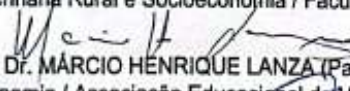
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE OPERACIONAL DO CONJUNTO TRATOR/SEMEADORA NA SEMEADURA DA SOJA EM DIFERENTES VELOCIDADES COM E SEM PILOTO ASSISTIDO

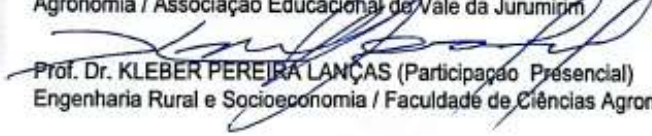
AUTOR: ANDRE NICOLAU TROPICANO ALMEIDA

ORIENTADOR: PAULO ROBERTO ARBEX SILVA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em ENGENHEIRO AGRÍCOLA, pela Comissão Examinadora:


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


Prof. Dr. MÁRCIO HENRIQUE LANZA (Participação Presencial)
Agronomia / Associação Educacional do Vale da Junumirim


Prof. Dr. KLEBER PEREIRA LANÇAS (Participação Presencial)
Engenharia Rural e Socioeconomia / Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu - UNESP

Botucatu, 02 de agosto de 2023

RESUMO

Se destacando como o maior produtor de soja do mundo, o Brasil tem como essa cultura a maior e mais cultivada pelos agricultores no país, com maior expansão de área cultivável, sendo impulsionada, principalmente, pelo atrativo aumento do preço no mercado externo. Para produção, é necessário um planejamento desta, fazendo análise operacional, otimizando os tempos operacionais, para que se possa desempenhar em tempo hábil essas atividades, e com isso, realizar a segunda safra no ano com eficiência operacional. Este trabalho teve como objetivo determinar a capacidade operacional do conjunto trator-semeadora na operação de semeadura com e sem piloto automático. O trabalho foi conduzido na Fazenda Refúgio, com localização no município de Angatuba – S.P, sendo o delineamento experimental o fatorial em faixas sendo uma faixa com piloto assistido e a outra sem piloto assistido, constituído por 8 tratamentos e 5 repetições. Sendo assim os tratamentos consistidos pela diferença de velocidade na operação: T1: 4km.h^{-1} ; T2: 6km.h^{-1} ; T3: 8km.h^{-1} ; T4: 10km.h^{-1} . Foram analisados os dados agronômicos da cultura, como, o número de vagens por plantas, número de grãos por vagens e o número de plantas por metro. Obteve também a produtividade de grãos, distribuição de sementes e a eficiência operacional. Após o levantamento dos dados, estes foram submetidos a análise de variância, verificando a significância entre eles e havendo a significância, realizou-se o teste comparativos de média Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados mostraram que a capacidade operacional do conjunto foi maior para velocidades maiores, executando uma maior área em velocidades menores, pois tem como influencia as velocidades de manobra ao fim da linha de semeadura. Os índices de velocidade de emergência da semente, não tiveram variação com a velocidade e também com e sem piloto assistido. Com relação aos resultados para espaçamento entre plantas, na velocidade de 10 km.h^{-1} o coeficiente de variação foi maior, e o número de espaçamento aceitáveis menor para esta velocidade se comparado as velocidades menores a ela. Fato que também ocorre para o conjunto sem piloto assistido, no qual se tem um maior número de variação nos espaçamentos entre plantas se comparado ao conjunto com tecnologia para todas as velocidades ensaiadas. Para a variável produtividade, obteve-se um maior valor para a velocidade de 4 km.h^{-1} , e também para o

conjunto equipado com piloto assistido. Com isso, pode-se concluir que o aumento da velocidade do conjunto trator-semeadora faz com que possa se executar uma maior área em menor tempo, mas esse aumento de velocidade é um limitante para o espaçamento entre as plantas, afetando diretamente a produtividade.

Palavras-chave: plantabilidade; tempo de deslocamento; tecnologia; eficiência operacional.

ABSTRACT

Standing out as the largest producer of soybeans in the world, Brazil has as this crop the largest and most cultivated by farmers in the country, with greater expansion of cultivable area, being driven mainly by the attractive increase in price in the foreign market. For production, it is necessary to plan this, making operational analysis, optimizing operational times, so that these activities can be performed in a timely manner, and with this, carry out the second harvest in the year with operational efficiency. This work aimed to determine the operational capacity of the tractor-seeder set in the sowing operation with and without autopilot. The work was conducted at Fazenda Refúgio, located in the municipality of Angatuba – S.P., and the experimental design was the factorial in bands, one track with assisted pilot and the other without assisted pilot, consisting of 8 treatments and 5 replications. Thus, the treatments consist of the difference in speed in the operation: T1: 4km.h⁻¹; T2: 6km.h⁻¹ ; T3: 8km.h⁻¹ ; T4: 10km.h⁻¹. The agronomic data of the crop were analyzed, such as the number of pods per plant, number of grains per pod and the number of plants per meter. It also obtained grain yield, seed distribution and operational efficiency. After data collection, they were submitted to analysis of variance, verifying the significance between them and having the significance, the comparative test of mean Tukey at 5% probability was performed. The results showed that the operational capacity of the set was higher for higher speeds, executing a larger area at lower speeds, as it influences the maneuver speeds at the end of the seeding line. The seed emergence velocity indices did not vary with the speed and also with and without assisted pilot. Regarding the results for spacing between plants, at the speed of 10 km.h⁻¹ the coefficient of variation was higher, and the number of acceptable spacing was lower for this speed when compared to the lower speeds. A fact that also occurs for the set without assisted pilot, in which there is a greater number of variations in the spacing between plants compared to the set with technology for all the speeds tested. For the productivity variable, a higher value was obtained for the speed of 4 km.h⁻¹, and also for the set equipped with assisted pilot. With this, it can be concluded that the increase in the speed of the tractor-seeder set makes it possible to execute a larger area in less time, but this

increase in speed is a limiting factor for the spacing between plants, directly affecting productivity.

Keywords: plantability; travel time; technology; efficiency.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 Cultura da Soja	12
2.2 Capacidade Operacional do conjunto para semeadura.....	13
2.3 Inovação Tecnológica para Semeadura.....	15
3 MATERIAL E METODOS	17
3.1 Área experimental.....	17
3.1.1 Características da área experimental.....	17
3.1.2 Manejo fitossanitário da área	18
3.2 Equipamentos utilizados	20
3.3 Sementes e Fertilizantes.....	22
3.4 Caracterização dos tratamentos	23
3.5 Delineamento experimental	23
3.6 Coleta dos dados	25
3.6.1 Capacidade de campo operacional.....	25
3.6.2 Índice de velocidade de emergência da semente.....	27
3.6.3 Dados Agronômicos da cultura	27
3.6.4 Distribuição das plantas	28
3.6.5 Produtividade de grãos	30
3.7 Análise estatística	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	32
4.1 Capacidade de Campo Operacional	32
4.2 Índice de Velocidade de Emergência.....	36
4.3 Espaçamento entre plantas	37
4.4 Produtividade.....	40
5 CONCLUSÃO.....	43
REFERÊNCIAS.....	45

1 INTRODUÇÃO

Sendo um dos grãos com maior importância produtiva e econômica no Brasil e no Mundo, a soja hoje faz o Brasil se destacar como o maior produtor mundial deste grão batendo o recorde 151,4 milhões de toneladas, quase 23% a mais que na safra anterior (CONAB, 2023). Essa cultura favorece a produção nacional devido a sua robustez e a sua capacidade de adaptação as condições ambientais e de manejo. A produção de grãos no Brasil tem se caracterizado por duas épocas de semeadura (1ª e 2ª safra), provocando nos produtores rurais uma dificuldade no planejamento do plantio e conseqüentemente em todo processo de cultivo, pois necessita-se de uma curta “janela” entre as duas safras, fazendo com que ocorra um correto manejo e monitoramento das operações desenvolvidas durante o cultivo, principalmente na operação de semeadura, em que é necessário que ocorra em tempo hábil e correto para não ocorrer atraso nas demais operações subsequentes.

Para serem executadas corretamente, essas operações precisam ser planejadas e desenvolvidas de acordo com o equipamento correto em cada operação e também levando em consideração que nesse planejamento ocorre a previsão do risco climático e falhas no equipamento, provocando atrasos nas operações mecanizadas. Analisando o desempenho operacional das máquinas agrícolas, pode-se avaliar a racionalidade da operação, assim como, obter o máximo rendimento desta, mesmo considerando paradas, manobras e preparo das máquinas.

O desempenho operacional leva em consideração o estudo dos tempos e movimentos, com isso, é possível identificar os fatores que elevam os custos e tempo da operação, podendo buscar soluções que diminuem esses fatores fazendo com que a operação seja realizada de forma otimizada e mais eficiente. As análises de desempenho operacionais e eficiência de uma operação agrícola se fazem necessária para que se possa ter menores custos nas operações.

Portanto, objetiva-se com este trabalho analisar qual a influência da velocidade do conjunto trator-semeadora na semeadura da soja, em quatro velocidades diferentes e este conjunto equipado com e sem a tecnologia embarcada, sendo avaliada a capacidade operacional, índice de velocidade de emergência das sementes, dados agrônômicos da cultura, distribuição de plantas e produtividade de grãos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura da Soja

A soja [*Glycine max* (L) Merrill] é uma planta herbácea, da família Fabaceae, dicotiledônea, de origem da costa leste da Ásia e no nordeste da China. É uma cultura importante no Cenário Mundial de Cereais, comercializada na bolsa de valores como uma commodity agrícola. (DEJNEKA, 2015).

Esta cultura foi inserida no Brasil por volta de 1900 no Rio Grande do Sul, pois esta foi uma região no qual a cultura se adaptou melhor pois tem clima parecido com o dos Estados Unidos. Contudo, a relatos também que ela teve como início em algumas produções no Nordeste, mas não sendo efetiva. A expansão da soja no Brasil começou em 1970, quando a indústria de óleo começou a ser ampliada. O aumento da demanda internacional pelo grão é outro fator que contribuiu para a comercialização e o seu cultivo em escala (APROSOJA, 2018).

A importância e expansão da cultura da soja no Brasil se deu pela sua robustez em seus grãos referente a sua baixa umidade, seu valor nutritivo e a grande variedade de produtos que podem ser a partir dela para alimentação humana e animal. Essa variedade de produtos faz com que se mantenham um maior número de investimento e pesquisa na cultura, pois ocorre um aumento da demanda e valor por este produto no mercado externo (ROCHA et al., 2018).

Segundo a CONAB (2023), a produção para a safra 22/23 chegou ao número recorde de 151,4 milhões de toneladas, com um aumento de 22,4% em relação à safra anterior. Esse aumento se justifica devido a um aumento de 5,5% na área plantada, ao preço atrativo no mercado externo e a implementação de novas tecnologias na cultura.

A soja apresenta uma alta adaptabilidade em relação as condições do ambiente e clima, devido a mudanças morfológicas que foram favoráveis para a produção. (KOMATSU et al., 2010).

Um principal componente para estabelecer a produtividade esperada é planejar e estabelecer uma população de plantas adequadas, mesmo a cultura tendo a robustez para que se possa ter uma maior população de plantas. É recomendável que se estabeleça uma população mínima de plantas para que se tenha a produtividade esperada ou se não será seriamente reduzida, determinadas variedades que são

plantadas no tropico necessitam de poucas plantas por hectare necessitando de boa qualidade entre as sementes. (FURLANI,2005).

Ainda nesse aspecto, Souza et al. (2010) diz que o alinhamento e arranjo espacial das plantas está diretamente relacionado com a velocidade de semeadura e no momento do fechamento das entrelinhas, com isso, pode-se garantir melhor qualidade de grãos ou sementes, manejo fitossanitário e menor incidência de plantas daninhas.

A desuniforme distribuição de plantas gera também uma má formação no estande de plantas, em que isso pode ocasionar uma variação entre os tipos de plantas em uma mesma área, tendo plantas maiores, menos ramificadas, e que podem ter acamamentos e assim reduzir a produtividade geral da lavoura. As falhas entre plantas podem permitir com que ocorra um maior número de plantas daninhas, afetando o desenvolvimento da cultura e prejudicando a colheita. (JUNIOR et al., 2014)

A uniformidade no tamanho das sementes, assim como a rugosidade delas pode influenciar na distribuição das sementes no solo, pois ao ser alojada nos pelos discos no momento do plantio, as sementes não se alojam de maneira correta ocorrendo a falha no depósito do sulco de plantio. (REYNALDO e al., 2016)

Tourino et al. (2002) verificaram que houve uma compensação do número de vagens por plantas com a redução de plantas por metro, ocasionando uma maior produtividade de grãos.

2.2 Capacidade Operacional do conjunto para semeadura

A velocidade de deslocamento é essencial para a capacidade de campo e eficiência das operações, provocando o estudo dessas operações. As máquinas agrícolas em operações fornecem atributos quantitativos e qualitativos, trazendo informações na qual passam a se chamar capacidade operacional (FOLLE e FRANZ, 1990).

A principal e mais importante operação é a que também pode interferir na produção é a semeadura. Uma alternativa para melhor distribuição de sementes é o sistema a vácuo, sistema no qual deposita com precisão a semente no sulco aumentando o número de espaçamentos aceitáveis. (Casagrande et al., 2021).

A semeadura é um dos fatores fundamentais para o sucesso na produtividade da lavoura, pois a produtividade de uma cultura é afetada pelo estande de plantas, (REVISTA CULTIVAR, 2016). A densidade de semeadura determina o arranjo das plantas, dessa forma interfere na competição por recursos do solo, sendo pela luz, água e nutrientes, além de causar alterações morfofisiológicas nas plantas (ARGENTA et al. 2001).

De acordo com Navid et al. (2011), independente da máquina semeadora utilizada, é necessário manter a qualidade na operação de plantio para que se possa ter uma melhor uniformidade das plantas. Segundo Mattar (2010), utilizando de maneira correta e ajustada o conjunto no momento do plantio, irá se ter uma maior capacidade operacional favorecendo o número de área executada no mesmo período de tempo e na janela especificada.

Segundo Bertelli (2016), a semeadura é a principal operação para uma boa obtenção de estande de plantas, o seu planejamento se é essencial, assim como a velocidade de deslocamento do conjunto responsável pelo plantio tem grande influência para que seja realizada a operação em um menor tempo de trabalho e que condições climáticas não prejudiquem o momento do plantio.

De acordo com EMBRAPA (1994), para implantação de uma lavoura no sistema de plantio direto tem-se como principal importância a regulação e desempenho da semeadora-adubadora, e essa regulação e desempenho está relacionada ao corte eficiente da palhada sobre o solo, correta abertura do sulco de plantio e a eficiência na distribuição de adubos e sementes. Esses desempenhos estão também diretamente ligados a velocidade de deslocamento do conjunto em trabalho.

Garcia (2006), relata que ao aumentar a velocidade do conjunto no momento da semeadura acaba ocorrendo o aumento de do número de plantas duplas e falhas e a diminuição dos aceitáveis, acarretando na diminuição da produção.

A operação de semeadura tem como maior influência e limitante a sua velocidade de deslocamento afetando diretamente a produtividade da cultura, pois modifica o espaçamento entre as sementes ao longo do sulco (DELAFOSSSE, 1986).

Essa desuniformidade na distribuição das sementes é causada pois quando elas são liberadas pelo disco, passam a ter queda livre e com isso ganham uma velocidade horizontal devido a velocidade de deslocamento, tendo também uma força

vertical causada pela gravidade. Esse componente horizontal, faz com que a semente em contato com o solo “salte” e se desloque para um local que não é o apropriado, provocando desuniformidade longitudinal do espaçamento entre elas. (PACHECO et al., 1996).

A má distribuição das sementes provoca uma desuniformidade entre as plantas devido a estas não conseguirem utilizar de maneira correta alguns fatores que são indispensáveis a elas como os nutrientes do solo, a água e luminosidade. (JASPER et al., 2011).

Segundo Reynaldo et al. (2016), ao se aumentar a velocidade de plantio da soja ocorreu uma diminuição dos espaçamentos aceitáveis e aumento dos falhos e duplos, afetando diretamente de forma negativa a produção, podendo ter como melhor velocidade de plantio a de 4 km.h^{-1}

Gazel et al. (2017) reiteram a importância de se avaliar as máquinas e implementos agrícolas para que se tenha um aumento na eficiência da produtividade dos grãos. Uma das dificuldades para a semeadura no sistema de plantio direto é encontrar semeadoras adequadas para este tipo de plantio, já que é necessário que abram corretamente o sulco com palhada na superfície e depositem a semente no espaçamento correto e em sua profundidade adequada.

A variação dos espaçamentos entre as plantas se torna a principal causa na diminuição da produtividade de grãos, essa variação pode influenciar a população de plantas e com isso a quantidade de luminosidade que incide sobre as plantas. Aumentando a velocidade de deslocamento ocorre uma melhora na capacidade operacional diminuindo a qualidade de semeadura, tendo um menor número de espaçamentos aceitáveis entre as plantas (DIAS et al., 2009).

2.3 Inovação Tecnológica para Semeadura

Dentre os modelos de receptores GPS existentes nas máquinas agrícolas, os receptores compostos pelo sistema RTK (Real Time Kinematic), são os que permitem ter uma maior acurácia em suas operações, pois consiste em um sistema que corrige o erro do GOS em tempo real. (TRIMBLE, 2010).

O uso de pilotos automáticos necessita de sinais que corrijam o posicionamento das máquinas, com a maior acurácia possível, posicionando-a em sua rota por mecanismos atuadores no volante ou em seus rodados, utilizando a correção

diferencial do erro do GPS (DGPS), assim é possível obter maior uniformidade nos trajetos e, operações e capacidade operacional das máquinas (MOLIN, 2008).

O uso dos sistemas de agricultura de precisão, como os pilotos automáticos, sendo ela considerada uma tecnologia embarcada nas máquinas agrícolas, utiliza-se do sistema de orientação de satélites no qual auxilia a diminuição da utilização das máquinas para as operações. (BAIO; MORATELLI, 2011).

SILVA et al., (2011) em sua pesquisa obteve o número de que 39% das usinas de cana-de-açúcar utilizavam o sistema de piloto automático, comprovando a importância e a eficiência deste sistema, mesmo em alguns casos sendo alto o custo de aquisição dos equipamentos, é válido a aquisição e utilização dos sistemas, diminuindo as falhas e erros nas passadas do conjunto ao realizar a operação.

Segundo Fernandes (2013) aumenta-se com o passar do tempo o retorno do investimento com o uso do piloto automático nas diferentes práticas do campo, inclusive a operação de plantio.

Oliveira e Molin (2011) estudaram e viram a acurácia da tecnologia embarcada como piloto automático na precisão das passadas em relação a direção manual, mas que não obteve diferença significativa na eficiência operacional nessa comparação.

Uma técnica presente na semeadura é a agricultura de precisão, dentro dela a utilização de piloto automático, técnica essa na qual aumenta a produtividade e diminui os custos operacionais, aliando tudo isso também a melhoria na distribuição da semente no sulco e sua profundidade, provocando uma uniformidade na cultura a ser implementada (ALMEIDA et al., 2010).

O piloto embarcado traz como consequência positiva também o menor risco de compactação do sulco, devido ao controle de tráfego em que sempre utiliza o mesmo rastro, diminuindo assim o risco de sobreposição de linhas (GARCIA et al., 2016).

3 MATERIAL E METODOS

3.1 Área experimental

3.1.1 Características da área experimental

O experimento foi realizado na Fazenda Refúgio, localizada no município de Angatuba – S.P, tendo como coordenadas geográficas a latitude de 23°30'22.87"S, longitude de 48°33'55.61"O e altitude de 550 metros, no ano safra 2022/2023.

A área experimental é caracterizada pelo manejo de plantio direto em que recebeu trigo na safra 21/22, após a colheita desta cultura no qual foi realizada em abril, a área ficou em pousio até a semeadura da soja na safra 22/23, sendo este realizado em 18/09/2022. No período em que a área ficou em pousio, realizou-se a análise de solo representada na Figura 1 abaixo.

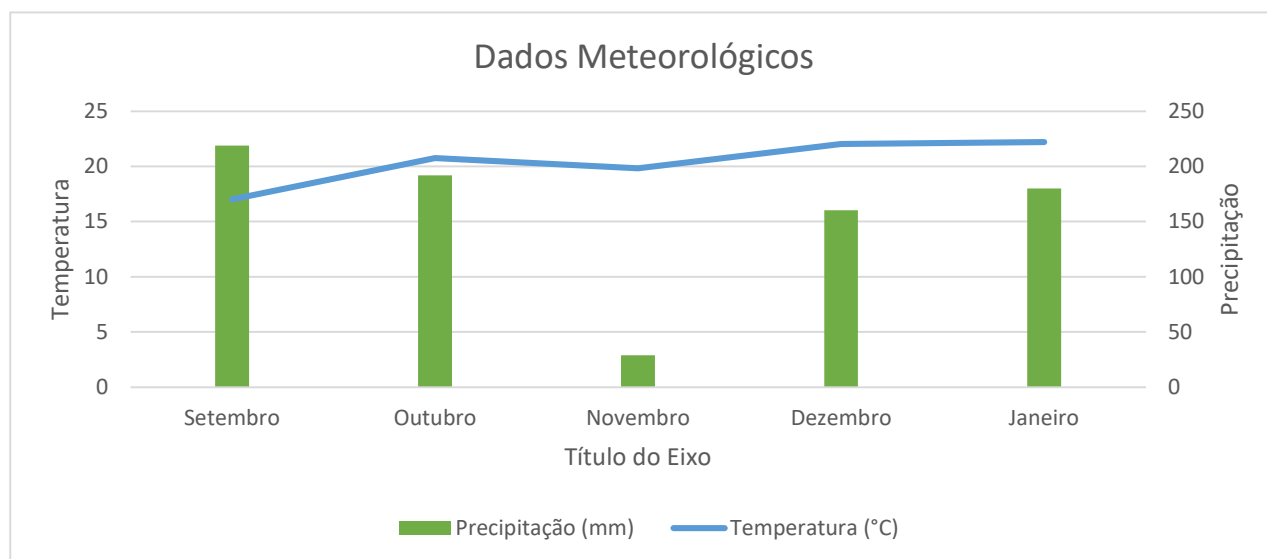
Figura 1 – Resultados da análise de solo da área experimental

pH	P	K	Ca	Mg	Al ³	H	V%	S
CaCl ₂	Resina				Kcl	Fosfato de Cálcio		
	mg/dm ³	mmolc/dm ³	mmolc/dm ³	mmolc/dm ³	mmolc/dm ³	mmolc/dm ³	%	mg/dm ³
5,2	28	4,05	37	13	0	40	57	52

M.O	m%	S.B	CTC	*B	Cu	Fe	Mn	Zn
oxidação				Água quente		DTPA		
g/dm ³	%	mmolc/dm ³	mmolc/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³
36	0	53	94	0,1	0	40	57	52

Fez-se também o levantamento dos dados meteorológicos, como temperatura média de cada mês em C° e da precipitação acumulada durante os meses em que se realizou o experimento. Estes dados estão representados pelo Gráfico 2 abaixo.

Figura 2 – Dados referentes a temperatura média mensal e precipitação mensal acumulada na área experimental durante o experimento (22/23).



3.1.2 Manejo fitossanitário da área

Antes e durante o ciclo da cultura na qual se desenvolveu o experimento, foram realizados os seguintes manejos fitossanitários:

- 10 dias antes do plantio, realizou-se a dessecação utilizando os herbicidas Heat® (Saflufenacil 700 g.kg⁻¹ de i.a) com dose de 0,1 kg.ha⁻¹, Finale® (Glufosinato – Sal de Amônio 200 g.kg⁻¹ de i.a) e Iharol Gold® (Óleo Mineral 756 g.l⁻¹) na dose de 0,5 l.ha⁻¹ com uma taxa de aplicação de 100 l.ha⁻¹ com objetivo de remover restos vegetais ainda verdes sobre a superfície.

- 10 dias após o plantio (DAP), fez a primeira aplicação na cultura com o objetivo de controlar insetos e restos de plantas daninhas na área, utilizando o inseticida Curbix® (Etiprole 200 g.kg⁻¹ de i.a) com dose de 0,8 l.ha⁻¹ e os herbicidas Cletodim® (Cletodim 240 g.kg⁻¹ de i.a) com dose de 0,5 l.ha⁻¹, e Roundap Transorb® (Sal de potássio - Glifosato 288 g.kg⁻¹ de i.a) com dose de 2,0 l.ha⁻¹ e Iharol Gold® (Óleo Mineral 756 g.l⁻¹) na dose de 0,5 l.ha⁻¹ com uma taxa de aplicação de 100 l.ha⁻¹

- 20 DAP foi realizado aplicação de herbicidas, inseticidas e fertilizante foliar com o objetivo de controlar plantas infestantes, lagartas e percevejos, assim como nutrir a planta. Utilizou-se o inseticida Curbix® (Etiprole 200 g.l⁻¹ de i.a) com dose de 0,8 l.ha⁻¹ e os herbicidas Cletodim® (Cletodim 240 g.l⁻¹ de i.a) com dose de 0,5 l.ha⁻¹, e

Roundap Transorb® (Sal de potássio - Glifosato 288 g.kg⁻¹ de i.a) com dose de 2,0 l.ha⁻¹ e Iharol Gold® (Óleo Mineral 756 g.l⁻¹) na dose de 0,5 l.ha⁻¹ com uma taxa de aplicação de 100 l.ha⁻¹. Para nutrição, foi utilizado Cobalto e Molibdênio na forma sólida misturado a calda na aplicação na dose de 0,1 l.ha⁻¹ (Cobalto 5 g.kg⁻¹ ; Molibdênio 25 g.kg⁻¹).

- 35 DAP realizou-se a primeira aplicação de fungicida juntamente com inseticida com o intuito de combater ferrugem e percevejo na soja. Foi utilizado o fungicida FoxXpró® (Bixafem 125 g.l⁻¹ de i.a ; Protioconazol 175 g.l⁻¹ de i.a ; Trifloxistrobina 150 g.l⁻¹ de i.a) com dose de 0,5 l.ha⁻¹ , o inseticida Perito® (Acefato 970 g.kg⁻¹ de i.a) com dose de 1 kg.ha⁻¹, como tensoativos para melhor absorção e diluição dos produtos, foi utilizado o adjuvante Agral® (etilenoxi - etanol 280 g.l⁻¹ de i.a) com dose de 0,1 l.ha⁻¹ e o óleo vegetal emulsionável Áureo® (Éster metílico de óleo de soja 720 g.l⁻¹ de i.a) com dose de 0,2 l.ha⁻¹. Aplicação foi realizada com uma taxa de aplicação de 80 l.ha⁻¹

- 50 DAP fez-se a segunda aplicação de fungicida juntamente com inseticida afim de combater a ferrugem, lagarta e percevejo. Utilizou-se o fungicida FoxXpró® (Bixafem 125 g.l⁻¹ de i.a ; Protioconazol 175 g.l⁻¹ de i.a ; Trifloxistrobina 150 g.l⁻¹ de i.a) com dose de 0,5 l.ha⁻¹ , os inseticidas Curbix® (Etiprole 200 g.l⁻¹ de i.a) com dose de 0,8 l.ha⁻¹ e Premio® (Clorantraniliprole 200 g.l⁻¹ de i.a) com dose de 0,06 l.ha⁻¹ como tensoativos para melhor absorção e diluição dos produtos, foi utilizado novamente o adjuvante Agral® (etilenoxi - etanol 280 g.l⁻¹ de i.a) com dose de 0,1 l.ha⁻¹ e o óleo vegetal emulsionável Áureo® (Éster metílico de óleo de soja 720 g.l⁻¹ de i.a) com dose de 0,2 l.ha⁻¹. Aplicação foi realizada com uma taxa de aplicação de 80 l.ha⁻¹

- 65 DAP realizou-se a terceira aplicação de fungicida juntamente com inseticida afim de combater a ferrugem e oídio, lagarta e percevejo. Utilizou-se o fungicida Aproach Power® (Picoxistrobina 90 g.l⁻¹ de i.a ; Ciproconazol 40 g.l⁻¹ de i.a) com dose de 0,6 l.ha⁻¹ , os inseticidas Exalt® (Espinetoram 120 g.l⁻¹ de i.a) com dose de 0,1 l.ha⁻¹ e Expedition® (Sulfoxaflor 100 g.l⁻¹ de i.a ; Lambda-Cialotrina 150 g.l⁻¹ de i.a) com dose de 0,3 l.ha⁻¹ como tensoativos para melhor absorção e diluição dos produtos, foi utilizado novamente o adjuvante Agral® (etilenoxi - etanol 280 g.l⁻¹ de i.a) com dose de 0,1 l.ha⁻¹ e o óleo vegetal emulsionável Áureo® (Éster metílico de óleo de soja 720 g.l⁻¹ de i.a) com dose de 0,2 l.ha⁻¹. Aplicação foi realizada com uma taxa de aplicação de 80 l.ha⁻¹

- 80 DAP realizou-se a quarta aplicação de fungicida juntamente com inseticida afim de combater a ferrugem e oídio, lagarta e percevejo. Utilizou-se os fungicidas Aproach Power® (Picoxistrobina 90 g.l⁻¹ de i.a ; Ciproconazol 40 g.l⁻¹ de i.a) com dose de 0,6 l.ha⁻¹ e Unizeb Golg® (Mancozebe 750 g.l⁻¹ de i.a) com dose de 1 kg.ha⁻¹ e o inseticida Perito® (Acefato 970 g.kg⁻¹ de i.a) com dose de 1 kg.ha⁻¹, como tensoativos para melhor absorção e diluição dos produtos, foi utilizado novamente o adjuvante Agral® (etilenoxi - etanol 280 g.l⁻¹ de i.a) com dose de 0,05 l.ha⁻¹ e o óleo vegetal emulsionável Áureo® (Éster metílico de óleo de soja 720 g.l⁻¹ de i.a) com dose de 0,05 l.ha⁻¹. Aplicação foi realizada com uma taxa de aplicação de 80 l.ha⁻¹

- 90 DAP realizou a dessecação da soja utilizando o herbicida de contato Diquat® (Dibrometo de diquat 373,50 g.l⁻¹ de i.a ; Diquate 200,00 g.l⁻¹ de i.a). Como tensoativos para melhor eficiencia e diluição dos produtos, foi utilizado o adjuvante Agral® (etilenoxi - etanol 280 g.l⁻¹ de i.a) com dose de 0,1 l.ha⁻¹ e o Iharol Gold® (Óleo Mineral 756 g.l⁻¹) na dose de 0,5 l.ha⁻¹ com uma taxa de aplicação de 100 l.ha⁻¹.

3.2 Equipamentos utilizados

O conjunto operacional utilizado no plantio da cultura foi composto por um trator da marca New Holland® T7260 com potência média de 192,4 Kilowatts e acoplado a semeadora de precisão a vácuo, da marca Jumil® Modelo Guerra 7090 de 12 linhas com sistema de controlador de taxa Easy Tech. O trator foi fabricado no ano de 2018 e adquirido neste mesmo ano sem uso, máquina é utilizada no plantio juntamente com essa plantadora e também em operações de preparo de solo. Semeadora foi adquirida juntamente com o trator no ano de 2018 e sem uso, sendo utilizada em 9 plantios, sendo 5 de soja na safra e 4 de milho no período da safrinha. O conjunto foi ajustado com a distância entre linhas de 0,45 metros programada para uma população de plantas de 288.886 sementes/ha e 13 plantas por metro linear, representada na Figura 3.

Figura 3 – Conjunto trator-semeadora utilizado para semeadura



Para a execução do manejo fitossanitário foi utilizado um pulverizador autopropelido da marca CaselH® modelo Patriot350 com capacidade de tanque de 3.500 litros, espaçamento entre pontas de 0,5 metros e 30 metros de barra, no qual se desloca com uma velocidade média de aplicação de 14km.h^{-1} . Equipado com 2 pontas, sendo uma do tipo leque modelo ST-02 e uma ponta tipo cone modelo MGA90015.

Figura 4 – Pulverizador utilizado para o manejo fitossanitário



3.3 Sementes e Fertilizantes

Para a semeadura foi utilizada a cultivar NA 5909 RG RR com uma população de 288.888 sementes por hectare, tendo poder germinativo de 95%, grau de maturidade de 6.7, variedade com característica superprecoce com ciclo produtivo de 94 a 112 dias. Estas foram tratadas com 100 ml.ha⁻¹ de Standak Top® (Piraclostrobina 25 g.kg⁻¹ de i.a ; (Tiofanato metílico 225 g.kg⁻¹ de i.a ; Fipronil 225 g.kg⁻¹ de i.a) com o intuito de protege-las contra o pragas e doenças na fase inicial da cultura. Foi utilizado no tratamento de semente também o inoculante de Bradyrhizobium com dose de 1 litro.ha⁻¹ com o objetivo de melhorar a captação de nitrogênio do ar pela realização de simbiose da planta.

Utilizou-se conforme recomendação técnica e a análise de solo o adubo na operação de semeadura, 00-20-20 (NPK – N; P₂O₅; K₂O) com 180 kg por hectare.

3.4 Caracterização dos tratamentos

Os tratamentos foram caracterizados por ensaios em faixas com 4 velocidades de semeadura em dois tipos de sistemas, com e sem piloto assistidos, caracterizando um experimento fatorial 4 x 2. As velocidades da semeadura foram de: 4, 6, 8 e 10 km.h⁻¹. Com isso, foram avaliados os seguintes parâmetros: espaçamento entre as plantas, produtividade, e dados agronômicos da cultura, assim como a eficiência operacional do conjunto nas diferentes velocidades. Foi realizado a combinação da velocidade de com e sem a utilização do sistema de piloto assistido no conjunto. Após o ciclo final da cultura, no momento da colheita, contabilizou-se as perdas na colheita em cada tratamento, com isso, pode-se identificar com outro parâmetro e detalhar melhor a produtividade no ciclo da cultura, assim como quantificar as perdas na colheita para uma relação com os tratamentos adotados.

Os tratamentos foram divididos conforme expressos no Quadro 1:

Quadro 1 - Tratamentos realizados.

TRATAMENTOS			
Tratamento 1	PV1	Tratamento 5	SV1
Tratamento 2	PV2	Tratamento 6	SV2
Tratamento 3	PV3	Tratamento 7	SV3
Tratamento 4	PV4	Tratamento 8	SV4

P = Com piloto assistido

S = Sem piloto assistido

V1 = 4 km.h⁻¹ de velocidade

V2 = 6 km.h⁻¹ de velocidade

V3 = 8 km.h⁻¹ de velocidade

V4 = 10 km.h⁻¹ de velocidade

3.5 Delineamento experimental

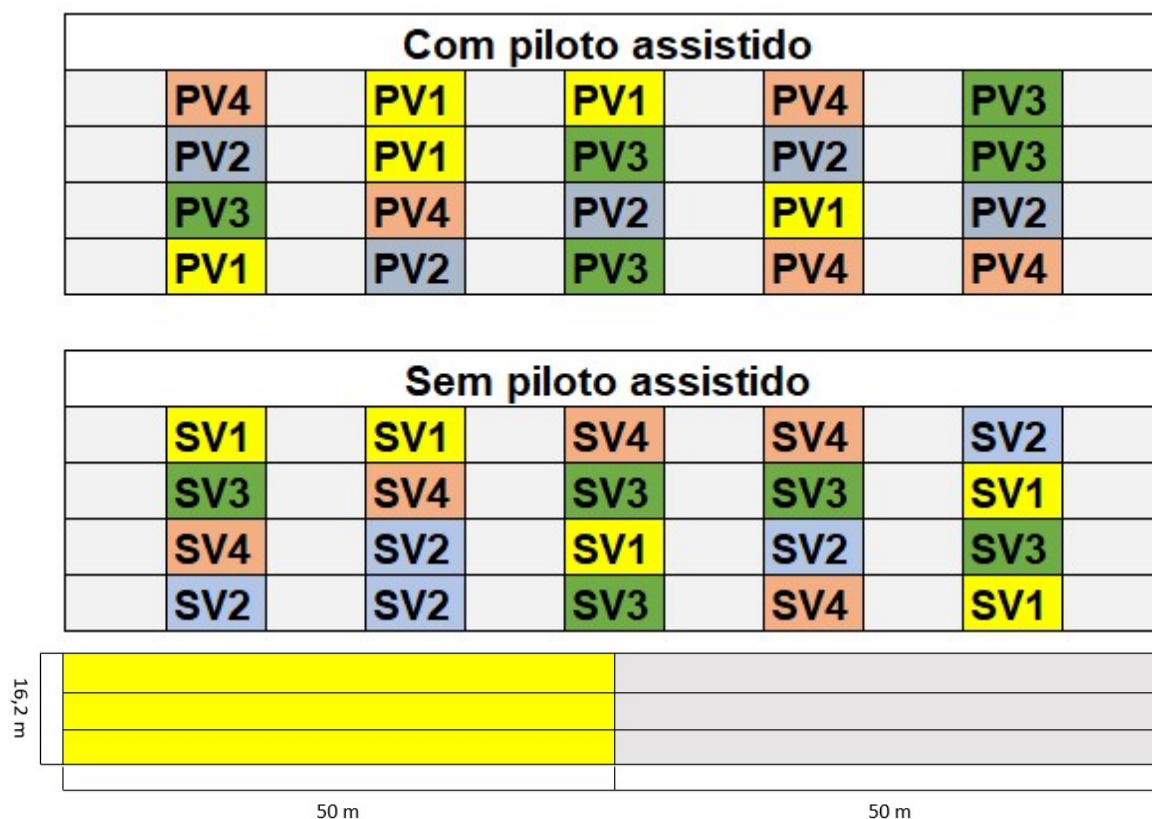
O experimento realizado foi um fatorial duplo 4x2 em faixas, sendo as faixas colocadas em 2 blocos e as velocidades distribuídas aleatoriamente dentro de cada bloco. Com isso tem-se 4 velocidades de semeadura (4,6,8 e 10 km.h⁻¹) e as 2

tecnologias de direção assistidas (com e sem piloto automático), totalizando 8 tratamentos.

As unidades experimentais foram compostas por 50 metros de comprimento, sendo 50 metros também a distância em linha entre uma unidade experimental e outra para adequação da velocidade do conjunto, sendo que a largura foi a de 3 passadas da semeadora, de aproximadamente 16,2 metros. Realizou-se 3 passadas pois como mediu-se o tempo de manobra na cabeceira, assim obteve-se esse tempo de manobras nessas cabeceiras nos tratamentos. Foram desconsideradas as 4 linhas externas de cada faixa, para eliminar o efeito bordadura e provocar a separação das unidades experimentais.

O esquema da disposição das unidades experimentais sorteadas ao acaso nas respectivas faixas é representado pela Figura 5.

Figura 5 – Disposição das unidades experimentais e suas dimensões



Realizou-se 5 repetições para cada tratamento, com um total de 40 unidades experimentais. Levou-se em consideração que para a realização da semeadura com

e sem piloto assistido não ocorre a diferença entre as parcelas, pois é a mesma característica de solo e os mesmos fatores afetam todas.

3.6 Coleta dos dados

3.6.1 Capacidade de campo operacional

A eficiência operacional foi calculada através da metodologia criada por Mialhe (1974) e Balastreire (2007), as medições de tempo como, tempo de manobra, tempo de abastecimento de combustível, sementes, adubos e deslocamento na linha de plantio foi calculado manualmente com um cronômetro manual para a contabilização dos tempos totais das operações.

A Equação para o cálculo da capacidade de campo operacional é dada por Mialhe (1974):

$$CCO = \frac{L \times V \times Ef}{10} \quad (4)$$

Onde: CCO = Capacidade de Campo Operacional (ha.h⁻¹); L = Largura de trabalho (m); Vel = Velocidade de deslocamento do conjunto (km.h⁻¹); Ef = Fator de eficiência da operação

Para o cálculo da capacidade de campo operacional fez em três cenários diferentes. O primeiro considerou-se o comprimento da área de 500 metros pois é o comprimento total no qual o conjunto se deslocou em linha reta para semeadura, com relação a largura da área considerou-se 100 metros, levando em consideração que precisaria de uma largura considerável para que se tivesse um valor de Capacidade de Campo Operacional viável para o cálculo. No segundo cenário calculou-se baseado no comprimento de 50 metros e largura de 16,2 metros medidas essas nas quais são as reais da área de cada unidade experimental. No terceiro cenário extrapolou-se para uma maior área, simulando áreas maiores de plantio, com 500 metros de comprimento por 1000 metros de largura. Assim, verificou-se a variação direta da capacidade de campo operacional com a velocidade de deslocamento, e o

tempo de manobra com e sem piloto, podendo assim analisar essa variável de acordo com a velocidade ajustada à operação.

Ainda seguindo a metodologia sugerida por Mialhe (1974) obteve a eficiência de tempo através da Equação 5:

$$Ef = \frac{T_p}{T_m} \quad (5)$$

Onde: Ef = Eficiência de Tempo (%); T_p = Tempo Produtivo (h); T_m = Tempo Máquina (h).

O tempo produtivo expresso acima foi obtido através da seguinte equação:

$$T_p = \frac{N_p \times C}{L} \quad (6)$$

Onde: T_p = Tempo Produtivo (h); Número de passadas ($L \cdot \text{largura de trabalho}^{-1}$); C = Comprimento da área; L = Largura da área.

Após a obtenção dos tempos acima citados, calculou-se o Tempo Produtivo (Equação 6), tempo esse no qual a máquina executa o seu serviço. Para o cálculo do tempo produtivo, levou em consideração os valores descritos no Quadro 2 abaixo:

Quadro 2 - Descrição dos dados para o cálculo do Tempo Produtivo

Especificações	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Largura de trabalho (metros)	5,9	5,9	5,9
Número de passadas	18,0	3,0	186,0
Velocidade de manobra (km/h)	4,0	4,0	4,0
Largura área (metros)	100,0	16,2	1.000,0
Comprimento área (metros)	500,0	50,0	500,0
Número de manobras	17,0	2,0	185,0

3.6.2 Índice de velocidade de emergência da semente

Contou-se a quantidade de plantas emergidas (com altura superior a 1,5 cm) até o 10º dia após a semeadura, essas plântulas foram contadas em uma linha central de 10 metros de cada parcela, parando a contagem quando obtivesse a repetição do número de plantas nestas linhas. Para isso foi utilizada a Equação 3 proposta por Maguirre (1962):

$$IVE = \frac{g_1}{n_1} + \frac{g_2}{n_2} + \frac{g_3}{n_3} + \frac{g_4}{n_4} \dots + \frac{g_n}{n_n} \quad (3)$$

Onde: IVE = Índice de velocidade de emergência da semente; g = número de plantas na contagem; n = número de dias após a semeadura;

3.6.3 Dados Agronômicos da cultura

O número de plantas por hectare foi calculado pelo número médio de plantas por metro da análise em 10 metros lineares e o espaçamento entre linhas do plantio (45 cm), assim obteve-se a população de plantas, de acordo com a Equação 1.

$$Pop = \frac{p \times 10}{0,45} \quad (1)$$

Onde: Pop = População de plantas (plantas.ha⁻¹); p = número de plantas por metro linear

Obteve-se a quantidade de vagens por planta através da média do número de vagens dessas 10 plantas retiradas ao acaso em 3 linhas centrais de cada unidade experimental. Foram obtidos também destas plantas retiradas, após a contagem do número de vagens, o número de grãos médios por vagem. Na Figura 6, podemos ver um exemplo da planta no qual foi retirada a análise, assim como os grãos para quantificação do número médio de grãos por vagens.

3.6.4 Distribuição das plantas

Foram avaliados os espaçamentos entre as plantas na linha da semeadura em 3 linhas de 5 metros cada parcela. O espaçamento entre plantas foi coletado em 100 dias após o plantio, com as plantas próximas a data de colheita como pode ser visto na Figura 6. Após a verificação desses espaçamentos foi levantado a quantidade relativa de plantas duplas, falhas, aceitáveis e coeficiente de variação através do Aplicativo GPD® e através dessas medidas avaliou-se a distribuição destas no sulco de plantio. Na Figura 7 pode-se ver um exemplo de como é o aplicativo no qual foi utilizado para essa contabilização, assim como o resultado que ele fornece.

Para a obtenção dos espaçamentos entre plantas (EEP), levou-se em consideração as normas técnicas da ABNT (1996). Em que se determina o percentual de cada classe de espaçamentos, sendo eles: Aceitáveis entre 50% abaixo e 50% acima do espaçamento ideal entre as plantas. Os espaçamentos falhos são considerados os que tem 50% acima do ideal entre as plantas e as duplas são classificadas com 50% abaixo do ideal do EEP. Baseado no espaçamento entre sementes (EES) calculado e tido como de referência, de acordo com a regulagem da semeadora-adubadora para o trabalho. Os espaçamentos entre plantas foram de 7,7 centímetros, baseado no espaçamento entre sementes. Com isso, os espaçamentos entre plantas (EEP) foram classificados como aceitáveis os que estão entre 0,0385 m e 0,083 m, os duplos em que são menores do que 0,0385 m e os falhos maiores que 0,083 m.

Figura 6 – Contabilização dos espaçamentos entre plantas



Figura 7 – Aplicativo utilizado para obtenção dos espaçamentos entre plantas

← Plantabilidade ↻ 📄

Duplas e Falhas ✓

Sementes/m: 13 Esp/Linha(m): 0.45

População/ha: 288888.89 m Linear/ha: 22222.22

Medições +

Média: 7.51 DV: 2.68 CV: 35.73 Medida:

280 290 300 31

Amostras (39)

Aceitáveis: 92.3% Falhas: 2.6% Duplas: 5.1%

10.5 293.0	9.5 282.5	11.0 273.0	9.0 262.0	9.5 253.0
11.5 243.5	7.0 232.0	6.0 225.0	10.0 219.0	8.0 209.0
7.0 201.0	6.0 194.0	5.0 188.0	7.5 183.0	6.5 175.5
5.0 140.0	7.0 194.0	6.0 188.0	8.0 219.0	11.0 273.0

Foto: André Nicolau Tropiano Almeida - 2023

3.6.5 Produtividade de grãos

Retirou-se manualmente 10 plantas em um espaço de 3 metros lineares de 3 linhas centrais de cada parcela, eliminando as linhas laterais, afim de combater o efeito bordadura. Após essa retirada, as vagens foram debulhadas e feito o Peso de Mil Sementes – PMS, pesando-os em uma balança de precisão. Determinado o PMS, obteve-se que a umidade dos grãos era de 19,2%, com isso, realizou-se o ajuste para umidade de 13%, pois é este valor recomendável de umidade na colheita para que tenha uma minimização de injurias mecânicas do grão pela colhedora (EMBRAPA,2011), obtendo a produção por hectare.

O cálculo de produtividade foi realizado através da Equação 2:

$$P = \frac{\text{Pop} \times v \times G \times \text{PMS}}{60000} \quad (2)$$

Onde: P = Produção (sc.ha⁻¹); Pop = População de plantas (pl.ha⁻¹) ; v = número de vagens por planta (vagem.planta⁻¹) ; G = número de grãos em cada vagem (grãos.vagem⁻¹) ; PMS = Peso de Mil Sementes (g)

Figura 8 – Amostra da planta a ser analisada, vagens e sementes para contagem



Foto: André Nicolau Tropiano Almeida - 2023

3.7 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos a análise estatística, verificando a significância entre os fatores, e quando havendo essa significância, realizou-se o desdobramento, caso contrário foi feita a análise dentro de cada fator. Para as análises estatísticas fez-se o teste comparativo de médias Tukey com variações significativas ($P < 0,01$), utilizando o programa Jamovi 2.3.21.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Capacidade de Campo Operacional

Para chegar nos dados de capacidade de campo operacional obteve-se os tempos no qual estão expressos no Quadro 3 para os 3 cenários analisados.

Quadro 3 – Valores referentes ao Tempo Produtivo (h), Tempo Máquina (h) e Eficiência de Tempo % nos cenários analisados.

	Cenário 1			Cenário 2			Cenário 3		
	Tp (h)	Tm (h)	Et	Tp (h)	Tm (h)	Et	Tp (h)	Tm (h)	Et (%)
Tratamento 1	2,31	3,26	71,02%	0,04	0,83	4,51%	23,15	25,70	90,06%
Tratamento 2	1,54	2,49	62,04%	0,03	0,82	3,05%	15,43	17,99	85,79%
Tratamento 3	1,16	2,10	55,07%	0,02	0,81	2,31%	11,57	14,13	81,91%
Tratamento 4	0,93	1,87	49,51%	0,02	0,81	1,85%	9,26	11,81	78,37%
Média	1,49	2,43	59,41%	0,02	0,82	2,93%	14,85	17,41	84,03%
Tratamento 5	2,31	3,31	69,84%	0,04	0,84	4,47%	23,15	26,29	88,06%
Tratamento 6	1,54	2,54	60,68%	0,03	0,83	3,03%	15,43	18,57	83,10%
Tratamento 7	1,16	2,16	53,65%	0,02	0,82	2,29%	11,57	14,71	78,67%
Tratamento 8	0,93	1,93	48,08%	0,02	0,82	1,84%	9,26	12,40	74,68%
Média	1,49	2,49	58,06%	0,02	0,82	2,91%	14,85	17,99	81,13%

Onde: Tp = Tempo Produtivo (horas); Tm = Tempo Máquina (horas); Et = Eficiência de Tempo (%)

E de acordo com o Quadro 3, não houve variação entre o tempo produtivo com e sem piloto assistido, o motivo é que o tempo produtivo é obtido somente pela velocidade de operação, com isso, como as velocidades são as mesmas para os dois tipos de tecnologia, não ocorre essa diferença. Já para o tempo máquina, como ele é calculado pela soma dos tempos produtivos, dos tempos de preparo e interrupções, leva em consideração os tempos de manobras no qual estão expressos no Quadro 4 e esses são diferentes para os conjuntos equipados com e sem piloto, sendo os conjuntos com piloto automático os que tem menor tempo de manobra, com isso, o menor tempo máquina.

Quadro 4 – Valores dos tempos (h) utilizados para o cálculo do tempo máquina.

Tempo de preparo e interrupção	Tempo (min)		
	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Manutenção	5	5	5
Acoplamento	10	10	10
Regulagem	15	15	15
Desacoplamento	5	5	5
Abastecimento adubo/semente	11,5	11,5	11,5
Percurso manobra com piloto	10,2	1,2	106,8
Percurso manobra sem pilo	13,5	1,5	141,8
TOTAL com piloto	56,7	47,7	153,3
TOTAL sem piloto	60,0	48,0	188,3

Garcia et al., (2016) obteve que o tempo de manobra para semeadura da soja foi de 49% menor para o conjunto equipado com piloto assistido, trazendo também uma economia financeira para a operação. Ele explica que o fato disto acontecer é que o conjunto com piloto assistido não precisa realizar manobras ao final da linha de plantio, ao finalizar uma linha ele vai direto para a outra no sistema de linhas alternadas de plantio. Já sem piloto assistido é necessário manobrar o conjunto pois não ocorre a alternância das linhas de plantio, com isso, tempo um tempo maior para executar esta manobra. Este fato faz com que um menor tempo de manobra aumentem a eficiência de campo da operação, aumentando também a capacidade operacional.

Para eficiência de tempo, esse no qual é um valor que vai interferir diretamente na capacidade de campo operacional, observa-se que ocorre uma diferença numérica entre as tecnologias e as velocidades, pois ele expressa a relação do tempo produtivo com o tempo total (tempo máquina + tempo produtivo), ficando ainda mais evidente essa diferença no cenário 3, no qual se tem uma maior área. Para os dados referentes ao experimento, obteve-se uma eficiência maior de tempo em velocidades menores, tanto para o conjunto com e sem piloto assistido. Isso deve-se ao fato de que em velocidades menores tem-se um tempo máquina menor, ou seja, a máquina se desloca em uma mesma linha de plantio em maior tempo.

Os dados referentes as capacidades de campo operacionais, expressados na Tabela 1 nos mostram que houve uma diferença estatística entre as velocidades de semeadura e não houve diferença para o conjunto com e sem piloto assistido, ocorrendo este fato também entre os fatores.

Tabela 1 – Valores de Capacidade de Campo Operacional (ha/h) para cada tratamento

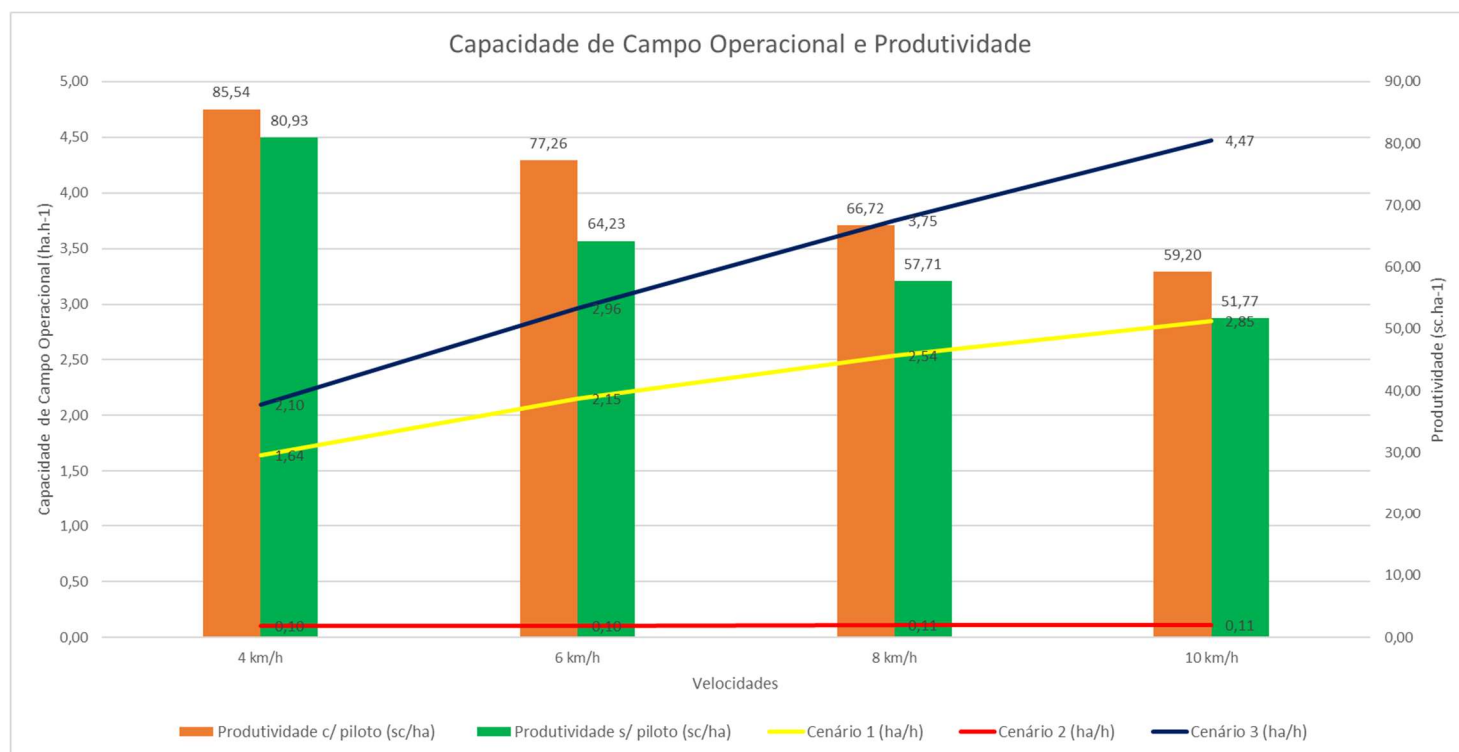
Capacidade de Campo Operacional (ha/h)			
Velocidades	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
4 km/h	1.6481d	0,1051c	2,084d
6 km/h	2.1538c	0,1067b	2,9641c
8 km/h	2.5441b	0,1075ab	3,7576b
10 km/h	2.8545a	0,108a	4,4768a
Tecnologia			
Com piloto	2,3282	0,1072a	3,3842
Sem Piloto	2,272	0,1064b	3,2570
ANOVA			
Velocidade	<0,001	<0,001	<0,001
Tecnologia	n.s	<0,001	n.s
Interação	n.s	n.s	n.s
CV%	2,64%	2,20%	8,50%
Média Geral	2,3001	0,1068	3,3206

Aplicou-se a análise de variância ao nível de 1% de probabilidade. E após análise aplicou-se o Teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade. Sendo que as médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

De acordo com a Tabela 1 pode-se ver que mesmo tendo uma eficiência de tempo menor em maiores velocidades, consegue trabalhar uma maior área em um mesmo período de tempo com o aumento da velocidade. Isso se deve ao fato de que em maiores velocidades consegue-se percorrer uma maior linha em um mesmo período de tempo, com isso, realiza-se uma maior área de trabalho neste mesmo tempo. O fato de a eficiência de tempo ser menor em maiores velocidades é em virtude de que se tem um menor tempo máquina, ou seja, tem-se um menor tempo em que a máquina está executando seu trabalho propriamente dito com relação ao tempo total que ela está em operação.

Fazendo uma relação gráfica da capacidade de campo operacional com a produtividade como expresso na Figura 9, pode-se observar que este aumenta com o aumento das velocidades, e a produtividade vai caindo com relação a esse aumento. Assim, podemos ver que em velocidades maiores temos uma maior área plantada por hora, mais com menor produtividade.

Figura 9 – Gráfico da Capacidade de Campo Operacional e Produtividade com relação as velocidades.



De acordo com os dados expostos, no cenário 2 quando ocorre o aumento da velocidade de 4 km.h⁻¹ para a velocidade 6 km.h⁻¹ temos um aumento na capacidade operacional de 37%, sendo o maior entre as variações de velocidade. Já para a produtividade, neste intervalo temos um decréscimo de 12% para a produtividade com piloto assistido e de 20% sem piloto assistido, valor este que é somente maior do que a variação de 8 km.h⁻¹ para 10 km.h⁻¹, com isso, pode-se dizer que na velocidade de 6 km.h⁻¹ temos um maior aumento da área plantada por hora e uma queda na produtividade que ainda se torna viável estando acima da média estabelecida pela propriedade que é de 70 sc/ha.

Para o cenário 3 no qual tem-se uma área maior a ser considerada, esses valores ficam ainda mais expressivos, pois tem-se um aumento de 40,2% na capacidade de campo operacional das velocidades no aumento da velocidade de 4 km.h⁻¹ para 6 km.h⁻¹. Sendo este o maior valor de ganho operacional entre os aumentos de velocidade.

Com esses valores, pode-se ver a importância da análise operacional com relação a data e tempo de plantio, ou seja, o tempo total em que será executada a operação.

Pois tem-se um curto tempo de plantio e também uma umidade de solo limitante para que se possa ter boa germinação e distribuição das sementes.

4.2 Índice de Velocidade de Emergência

Para o fator índice de velocidade de emergência, podemos observar na Tabela 2 que não houve diferença significativa entre as velocidades, entre as tecnologias e também não houve interação entre os fatores, fato esse que era esperado por ser uma característica da semente e não haver diferença entre as sementes plantadas,

Tabela 2 – Resultado do Índice de Velocidade de Emergência

Velocidades	IVE
4 km/h	93,06
6 km/h	91,70
8 km/h	89,20
10 km/h	85,30
Tecnologia	
Com piloto	93,21
Sem Piloto	86,48
ANOVA	
Velocidade	n.s
Tecnologia	n.s
Interação	n.s
CV%	14,93%
Média Geral	89,82

Aplicou-se a análise de variância ao nível de 1% de probabilidade.

Ao analisar os valores quantitativos, podemos observar que houve um maior índice de emergência das sementes nas menores velocidades e com o uso de piloto assistido. Fialho et al., (2007) puderam observar que não houve diferença significativa para variação da velocidade de plantio, apesar de outros fatores terem sido significativos, como espaçamentos aceitáveis.

Modolo et al. (2008), estudaram a influência da compactação do solo provocada pela roda compactadora da plantadora e obtiveram que para valores de até 50 Newton e acima de 140 Newton de carga tem-se um menor índice de velocidade de emergências das sementes, fato pelo qual se deve no primeiro caso em que se tem um aumento de número de bolsas de ar e um menor contato da semente com o solo,

provocando um mau ambiente para sua germinação. No segundo caso, onde ocorre uma compressão maior do solo, a germinação se torna prejudicada pela formação de crostas na superfície do solo, impedindo essa emergência da planta.

Para a análise do experimento aqui presente o menor índice de emergência nas maiores velocidades pode talvez ser explicado pela má atuação da roda compactadora, no qual permite a formação de bolsas de ar, não tendo um contato entre a sementes e o solo como deve ocorrer para a germinação. Nesses espaços ocupados pelo ar, pode ocorrer o acúmulo de água e com isso, tendo um excesso de umidade aonde a planta está para se emergir, prejudicando sua emergência também.

O fato de não ocorrer diferença significativa entre a velocidade de emergência da semente já era esperado pelo fato de este ser uma característica da semente e ela ser a mesma para todo o experimento, espera-se que realmente não seja diferente a velocidade de emergência.

4.3 Espaçamento entre plantas

Os dados para o espaçamento entre plantas que pode ser expressado pela distribuição longitudinal destas estão expressos na Tabela 3, no qual obteve-se somente para o parâmetro plantas duplas, a não significância entre a velocidade e o tipo de tecnologia implantado, assim como não havendo diferença estatística entre as tecnologias.

Com relação as quantidades de plantas duplas, tem-se diferença significativa em relação as velocidades, aumentando o número de plantas duplas com o aumento da velocidade de plantio, independente se o plantio foi realizado com ou sem piloto automático, para a velocidade de 10 km.h⁻¹ no qual tem-se a uma maior quantidade de número de plantas duplas com relação ao total de plantas na linha. Isso também foi obtido por Lopes et al., (2018), em que verificou as falhas na semeadura e obteve como agente causador a velocidade do conjunto e também do disco dosador, ao comparar a distribuição de sementes em diferentes semeadoras e velocidades.

Tabela 3 – Análise de Variância e teste de comparação de médias para a distribuição longitudinal de plantas

Velocidades	Falhas	Duplas	Aceitáveis	CV%
4 km/h	9,38% ^b	8,56% ^d	82,06% ^d	32,53% ^c
6 km/h	9,00% ^b	7,37% ^c	83,67% ^c	34,64% ^c
8 km/h	10,87% ^a	17,20% ^b	71,9% ^b	47,78% ^b
10 km/h	11,97% ^a	22,10% ^a	66,21% ^a	53,82% ^a
Tecnologia				
Com piloto	9,72% ^b	13,80%	76,7	40,0
Sem Piloto	10,88% ^a	13,90%	75,3	44,4
ANOVA				
Velocidade	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Tecnologia	<0,001	n.s	n.s	n.s
Interação	<0,001	n.s	<0,001	<0,001
CV%	9,26%	9,63%	2,10%	5,25%
Média Geral	10,20%	13,80%	75,99%	42,12%

Aplicou-se a análise de variância ao nível de 1% de probabilidade. E após análise aplicou-se o Teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade. Sendo que as médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

Segundo o autor Costa et al., (2018) a semeadura em velocidades incorretas pode ocasionar redução das sementes em espaçamentos aceitáveis, e consequentemente aumentar o percentual de espaçamentos duplos e falhos, tendo uma maior desuniformidade na distribuição longitudinal de plantas. Os Espaçamentos duplos causam acúmulo de elementos que podem causar toxidez devido a contaminação dos fertilizantes e no qual gera degradação química dos solos, além de ocasionar um maior custo de produção (SECCO, 2003).

Após análise de plantas duplas realizou-se o desdobramento das outras variáveis para a distribuição de plantas, no qual estão expressos na Tabela 4.

Segundo Tabela 4, para o número de espaçamentos falhos entre as plantas, tem-se que com o aumento da velocidade de plantio, obteve-se um maior número de espaçamentos falhos, ocorrendo esse fato tanto no plantio com e sem piloto assistido. Ficando evidenciado também que para o conjunto equipado sem piloto assistido, obteve-se um maior número desses espaçamentos.

Tabela 4 – Desdobramento das variáveis número de espaçamentos falhos (Falha), número de espaçamentos aceitáveis (Aceitáveis) e coeficiente de variação dos espaçamentos entre plantas (CV%)

Velocidades	Falhas		Aceitáveis		CV%	
	Tecnologia					
	Com piloto	Sem piloto	Com piloto	Sem piloto	Com piloto	Sem piloto
4 km.h ⁻¹	7,86%c	10,90%ab	84,10%a	800%b	31,40%e	33,70%e
6 km.h ⁻¹	8,66%c	8,74%c	83,90%a	83,30%a	33,60%e	35,70%d
8 km.h ⁻¹	10,30%b	11,50%a	72,20%c	71,60%c	44,40%c	51,20%b
10 km.h ⁻¹	12,58%a	11,80%a	66,10%d	66,16%d	50,10%b	57,00%a

Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Sendo que as médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

Os espaçamentos falhos deixam “vazios” na linha de plantio o qual favorecem o crescimento de plantas daninhas, além de diminuir o rendimento na colheita. Essa falha no plantio ocorre pois tem-se um afastamento do conjunto perpendicular a última passada dele.

Ao analisar o número de espaçamentos aceitáveis entre plantas, pode-se observar que os maiores valores estão relacionados com as velocidades 4 e 6 km.h⁻¹, sendo isso já esperado pois como o número de espaçamentos aceitáveis é a diferença entre o número total e o número de espaçamentos falhos e duplos, sendo que nessas duas variáveis, para o aumento da velocidade elas também aumentam, então, temos o mesmo número de espaçamento aceitáveis nas duas velocidades menores, nos dois tipos de plantio, com e sem piloto assistido. Jasper et al., (2011) em sua pesquisa com variação da velocidade de semeadura da soja, concluiu que ao aumentar a velocidade de deslocamento do conjunto no momento do plantio ocorreu um aumento do número de espaçamentos múltiplos e a diminuição dos espaçamentos aceitáveis. Fato esse que também pode ser comprovado por Gazel, K. et al., (2017) mas neste caso não houve diferença significativa para as velocidades de 8 e 10 km.h⁻¹.

O coeficiente de variação entre plantas tem-se um maior valor para a velocidade de 10 km.h⁻¹ no conjunto sem trator assistido, sendo seguido pelo valor obtido com piloto assistido e de 8 km.h⁻¹ sem piloto. Valores esses no qual ultrapassam o valor de 50% de coeficiente de variação, estando fora dos padrões consideráveis aceitáveis segundo ABNT (1996).

Nas velocidades 4 e 6 km.h⁻¹, tem-se os menores valores de coeficiente de variação, obtendo assim uma melhor padronização dos espaçamentos entre as plantas. Este valor pode ser comprovado por Tourino, 2002 no qual explica que com

o aumento das velocidades de plantio houve uma maior variação entre os espaçamentos entre plantas, tendo consequência direta na produtividade.

Bettio et al., (2016) comparou o plantio com o conjunto automático e manual, seu resultado foi similar ao deste trabalho, no qual se teve um maior número de plantas aceitáveis no plantio automático e um coeficiente de variação (CV%) maior para o plantio manual. Ele ainda cita a importância da verificação do coeficiente de variação (CV%), pois avaliar somente a média das distâncias entre plantas pode não dizer como é a distribuição delas ocorrendo uma discrepância entre os dados.

4.4 Produtividade

De acordo com a Tabela 5, observa-se que não houve significância entre a interação das velocidades e a tecnologia, para a produtividade, número de vagens e grãos por plantas e também para o número médio de plantas por metro.

Os dados com relação a plantas por metro indicam que não há diferença entre as velocidades, tendo somente diferença entre a tecnologia empregada, sendo a tecnologia com piloto assistido a que mais se aproxima do valor ideal no qual teríamos que ter para o número de plantas por metro que é o valor de 13 plantas por metro linear. Baio e Moratelli, (2011) analisaram e obtiveram em seu trabalho que o plantio sem piloto assistido teve um erro cinco vezes maior que o com piloto assistido, mostrando melhor acurácia e precisão na distribuição das plantas na linha de plantio e também nas entre linhas.

Para os dados de grão por vagens, tem-se que para velocidade menor obtém-se um número maior de grãos por vagens assim como no plantio realizado com piloto assistido. Fato esse no qual está ligado a distribuição de plantas em que essas plantas tem seu maior potencial produtivo tendo a distribuição mais uniforme e com maior número de espaçamentos aceitáveis. Dados esses que podem ser vistos na Tabela 3 em que temos um maior número de espaçamentos aceitáveis em menores velocidades, com isso provocando um maior número tanto de grãos por vagens, como de vagens por plantas, fato esse no qual foi mostrado também por Tourino (2002).

Tabela 5 – Resultado do teste de comparação de médias da Produtividade (sc.ha⁻¹), Vagens por plantas, Grãos por Vagens e Plantas por metro

Tratamentos	Produtividade (sc.ha ⁻¹)	Vagens.planta ⁻¹	Grãos.Vagem ⁻¹	Plantas.metro ⁻¹
4 km.h ⁻¹	83,2a	71,6a	2,9a	12,7
6 km.h ⁻¹	72,7b	69,0b	2,6b	12,5
8 km.h ⁻¹	62,2c	67,1bc	2,4c	12,0
10 km.h ⁻¹	56,1c	60,6c	2,3c	12,4
Tecnologia				
Com piloto	72,5a	68,1	2,6a	12,6a
Sem Piloto	64,7b	66,0	2,5b	12,2b
ANOVA				
Velocidade	<0,001	<0,001	<0,001	n.s
Tecnologia	<0,001	n.s	0,003	0,004
Interação	n.s	n.s	n.s	n.s
CV%	12,51%	4,86%	8,53%	7,35%
Média Geral	68,56	67,05	2,6	12,38

Aplicou-se a análise de variância ao nível de 1% de probabilidade. E após análise aplicou-se o Teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade. Sendo que as médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

O número de vagens por plantas é maior para menores velocidades e não tendo diferença entre o tipo de tecnologia empregada, visto que isso pode ser explicado pelo fato de que tendo menor competição entre as plantas, já que para velocidades menores, tem-se um maior número de espaçamentos aceitáveis, o número de vagens por plantas aumenta pois o potencial vegetativo se desenvolve melhor. Isso pode ser visto também por Ludwig et al., (2011) no qual seu trabalho comparando variedades de soja com populações de plantas diferentes mostra que para populações maiores de plantas, ou seja, plantas mais próximas umas das outras, tem-se um menor número de vagens por plantas.

Com relação a produtividade final da cultura vemos que para velocidades menores tem-se maior produtividade, não tendo diferença entre as velocidades de 8 e 10 km.h⁻¹. Já para o fator tecnologia obteve-se uma diferença significativa entre a tecnologia com piloto e sem piloto, sendo o conjunto com tecnologia embarcada tendo maior produtividade. O fato de que se tem maior produtividade para menores velocidades por ser explicado também por Trogello et al., (2013) em que para velocidade de plantio de 4,5 km.h⁻¹, obteve-se maior produtividade. Esse fato pode ser explicado também pelo maior número de plantas duplas na linha de plantio, pois essas disputam entre si por luminosidade, nutrientes e oxigênio (LUDWIG,2011). Observa-se que no trabalho

realizado por Furlani et al., (2010) não obtiveram diferença comparando as velocidades de plantio de 4, 5 e 6 km.h⁻¹, isso indica que para velocidades até 6 km.h⁻¹ não se tem diferença entre as produções.

O conjunto equipado com tecnologia, ou seja, piloto assistido tem-se maior produtividade isso é devido ao fato de que com piloto assistido o sistema se mantém em velocidade constante e consegue ter um espaçamento mais preciso entre as linhas de plantio nas passadas do conjunto, este fato pode explicado por Oliveira (2009), em que ele estudou a diferença na precisão entre as linhas de plantio do conjunto equipado com e sem piloto assistido.

5 CONCLUSÃO

De acordo com os dados levantados para maiores velocidade, tem-se uma maior capacidade de campo operacional, ou seja, o conjunto consegue desempenhar uma maior área em um mesmo período de tempo trabalhado. E com o aumento da velocidade de deslocamento houve uma diminuição da produtividade, isso deve-se ao fato de que ocorre a diminuição dos espaçamentos aceitáveis entre plantas.

Com isso, pode-se concluir que aumentando a velocidade da semeadura ocorre um aumento da eficiência de tempo e operacional, mas que acarreta uma diminuição da produtividade, sendo um fator limitante a esta operação.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R.A. S; TAVARES-SILVA, C. A.; SILVA, L. S. Desempenho energético de um conjunto trator-semeadora em função do escalonamento de marchas e rotações do motor. **Agrarian**, v.3,p.63-70, 2010. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/1086#:~:text=O%20escalonamento%20de%20marchas%20influenciou,do%20motor%20e%20baixa%20velocidade>. Acesso em: 11.ago.2021.
- APROSOJA - Associação dos Produtores de Soja e Milho de Mato Grosso. A história da soja. 2018. Disponível em: <http://www.aprosoja.com.br/soja-e-milho/a-historia-da-soja>. Acesso em: 14 maio.2022.
- ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da arte. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v.31, n.6, p.1075-1084, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782001000600027>. Acesso em: 14 maio.2022
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Projeto de norma 04:015.06-004 - semeadoras de precisão: ensaio de laboratório - método de ensaio. São Paulo, 1996. 26 p.
- BAIO, F.H.R.; MORATELLI, R.F. Avaliação da acurácia no direcionamento com piloto automático e contraste da capacidade de campo operacional no plantio mecanizado da cana-de-açúcar. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 367-375, abr. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eagri/a/cHJJtBvhDgnGB8374WZZx8D/?lang=pt&format=pdf#:~:text=De%20acordo%20com%20os%20resultados,a%20efici%C3%Aancia%20operacional%20do%20conjunto>. Acesso em: 11.ago.2021.
- BALASTREIRE, L.A. **Máquinas agrícolas**. 3.ed. Piracicaba, 2007. 307 p.
- BERTELLI G.A.; JADOSKI S.O.; DOLATO M. da L; RAMPIM L.; MAGGI M.F. Desempenho da plantabilidade de semeadoras pneumática na implantação da cultura da soja no cerrado piauiense – Brasil. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, Guarapuava, Paraná, v.9, n.1, p. 91-103, 2016.
- BETTIO, C. S.; GANASCINI.D; WUNSCH, C. A; RENOSTO, L. D; GURGACZ, F. Avaliação do uso de piloto automático com sinal rtx em operação de semeadura em linha reta. **Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia**, 29 ago. 2016. Disponível em: <https://www.confea.org.br/sites/default/files/uploads-imce/contecc2016/agronomia/avalia%C3%A7%C3%A3o%20do%20uso%20de%20piloto%20autom%C3%A1tico%20com%20sinal%20rtx%20em%20opera%C3%A7%C3%A3o%20de%20semeadura%20em%20linha%20reta.pdf>. Acesso em: 17.fev.2023.
- CASAGRANDE, A. L.; SANTIN, G. A.; TOMAZELI, L. H.; TOMAZELI, M. H.; AMARAL, A. S.; TEIXEIRA, A. J.; ROCHA, P. S. G. **Avaliação da distribuição de sementes de milho e soja com semeadora a vácuo e convencional**. Mostra Científica Integrada das Ciências Agrárias da URI (1 : 2021 : Erechim, RS) Anais da I Mostra Científica das Ciências Agrárias da URI [recurso eletrônico] / Mostra

Científica Integrada das Ciências Agrárias da URI. – Erechim, RS, 2021. ISBN 978-65-88528-12-9.

CONAB 2023 – Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 25.abr.2023.

DELAFOSSÉ, R.M. **Máquinas semeadoras de grano grueso**. Santiago: FAO, 1986. 48 p. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000075&pid=S0100-6916201100010001000007&lng=pt. Acesso em: 11.ago.2021.

DEJNEKA, P. **Brasil pode voltar a ser o maior exportador mundial de soja na safra 2015/2016** - Disponível em: <https://revistagloborural.globo.com/Colunas/direto-de-chicago/noticia/2015/05/brasil-pode-voltar-ser-o-maior-exportador-mundial-de-soja-na-safra-20152016.html> . Acesso em: 14.maio.2022.

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, [S.L.], v. 39, n. 6, p. 1721-1728, 29 maio 2009. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-84782009005000105>. Acesso em: 25.abr.2023.

EMBRAPA: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Avaliação do desempenho de plantadoras diretas para culturas de verão. **Passo Fundo: Centro Nacional de Pesquisa de Trigo**, 1994. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/450098/1/doc166.pdf>. Acesso em: 11.ago.2021.

EMBRAPA: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Comunicado Técnico: Perdas na colheita na cultura da Soja**. Pelotas-RS, 2011.

FERNANDES, Fabio. **Análise comparativa de sistemas de direcionamento na operação de pulverização terrestre**. Dissertação de Mestrado: Universidade de Santa Maria, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/4811> Acesso em: 11.ago.2021.

FOLLE, S.; FRANZ, C. A. B. **Trator agrícola: características e fundamentos para sua seleção**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. 1990. 24p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/101120/1/doc-31.pdf> Acesso em: 17.ago.2021.

FURLANI, C.E.A. Sistema de manejo e rotação de culturas de cobertura em plantio direto de soja e milho. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.2, p.74, 2005. Acesso em: 08.ago.2021.

FURLANI, C. E. A.; PAVAN JÚNIOR, A.; CORTEZ, J. W.; SILVA, R. P. da; GROTTA, D. C. C. Influência do manejo da cobertura vegetal e da velocidade de semeadura no estabelecimento da soja. **Engenharia na Agricultura**, [S. l.], v. 18, n. 3, p. 227–

233, 2010. DOI: 10.13083/reveng.v18i3.53. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/reveng/article/view/46>. Acesso em: 23.fev. 2023.

GARCIA, I. C.; JASPER, R.; JASPER, M.; FORNARI, A. J.; BLUM, J. Influência da velocidade de deslocamento na semeadura do milho. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.26, p.520 - 527, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-69162006000200021>. Acesso em: 23.fev. 2023.

GARCIA, L. C.; MEER, RODERIK W. van Der; SOUZA, N. M. de; JUSTINO, A.; WEIRICH N., Pedro H.. Manobras de semeadura com sistema de navegação. **Engenharia Agrícola**, [S.L.], v. 36, n. 2, p. 361-366, abr. 2016. Fap.UNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-eng.agric.v36n2p361-366/2016>. Acesso em: 23.fev. 2023.

GAZEL, K.; AUGUSTO F. G.; ROBERTO C. B. J. P.; C. R. L.; DE OLIVEIRA D. V. **Regularidade de distribuição em diferentes velocidades de semeadura de soja em plantio direto**. Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, v. 8, n. 2, 28 fev. 2020. Disponível em: <https://periodicos.unipampa.edu.br/index.php/SIEPE/article/view/91121>. Acesso em: 16.fev.2023

HOLTZ, Vandoir; REIS, Elton Fialho dos. Perdas na colheita mecanizada de soja: uma análise quantitativa e qualitativa. **Revista Ceres**, [S.L.], v. 60, n. 3, p. 347-353, jun. 2013. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0034-737x2013000300007>. Acesso em: 08.mar. 2023.

INSTITUTO AGRONOMICO DE CAMPINAS. Recomendações de adubação e Calagem para o Estado de São Paulo. Campinas, 2022. 500 p.

JASPER, R; JASPER, M; ASSUMPÇÃO, P.S.M.; ROCIL, O; GARCIA, L.C. Velocidade de semeadura da soja. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 102-110, fev. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eagri/a/bkYVHRb7PgV8kwdrPsLx6vx/?lang=pt#:~:text=No%20sistema%20de%20disco%20alveolado,et%20al.%2C%202004>). Acesso em: 11.ago.2021.

JUNIOR, M. A. C.; 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: Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 19, n. 10, p. 1199-1199, 01 dez. 2014. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2014b/AGRARIAS/influencia%20da%20velocidade.pdf>. Acesso em: 25. abr. 2023.

KOMATSU, R. A., GUADAGNIN, D. D., BORGIO, M. A. (2011). Efeito do espaçamento de plantas sobre o comportamento de cultivares de soja de crescimento determinado. **Revista Campo Digital**, 5(1). Disponível em: <http://revista2.grupointegrado.br/revista/index.php/campodigital/article/view/326>. Acesso em: 08.ago.2021.

LOPES, Arthur Gabriel Caldas. **Semeadura de soja com diferentes mecanismos dosadores de precisão e velocidades de trabalho**. Dissertação de mestrado: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 35 páginas, 2018. Disponível em: https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/40980/1/2021_ArthurGabrielCaldasLopes.pdf. Acesso em: 11.ago.2021.

LUDWIG, Marcos Paulo; DUTRA, Luiz Marcelo Costa; LUCCA FILHO, Orlando Antônio; ZABOT, Lucio; JAUER, Adilson; UHRY, Daniel. Populações de plantas na cultura da soja em cultivares convencionais e Roundup Ready™. **Revista Ceres**, [S.L.], v. 58, n. 3, p. 305-313, jun. 2011. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0034-737x2011000300010>. Acesso em: 23.fev.2023.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p.176-77, 1962.

MATTAR, D. M. P. **Influência do deslizamento da roda motora de uma semeadora/adubadora de plantio direto no espaçamento longitudinal de sementes de milho**. 2010. 67 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7527/MATTAR,%20DANIELLE%20MACHADO%20PACHECO.pdf?isAllowed=y&sequence=1>. Acesso em: 18.mar. 2023.

MIALHE, L.G. **Manual de mecanização agrícola**. São Paulo. Editora: Agronômica Ceres, 1974. 301 p.

MODELO, A. J.; FERNANDES, H. C.; SCHAEFER, Ca. E. G.; SILVEIRA, J. C. M., Efeito da compactação do solo sobre a emergência de plântulas de soja em sistema plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, [S.L.], v. 32, n. 4, p. 1259-1265, ago. 2008. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-70542008000400034>. Acesso em: 18.mar. 2023.

MOLIN, J. P. Agricultura de precisão em cana-de-açúcar é mais do que uma realidade. ESALQ, USP. **Revista Coplana**. Janeiro de 2008.

NAVID, H.; EBRAHIMIAN, S.; GASSEMZADEH, H.R.; MOUSAVI NIA, M.J. **Laboratory evaluation of seed metering device using image processing method**. Australian Journal of Agricultural Engineering, Lismore, v.2, n.1, p.01-04, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228836979_Laboratory_evaluation_of_seed_metering_device_using_image_processing_method. Acesso em: 18.mar. 2023.

OLIVEIRA, Tiago Carletti Antunes. **Estudos sobre desempenho de sistemas de piloto automático em tratores**. 2009. Dissertação (Mestrado em Maquinas Agrícolas) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11148/tde-10112009-150847/pt-br.php>. Acesso em: 08.mar. 2023.

OLIVEIRA, T. C.A.; MOLIN, J. P. Uso de piloto automático na Implantação de pomares de citros. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 334-342, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eagri/a/jjhkMdPwX6FRFnpKsJspC5S/?lang=pt>. Acesso em: 17.ago.2021.

PACHECO, E.P.; MANTOVANI, E.C.; MARTYN, P.J.; OLIVEIRA, A. C. Avaliação de uma semeadora-adubadora de precisão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.3, p.209- 214, 1996. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sa/a/HxhkQxLVdtrtHfdkz58Pr6v/?lang=pt>. Acesso em: 11 ago.2021.

FIALHO, R, ELTON, M.; JORGE, R.; GOMES, D.; JOSUÉ, A. R. C.; JOÃO P. Características operacionais de uma semeadora-adubadora de plantio direto na cultura da soja (Glycine Max (L.) Merril). **Revista Ciências Técnicas Agropecuárias** 2007, 16(3), 70-75[fecha de Consulta 18 de Marzo de 2023]. ISSN: 1010-2760. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93216315>. Acesso em 18 mar.2023.

REVISTA CULTIVAR. Qualidade de semeadura Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/qualidade-de-semeadura>. Acesso em: 14 maio. 2022.

REYNALDO, E.T; MACHADO, T.M; TAUBINGER, L; QUADROS, D. Influência da velocidade de deslocamento na distribuição de sementes e produtividade de soja. **Engenharia na Agricultura - Reveng**, [S.L.], v. 24, n. 1, p. 63-67, 4 maio 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.13083/reveng.v24i1.634>. Acesso em: 11.ago.2021.

ROCHA, Bruno G.R *et al.* Sistema de semeadura cruzada na cultura da soja: avanços e perspectivas. **Revista de Ciências Agrárias**, [S.L.], v. 41, n. 2, p. 376-384, abr. 2018. Sociedade de Ciencias Agrarias de Portugal. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.19084/rca17260>. Acesso em: 08.ago.2022.

SECCO, Deonir. **Estados de compactação de dois Latossolos sob plantio direto e suas implicações no comportamento mecânico e na produtividade de culturas**. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 2003. 108p. Tese de Doutorado. Disponível em: http://www.fisicadosolo.ccr.ufsm.whoos.com.br/downloads/Deonir_Secco_Tese.pdf. Acesso em: 10.ago.2021

SILVA, C.B.; MORAES, M.A.F.D.; MOLIN, J.P. Adoption and use of precision agriculture technologies in the sugarcane industry of São Paulo state, Brazil. **Precision Agriculture**, v.12, n.1., p.67-81, 2011. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11119-009-9155-8> Acesso em: 11.ago.2021.

SOUZA C. A.et al. Relação entre densidade de plantas e genótipos de soja Roundup Ready™. **Planta Daninha**, vol. 28, n. 4, p. 887-896, 2010.

SOUZA, R; TEIXEIRA, I; REIS, E; SILVA, A. Soybean morphophysiology and yield response to seeding systems and plant populations. **Chilean Journal Of Agricultural Research**, [S.L.], v. 76, n. 1, p. 3-8, mar. 2016. SciELO Agencia Nacional de Investigacion y Desarrollo (ANID). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4067/s0718-58392016000100001>. Acesso em: 8.ago.2021.

TOURINO, M. C. C.; REZENDE, P. M. DE; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agronômicas da soja. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 37, n. 8, p. 1071–1077, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/TMNVpckrhXXbtQdhqvvnXMS/?lang=pt>. Acesso em: 17.fev.2023.

TRIMBLE, G. 2010. Disponível em: <http://www.trimble.com/agriculture/guidance.aspx/>. Acesso em: 11.ago.2021.

TROGELLO, E; MODOLO, A. J.; SCARSI, M; SILVA, C. L.; ADAMI, P. F.; DALLACORT, R. Manejos de cobertura vegetal e velocidades de operação em condições de semeadura e produtividade de milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [S.L.], v. 17, n. 7, p. 796-802, jul. 2013. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1415-43662013000700015>. Acesso em: 08.mar.2023.