

**Desempenho de semeadora-adubadora pneumática e mecânica em diferentes  
velocidades na soja**

**Performance of pneumatic and mechanical seeder-fertilizer at different speeds in  
soybean**

**Rendimiento de sembradora-fertilizante neumático y mecánico a diferentes velocidades  
en soja**

Recebido: 27/08/2020 | Revisado: 06/09/2020 | Aceito: 02/10/2020 | Publicado: 04/10/2020

**Igor Moleta**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4094-0120>

Universidade Estadual do Centro-Oeste, Brasil

E-mail: [igor.moleta@yahoo.com](mailto:igor.moleta@yahoo.com)

**Leandro Rampim**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8300-7424>

Universidade Estadual do Centro-Oeste, Brasil

E-mail: [rampimleandro@hotmail.com](mailto:rampimleandro@hotmail.com)

**Perivaldo Mateus Conrado**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1492-2167>

Universidade Estadual do Centro-Oeste, Brasil

E-mail: [perivaldomattheus@gmail.com](mailto:perivaldomattheus@gmail.com)

**Aline Mariele Czekalski**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5205-0427>

Universidade Estadual do Centro-Oeste, Brasil

E-mail: [alinemarieleczkalski@gmail.com](mailto:alinemarieleczkalski@gmail.com)

**Cristiano Andre Pott**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4630-2659>

Universidade Estadual do Centro-Oeste, Brasil

E-mail: [cpott@unicentro.br](mailto:cpott@unicentro.br)

**Vanessa de Oliveira Faria**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3683-3656>

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil

E-mail: [wanessa\\_olfr@hotmail.com](mailto:wanessa_olfr@hotmail.com)

**Jhonatan Spliethoff**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4618-0305>

Universidade Estadual do Centro-Oeste, Brasil

E-mail: [jhonatanspliethoff@hotmail.com](mailto:jhonatanspliethoff@hotmail.com)

**Tauane Santos Brito**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0531-8694>

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil

E-mail: [tauane-brito@hotmail.com](mailto:tauane-brito@hotmail.com)

**Lucas de Oliveira Martins**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6199-5676>

Universidade Estadual do Centro-Oeste, Brasil

E-mail: [lucas.o.martinss7@gmail.com](mailto:lucas.o.martinss7@gmail.com)

**Carlos Daniel Wendler**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1054-4549>

Universidade Estadual do Centro-Oeste, Brasil

E-mail: [wendlercarlosd@gmail.com](mailto:wendlercarlosd@gmail.com)

**Resumo**

A semeadura é uma operação que interfere no desenvolvimento das plantas de soja e conseqüentemente produtividade da cultura, que tanto mecanismos de distribuição de sementes quanto velocidade de semeadura podem prejudicar o sucesso da cultura. Neste contexto, o objetivo desse estudo foi avaliar a interferência da distribuição mecânica e pneumática de sementes em diferentes velocidades tanto no desenvolvimento quanto na produtividade da soja em Latossolo. O trabalho foi desenvolvido utilizando delineamento em blocos casualizados, no esquema fatorial 2 x 3, sendo dois sistemas de distribuição de sementes e três velocidades de semeadura, com quatro repetições, totalizando 24 unidades experimentais. No primeiro fator se utilizou os sistemas dosadores de distribuição de sementes (semeadora mecânica e pneumática, com vácuo negativo). No segundo, foram diferentes velocidades de operação (4, 8 e 12 km h<sup>-1</sup>). Durante o ciclo da cultura foram avaliados distribuição longitudinal das plantas, altura e diâmetro de coleto e após a colheita, massa de mil grãos e produtividade. Foi obtido maior número de plantas, maior massa de mil grãos e maior altura de plantas no mecanismo pneumático de distribuição de sementes de soja na região Centro-Oeste, Prudentópolis-PR. As velocidades de 4 e 8 km h<sup>-1</sup> apresentam-se

mais adequadas para a semeadura de soja tanto para semeadora mecânica quanto pneumática. O mecanismo de semeadura, mecânica ou pneumática, não afeta a produtividade de grãos de soja, quando as condições edafoclimáticas são adequadas para o desenvolvimento da cultura. Ao considerar as condições da região de Prudentópolis-PR, com chuvas bem distribuídas ao longo do período de condução da cultura da soja, indica-se ambos sistemas de distribuição de sementes, sendo adequado utilizar velocidade de semeadura entre 4 e 8 km h<sup>-1</sup>.

**Palavras-chave:** *Glycine max*; Semeadura; Plantabilidade; Uniformidade; Emergência.

### Abstract

Sowing is an operation that interferes with the development of soybean plants and, consequently, yield crop, which both seed distribution mechanisms and sowing speed can impair the success of the crop. In this context, the objective of this study was to evaluate the interference of mechanical and pneumatic distribution of seeds at different speeds both in the development and in yield of soybean in Oxisol. The study was developed using a randomized block design, in a 2 x 3 factorial scheme, with two seed distribution systems and three sowing speeds, with four replications, totaling 24 experimental units. In the first factor, seed distribution dosing systems (mechanical and pneumatic seeder, with negative vacuum) were used. In the second, there were different operating speeds (4, 8 and 12 km h<sup>-1</sup>). During the crop cycle, longitudinal distribution of plants, height and diameter of the collection were evaluated, and after harvest, mass of one thousand grains and crop yield. It was obtained larger number of plants, higher thousand seed weight and increased plant height in the pneumatic mechanism soybean seed distribution in the Midwest region Prudentópolis-PR. The speed of 4 and 8 km h<sup>-1</sup> are more suitable for sowing soybeans for both mechanical and pneumatic seeders. The sowing mechanism, mechanical or pneumatic, does not affect the productivity of soybeans, when the edaphoclimatic conditions are adequate for the development of the crop. When considering the conditions of the Prudentópolis-PR region, with rains well distributed throughout the period of conduction of soybean crop, both systems of seed distribution are indicated, being appropriate to use sowing speed between 4 and 8 km h<sup>-1</sup>.

**Key words:** *Glycine max*; Seeding; Plantability; Uniformity; Emergency.

### Resumen

La siembra es una operación que interfiere con el desarrollo de las plantas de soja y, en consecuencia, la productividad del cultivo, lo que tanto los mecanismos de distribución de

semillas como la velocidad de siembra pueden perjudicar el éxito del cultivo. En este contexto, el objetivo del trabajo fue evaluar la interferencia de la distribución mecánica y neumática de semillas a diferentes velocidades tanto en el desarrollo como en la productividad de la soja en Latosol. El trabajo se desarrolló mediante un diseño de bloques al azar, en un esquema factorial 2 x 3, con dos sistemas de distribución de semillas y tres velocidades de siembra, con cuatro repeticiones, totalizando 24 unidades experimentales. En el primer factor se utilizaron sistemas de dosificación de distribución de semillas (sembradora mecánica y neumática, con vacío negativo). En el segundo, hubo diferentes velocidades de operación (4, 8 y 12 km h<sup>-1</sup>). Durante el ciclo de cultivo se evaluó la distribución longitudinal de las plantas, altura y diámetro de la colección y después de la cosecha, masa de mil granos y productividad. Se obtuvo mayor número de plantas, mayor masa de mil semillas y mayor altura de plantas en el mecanismo neumático de distribución de semillas de soja en la región Medio Oeste, Prudentópolis-PR. Las velocidades de 4 y 8 km h<sup>-1</sup> son más adecuadas para la siembra de soja tanto para sembradoras mecánicas como neumáticas. El mecanismo de siembra, mecánico o neumático, no afecta la productividad de la soja, cuando las condiciones edafoclimáticas son adecuadas para el desarrollo del cultivo. Al considerar las condiciones de la región Prudentópolis-PR, con lluvias bien distribuidas a lo largo del período de conducción del cultivo de soja, se indican ambos sistemas de distribución de semillas, siendo apropiado utilizar velocidades de siembra entre 4 y 8 km h<sup>-1</sup>.

**Palabras clave:** *Glycine max*; Siembra; Plantabilidad; Uniformidad; Emergencia.

## 1. Introdução

A soja é uma das culturas agrícolas que mais cresceram nas últimas décadas e corresponde a 49% da área cultivada em grãos do Brasil. O aumento da produtividade está atrelado aos avanços tecnológicos, ao manejo do solo e eficiência dos produtores (Mapa, 2016).

A utilização de máquinas e equipamentos tem como finalidade melhorar a capacidade operacional, facilitar o trabalho do homem, melhorando assim a eficiência produtiva (Mattar, 2010). Quando realizada de maneira correta a mecanização agrícola proporciona aumento da produtividade e permite que as atividades sejam realizadas em tempo hábil (Mantovani et al., 1992). Neste enfoque, as semeadoras são importantes no processo produtivo, pois a operação de semeadura está diretamente relacionada ao estabelecimento inicial das culturas (Copetti, 2004).

A uniformidade de distribuição de sementes no solo tem sido colocada na literatura como uma das formas de aumento da produtividade de certas culturas. É conhecido o fato de que as semeadoras de precisão, possuem mecanismos dosadores/distribuidores que não atendem integralmente ao pré-requisito da uniformidade de distribuição espacial. Vários são os fatores operacionais e as características de projeto que influenciam no desempenho de semeadoras-adubadoras, quanto à uniformidade de distribuição longitudinal de sementes (Silva, 1997). Um dos parâmetros de grande influência na precisão de distribuição de sementes no solo é a velocidade de deslocamento da máquina (Embrapa, 1998), de modo que, se não existe uniformidade na distribuição de sementes, ficarão comprometidas as operações de controle de pragas e doenças e manutenção da fertilidade do solo (Pinheiro Neto et al., 2008), somando ao menor número de plantas e desenvolvimento desuniforme, repercutindo em redução da produtividade.

A velocidade é um dos principais fatores que interfere na qualidade e no rendimento operacional durante a semeadura. De fato, recentemente Santos et al. (2011) também verificaram que o aumento da velocidade na operação de semeadura interfere no estabelecimento de plantas, pois o aumento da velocidade influencia de forma negativa na redução da porcentagem de espaçamentos aceitáveis e aumenta o número de falhas.

Para elevar o desempenho operacional da semeadura, produtores aumentam a velocidade de semeadura, o que pode comprometer a distribuição de sementes. Entretanto, o aumento da velocidade permite aproveitar a janela de semeadura, pois obtém-se máximo desempenho operacional das semeadoras, ponto fundamental para aproveitar o potencial produtivo das cultivares e a condição climática mais adequada para as plantas em períodos específicos. Devido a esses entraves, as semeadoras-adubadoras vêm sofrendo modificações no intuito de melhorar a eficiência de distribuição longitudinal (Silva e Gamero, 2010).

A uniformidade de espaçamento entre as plantas distribuídas na linha pode influenciar na produtividade da cultura da soja. Plantas distribuídas de forma desuniforme, implicam aproveitamento ineficiente dos recursos disponíveis, como luz, água e nutrientes. No caso da soja, o acúmulo de plantas em alguns pontos pode provocar o desenvolvimento de plantas mais altas, menos ramificadas, com menor produção individual, diâmetro de haste reduzido, e, portanto, mais propensas ao acamamento (Endres, 1996). Melo et al. (2013) avaliaram semeadoras mecânica e pneumática em diferentes velocidades em Argissolo Vermelho Amarelo, sendo detectado redução dos espaçamentos aceitáveis para semeadora pneumática na semeadura de milho, de forma que o solo sub-úmido cearense interferiu na uniformidade de sementes com ambos sistemas de distribuição de sementes.

Tendo em vista que a semeadura é um fator fundamental que interfere no desenvolvimento e produtividade da cultura da soja, tem-se dúvidas se as semeadoras atuais com tipos de mecanismos de distribuição de sementes e mesmo em velocidade elevada pode manter adequada o desenvolvimento inicial da cultura da soja. Dessa forma, possibilitará aos produtores adquirirem informações sobre a interferência destes fatores no desempenho da cultura da soja, auxiliando na tomada de decisão para implantação das lavouras de soja e se realmente é necessário adquirir semeadora pneumática para semeadura com maior eficiência.

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar a interferência da distribuição mecânica e pneumática de sementes atrelado a diferentes velocidades tanto no desenvolvimento inicial quanto na produtividade da soja em Latossolo.

## 2. Metodologia

O experimento realizado é uma pesquisa experimental em campo, do tipo qualitativa (Pereira et al. 2018), o qual foi desenvolvido no município de Prudentópolis-PR, na localidade Ponte Alta, incorporado nas dependências da área experimental da Fazenda Panko. De acordo com a classificação de Köppen-Geiger, o clima da região é caracterizado como subtropical úmido (Cfa) e o solo classificado na sua dominância como Latossolo (Embrapa, 2013).

Antes da implantação da cultura da soja, foi realizada análise química do solo para diagnosticar fertilidade do solo e adequar adubação para implantação da cultura (Tabela 1).

**Tabela 1** - Atributos químicos das amostras coletadas antes da implantação dos ensaios nas camadas de 0-20 cm. Prudentópolis-PR, 2017.

Camada	P (Melich-1)	M.O.	pH	Ca	Mg	K	H+Al	Al <sup>3+</sup>	CTC	SB
cm	mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>							cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	
0-20	6,30	32,70	5,3	5,70	1,80	0,59	4,26	0,00	12,29	8,03

Fonte: Autores.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados no esquema fatorial 2 x 3, sendo dois sistemas de distribuição de semente e três velocidades de semeadura, com quatro repetições, totalizando 24 unidades experimentais. No primeiro fator foram utilizados os dois sistemas dosadores de distribuição de semente: semeadora-adubadora mecânica com distribuidor horizontal/alveolado e semeadora-adubadora pneumática, com vácuo negativo. O segundo fator é referente a três velocidades de deslocamento do conjunto trator-semeadora: 4,

8 e 12 km h<sup>-1</sup>. Cada unidade experimental foi constituída por oito linhas de 20 m de comprimento, espaçadas de 0,5 m, totalizando 80 m<sup>2</sup>.

A densidade de sementeira foi de 13 sementes por metro linear e profundidade de 0,035 m, com espaçamento entre linhas de 0,50 m. A cultivar utilizada foi a Pioneer 95R51 e o fertilizante (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O) adotado no momento da sementeira foi o formulado 7-34-11 na dose de 206 kg ha<sup>-1</sup>.

Nos tratamentos com semeadora pneumática, utilizou-se o modelo Victoria Top (8 linhas), marca Stara, ano de fabricação 2015, que estava acoplada à um trator da marca New Holland, modelo TM140 (140cv) ano 2014. Para os tratamentos com semeadora mecânica, foi utilizada semeadora da marca John Deere modelo 1109 (9 linhas) ano de fabricação 2012 que estava acoplada à um trator da marca John Deere, modelo 6615 (121cv) ano 2012.

Inicialmente, procedeu teste para identificação da percentagem de germinação de sementes de soja antes da implantação da cultura (Brasil, 2009). Foi identificado nível de germinação de 90%, sendo adequado para implantação da cultura. Também foi realizado ensaio preliminar para ajustar as velocidades de sementeira, adequando marcha e rotação do trator. Neste momento foi efetuada nas duas semeadoras a quantificação do número de sementes para cada velocidade de sementeira, realizando-se a coleta das sementes em cada linha, com validação da marcha e rotação para cada velocidade.

No ensaio de campo com a cultura da soja, realizou-se avaliações em todas as parcelas experimentais, levando em consideração, distribuição longitudinal das plantas, altura de plântulas/plantas, diâmetro de coleto/caule, massa de mil grãos e produtividade de grãos.

A fim de se avaliar a distribuição longitudinal das sementes, foi avaliado o espaçamento entre plântulas, no estádio V2, considerando 25 espaçamentos entre plantas por unidade experimental, que permitiu calcular os valores de espaçamentos aceitáveis, duplos e falhos (Kurachi et al., 1989; Reis e Forcellini, 2009). O espaçamento ideal entre plantas é o número de sementes regulado para a semeadora depositar no sulco (espaçamento médio esperado), o qual foi ajustado a 13 sementes por metro (espaçamento ideal de 7,69 cm entre plantas). Para tal, foram considerados espaçamentos duplos, o espaçamento entre plantas menor que 0,5 vezes o espaçamento médio esperado entre plantas. Foram considerados espaçamentos falhos, o espaçamento entre plantas superior a 1,5 vezes o espaçamento médio esperado entre plantas. O espaçamento aceitável considerado se referiu ao espaçamento maior que 0,5 vezes o espaçamento médio esperado e menor que 1,5 vezes o espaçamento médio esperado. Também foi calculado espaçamento médio entre plantas, desvio padrão e coeficiente de variação com os dados obtidos de distância entre plantas.



A altura de plantas foi avaliada pela distância entre a base da plântula/planta até a gema apical. No mesmo momento, foi realizada a medida do diâmetro de caule, com uso de paquímetro eletrônico. Também foi quantificado o número de trifólios por planta. Estas avaliações foram efetuadas em 10 plantas por parcela no estágio de início do florescimento.

A massa de mil grãos e produtividade de grãos foram obtidos em área útil de 7,5 m<sup>2</sup>. As plantas foram trilhadas para obtenção dos grãos, os quais foram pesados em balança de precisão. Os dados de produtividade foram corrigidos para 13% de umidade e convertidos para produtividade em kg ha<sup>-1</sup>. A massa de mil grãos foi avaliada em oito amostras de 100 grãos em cada parcela, e pesadas com balança de precisão, sendo os resultados expressos em gramas.

Para a análise dos dados, foram realizadas as análises de variância para os dados coletados a 5% de probabilidade de erro e em seguida foi efetuado o teste de comparação de médias, Tukey a 5% de probabilidade de erro, para os sistemas de distribuição de semente e velocidades de semeadura, ambos pelo software estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

### **3. Resultados e Discussão**

Nos parâmetros, número de plantas, diâmetro de coleto, altura de plantas e massa de mil grãos encontrou-se diferenças entre as semeadoras testadas, com diferentes sistemas de distribuição de sementes, mecânico e pneumático. Já em relação as velocidades de deslocamento, foi possível observar diferença apenas para número de plantas e altura de plantas. Vale ressaltar que o coeficiente de variação para ambas as características se mostrou satisfatórios, abaixo de 20 % (Tabela 2).

Ao se comparar os mecanismos de distribuição de sementes, neste caso mecânico e pneumático, para as características produtividade (Figura 1) e número de trifólios não se encontrou diferença entre os mecanismos (Figura 2). De acordo com Jasper et al (2011), a produtividade da soja e seus componentes não foram alterados com o incremento na velocidade de semeadura até 12 km h<sup>-1</sup> para os sistemas dosadores de sementes dos tipos disco alveolado horizontal e pneumático. Mesmo ocorrendo aumento no número de espaçamentos falhos, a cultura da soja tem alta capacidade de compensar estes espaços vagos (Endres, 1996), minimizando a interferência na produtividade de grãos.

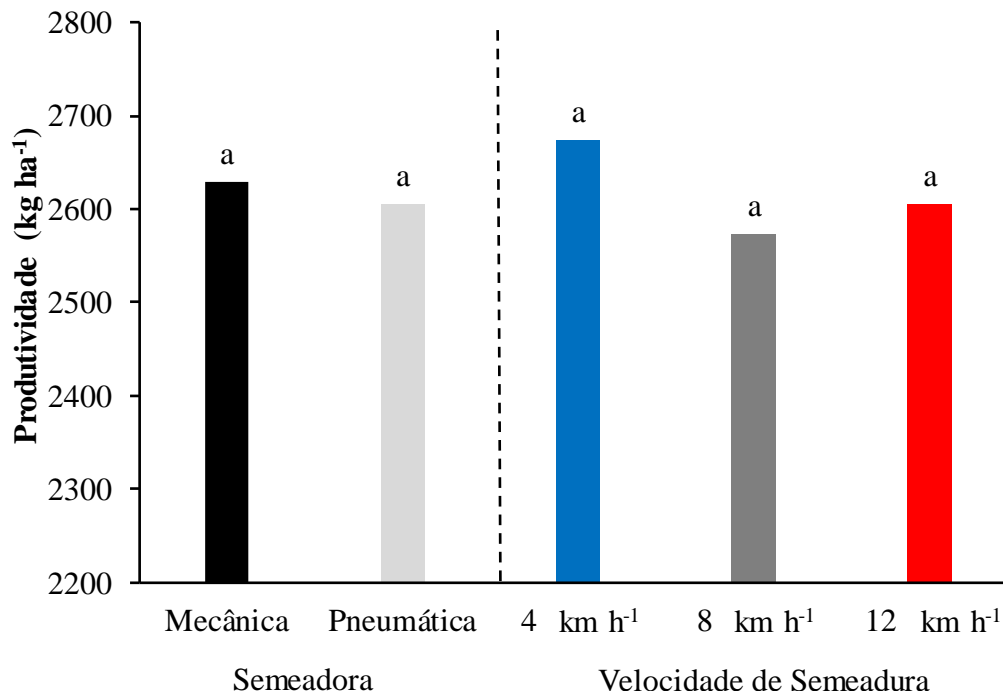


**Tabela 2** – Resultado da análise de variância de número de plantas por metro (NP), diâmetro de coleto (DC), número de trifólios (NT), altura de plantas (AP), massa de mil grãos (MMG) e produtividade (PROD) para as semeadoras mecânica (MEC) e pneumática (VAC) e três velocidades de semeadura 4, 8 e 12 km h<sup>-1</sup>. Prudentópolis-PR, 2017.

Fontes de Variação	NP	DC	NT	AP	MMG	PROD
Semeadora (S)	5,87*	4,57*	2,55 <sup>ns</sup>	32,95*	6,00*	0,13 <sup>ns</sup>
Velocidade (V)	8,28*	0,58 <sup>ns</sup>	0,46 <sup>ns</sup>	7,60*	0,43 <sup>ns</sup>	0,90 <sup>ns</sup>
S x V	1,85 <sup>ns</sup>	1,49 <sup>ns</sup>	0,30 <sup>ns</sup>	1,97 <sup>ns</sup>	0,33 <sup>ns</sup>	0,81 <sup>ns</sup>
		mm		cm	g	Kg ha <sup>-1</sup>
Média	10,30	8,03	22,84	83,83	167,53	2617,26
CV %	6,80	6,44	16,62	3,71	3,29	6,53

<sup>ns</sup>, \*: não significativo e significativo pelo teste F (p<0,05). Fonte: Autores.

**Figura 1** - Produtividade da cultura da soja semeada com diferentes mecanismos dosadores de sementes e velocidades de semeadura. Prudentópolis-PR, 2017. <sup>ns</sup> Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (p<0,05).



Fonte: Autores.

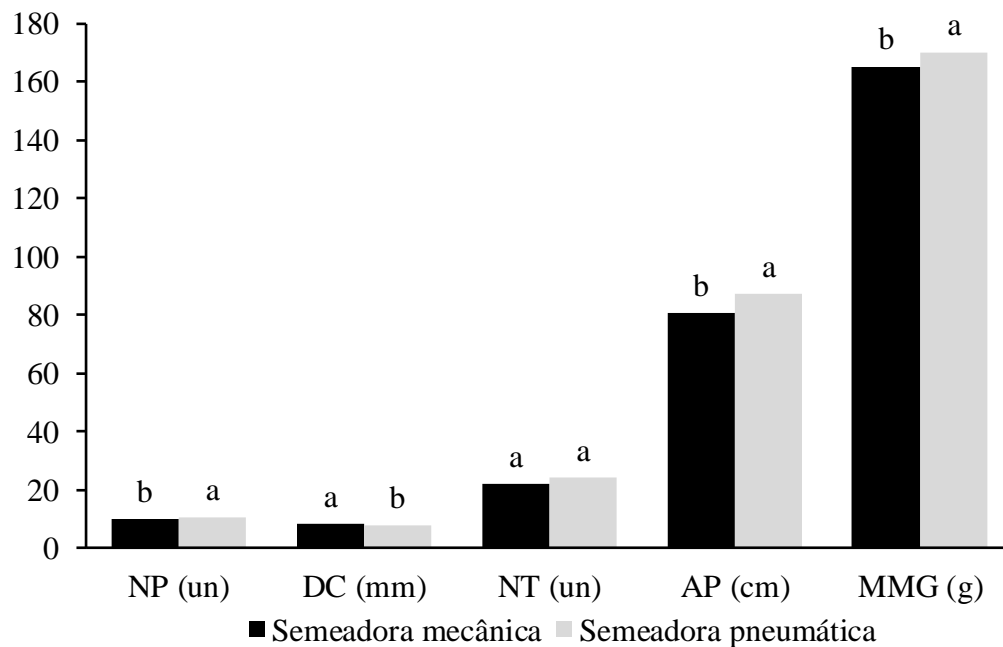
Foi possível observar que a semeadora pneumática, apresentou valor superior nos parâmetros de massa de mil grãos, sendo 170 g para a semeadora pneumática frente a 165g para a semeadora mecânica (Figura 2). O número de plantas por metro também foi superior, apresentando 10,64 plantas no mecanismo pneumático em relação a 10,02 plantas para a semeadora mecânica, bem como na altura de plantas, obteve-se 87,08 cm para semeadora pneumática superior a 80,57 cm para mecânica (Figura 2). Dados similares ao de Cavalheiro (2009), que comentou que o uso de semeadora de precisão com dosador pneumático a vácuo foi mais uniforme. O sistema dosador pneumático permite dosar com maior eficiência semente a semente, possibilitando deposição com maior assertividade no sulco de semeadura.

Por outro lado, para o diâmetro de colete, a semeadora com mecanismo mecânico apresentou 8,23 mm sendo superior a 7,82 mm para semeadora pneumática, sobretudo, houve interação entre os fatores para tal variável (Figura 2). Tal incremento de diâmetro está relacionado à menor altura de plantas detectada para semeadora mecânica, visto que houve menor número de plantas resultantes da semeadura com este mecanismo, revertendo em plantas com diâmetro de colete maior. A relação entre altura de plantas e diâmetro de colete já é conhecida, evidenciando que a redução do número de plantas incrementa o desenvolvimento de cada plantas, devido a ampliar a incidência de luz nas folhas e com isto acelera o processo fotossintético, absorção de água e nutrientes, fato que reflete em compensação para redução do número de plantas e possibilitando ausência de interferência na produtividade da cultura da soja (Figura 1).

Já para as velocidades avaliadas houve diferença apenas para os parâmetros número de plantas por metro e altura de plantas. Para o número de plantas por metro, as velocidades de 4 e 8 km h<sup>-1</sup> não apresentaram diferença, apresentando 10,9 e 10,47 plantas respectivamente, entretanto ambas diferiram da velocidade de 12 km h<sup>-1</sup> que apresentou 9,63 plantas. Tais resultados demonstram que a elevação da velocidade, reduz o número de plantas devido a alterações no sistema dosador. Resultados diferentes dos encontrados por De Oliveira Dias (2009) que ao estudar diferentes velocidades de deslocamento na semeadura de soja e milho com mecanismo pneumático, observou que o aumento da velocidade de deslocamento até 11 km h<sup>-1</sup> não reduziu significativamente a densidade de semeadura, mas sim a distribuição das sementes para ambas as culturas estudadas. O aumento da velocidade interfere no sulcamento do solo, revolvendo mais solo no sulco de semeadura e elevando torrões, que podem prejudicar emergência de plantas em sementes com intermediária percentagem de germinação e vigor. Em alguns casos, a ausência de interferência pode ocorrer por ter sementes com elevada germinação e excelente vigor. Também tem-se outros fatores que podem interferir,

como alteração no número de sementes distribuídas pelo dosador pode estar relacionado a necessidade de manutenção nas semeadoras, principalmente para semeadoras pneumáticas, que retém cada semente por sistema de vácuo negativo. Outro problema pode estar relacionado ao fato da elevação da velocidade, reduzir a profundidade do sulco de semeadura, que pode prejudicar o processo de germinação das sementes, por ter menos água disponível próximo a superfície do solo.

**Figura 2** – Interferência de mecanismo dosador na semeadura de soja no número de plantas por metro (NP), diâmetro de colete (DC), número de trifólios (NT), altura de plantas (AP) e massa de mil grãos (MMG). Prudentópolis-PR, 2017. <sup>ns</sup> Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

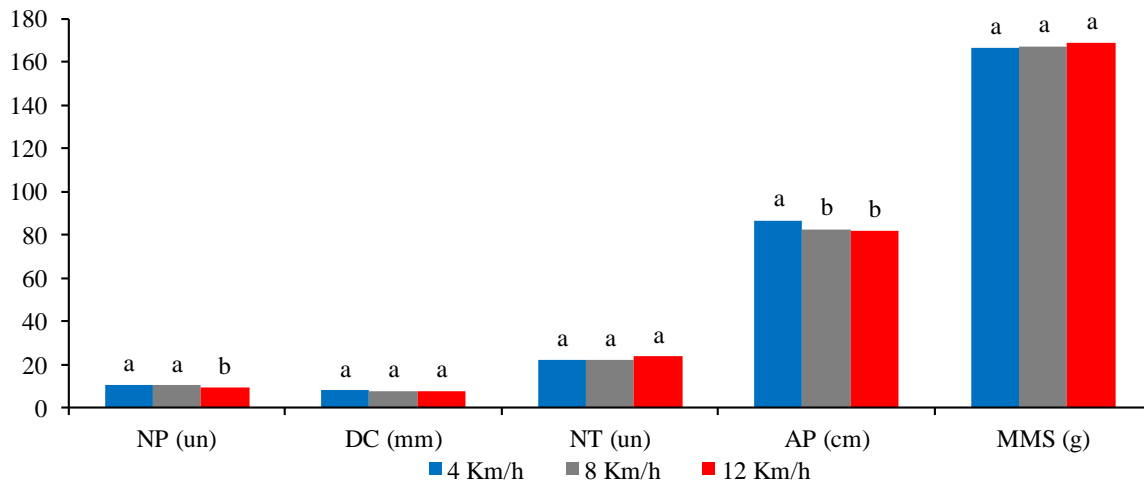


Fonte: Autores.

Quanto à altura de plantas, a velocidade de 4 km h<sup>-1</sup> se diferenciou das demais, sendo superior em relação às velocidades de 8 e 12 km h<sup>-1</sup>, uma vez que a distribuição de plantas se mostrou mais uniforme, permitindo estabelecimento mais adequado das plantas (Figura 3). O aumento da velocidade pode prejudicar a deposição das sementes no sulco de semeadura, por deixar a semente em profundidade menor, além de que, a elevação de velocidade de semeadura pode promover maior movimentação de solo no sulco de semeadura, apresentando mais torrões. Tal fato, pode prejudicar o desenvolvimento inicial das plantas de soja, que foi

detectado neste trabalho, com a redução da altura de plantas relacionado com redução do número de plantas (Figura 2).

**Figura 3** - Interferência da velocidade de semeadura no número de plantas por metro (NP), diâmetro de coletor (DC), número de trifólios (NT), altura de plantas (AP) e massa de mil grãos (MMG). Prudentópolis-PR, 2017. <sup>ns</sup> Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).



Fonte: Autores.

Para a distribuição de plantas, diante dos tratamentos testados, foram avaliados ainda os espaçamentos aceitáveis (EA), espaçamentos duplos (ED), espaçamentos falhos (EF), espaçamentos médios (EM), desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV), percentual aceitável (PA), percentual de duplos (PD) e percentual de falhos (PF) (Tabela 3). Destas variáveis, os diferentes mecanismos dosadores nas semeadoras não apresentaram diferença estatística (Figura 4). Entretanto as velocidades avaliadas apresentaram diferença para as características EA, ED, DP, CV, PA e PD. Ressalta-se que não houve interação entre semeadora e velocidade.

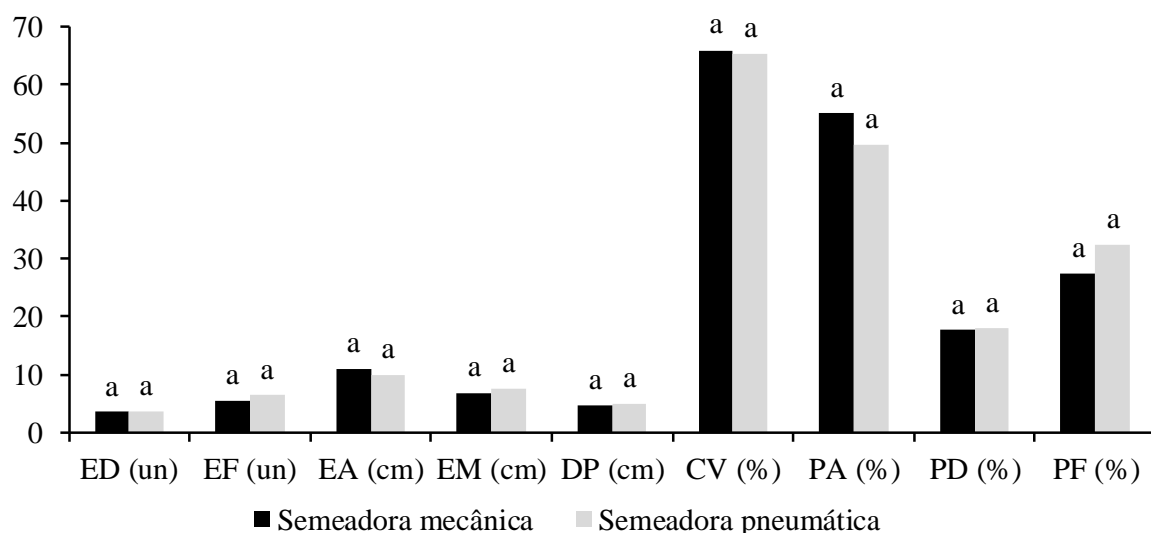
Tais resultados demonstram que a semeadura mecânica utilizada apresentou seleção dos discos e regulagem adequada para distribuição das sementes, repercutindo em similaridade com a semeadora pneumática (Tabela 3 e Figura 4). De fato, a ausência de interferência na produtividade com uso de semeadora mecânica ou pneumática, está relacionada a manutenção de maior percentual de espaçamentos aceitáveis (Figura 4).

**Tabela 3** - Resultado da análise de variância para espaçamento aceitável (EA), espaçamentos duplos (ED) espaçamento falhado (EF), espaçamento médio (EM), desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV), percentual aceitável (PA), percentual duplos (PD) e percentual de falhas (PF) para os mecanismos mecânica (MEC) e pneumática (VAC) e três velocidades de semeadura 4, 8 e 12 km h<sup>-1</sup>. Prudentópolis-PR, 2017.

Fontes de Variação	EA	ED	EF	EM	DP	CV	PA	PD	PF
Semeadora (S)	1,56 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	2,69 <sup>ns</sup>	2,95 <sup>ns</sup>	0,56 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	1,56 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	2,69 <sup>ns</sup>
Velocidade (V)	5,60*	6,28*	1,52 <sup>ns</sup>	1,29 <sup>ns</sup>	6,20*	7,89*	5,60*	6,28*	1,52 <sup>ns</sup>
S x V	1,56 <sup>ns</sup>	2,39 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	1,78 <sup>ns</sup>	3,00 <sup>ns</sup>	1,56 <sup>ns</sup>	2,39 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>
	----- % -----								
Média	10,46	3,56	5,96	7,22	4,77	65,59	52,33	17,83	29,83
CV	22,30	48,02	27,96	14,89	28,24	20,68	22,30	48,02	27,96

Fonte: Autores.

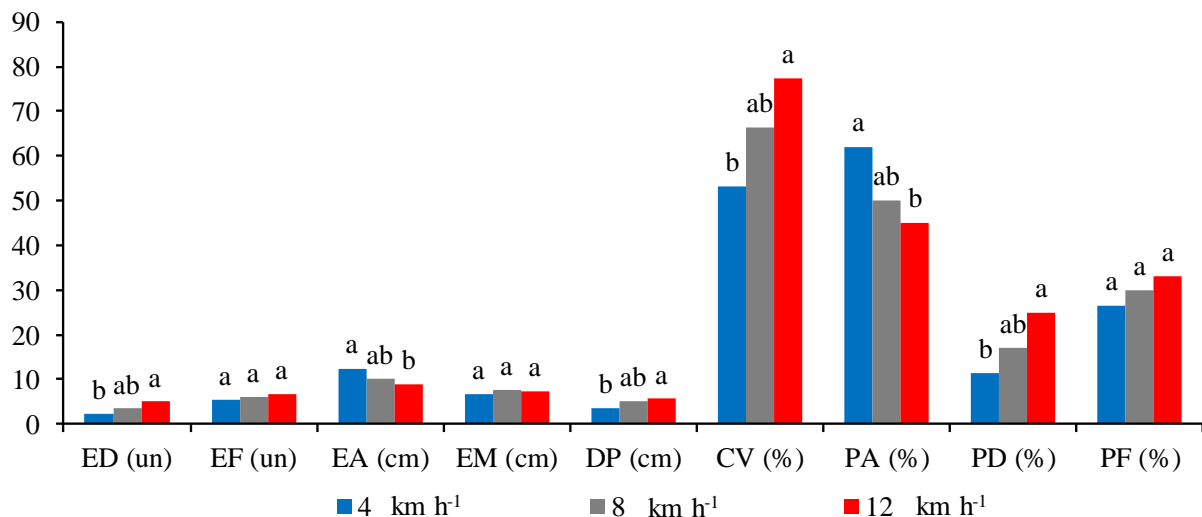
**Figura 4** - Efeito do mecanismo de semeadura em: espaçamentos duplos (ED) espaçamento falhado (EF), espaçamento aceitável (EA), espaçamento médio (EM), desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV), percentual aceitável (PA), percentual duplos (PD) e percentual falhado (PF). Prudentópolis-PR, 2017. <sup>ns</sup> Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (p<0,05).



Fonte: Autores.

Ao observar as velocidades de deslocamento (4, 8 e 12 km h<sup>-1</sup>), foi possível constatar que para as variáveis espaçamentos falhos e percentual de falhos apresentaram diferenças entre as velocidades de deslocamento. As velocidades diferenciaram-se entre si, sendo que se observou espaçamentos duplos em 5 das 25 avaliações na velocidade de 12 km h<sup>-1</sup>, o que foi igual a velocidade de 8 km h<sup>-1</sup>, mas diferenciou da velocidade de 4 km h<sup>-1</sup> que apresentou número menor de espaçamentos duplos (Figura 5).

**Figura 5** - Efeito da velocidade de semeadura em espaçamentos duplos (ED) espaçamentos falhos (EF), espaçamentos aceitáveis (EA), espaçamento médio (EM), desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV), percentual aceitável (PA), percentual duplos (PD) e percentual falhos (PF) quanto a velocidade de semeadura independente da semeadora. Prudentópolis-PR, 2017. <sup>ns</sup> Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (p<0,05).



Fonte: Autores.

Em relação aos espaçamentos aceitáveis, se observou diferença entre as velocidades, sendo 12,40 para a velocidade de 4 km h<sup>-1</sup> o qual não diferenciou da velocidade de 8 km h<sup>-1</sup>, mas distinguiu da velocidade de 12 km h<sup>-1</sup> com nove espaçamentos aceitáveis (Figura 6). Seguindo a mesma lógica para o desvio padrão, e coeficiente de variação. Para o percentual de aceitáveis foi observado que a velocidade de 8 km h<sup>-1</sup>, é igual a 12 e a 4 km h<sup>-1</sup>, entretanto o percentual de aceitáveis de 12 km h<sup>-1</sup> difere de 4km h<sup>-1</sup>, sendo constatado maior variabilidade na disposição das plantas. O percentual de duplos segue a mesma lógica em que 8 km h<sup>-1</sup> não difere de 12 e de 4 km h<sup>-1</sup>, porém ambos diferem entre si. Em trabalho realizado por Bertelli et al. (2016) com semeadoras pneumáticas na cultura da soja no Piauí em solo com 39,5 % de argila, semeadora John Deere® modelo 2117, com aumento da velocidade de

semeadura de 5,6 km h<sup>-1</sup> para 10,0 km h<sup>-1</sup>, o número de plantas por metro linear ficou próximo ao estabelecido na regulagem da máquina. Já para a semeadora John Deere® modelo DB74, o valor de número de plantas ficou abaixo do esperado, com média de 8,76 plantas por metro. E, para ambas as semeadoras, a percentagem de espaçamentos aceitáveis diminuiu conforme aumenta a velocidade de deslocamento, e os espaçamentos duplos aumentam com incremento na velocidade, conseqüentemente reduz a uniformidade de semeadura.

Os resultados obtidos, demonstram que mesmo em Latossolo da região de Prudentópolis-PR, é necessário estar atento a velocidade de semeadura, independente do sistema de distribuição de sementes, seja ele mecânico ou pneumático, podendo interferir na uniformidade das plantas, assim como detectado por Melo et al. (2013) e Santos et al. (2011) em outras condições de cultivo. Desta forma, uma semeadura desuniforme pode acarretar em alteração nas plantas, sendo o menor número de plantas e/ou menor altura destas, fator que em condições adversas aumenta a possibilidade de ocorrer redução na produtividade pela menor população de plantas por área e menor quantidade de nós que conseqüentemente iriam desenvolver vagens.

Sobretudo, é importante ressaltar que a semeadora pneumática se destacou no desenvolvimento das plantas, obtendo maior número de plantas emergidas, maior altura de plantas e maior massa de mil grãos, resultando em maior uniformidade das plantas. Contudo, mesmo com os contrastes ressaltados nos diferentes mecanismos de distribuição de sementes e nas diferentes velocidades de semeadura, a produtividade de grãos manteve-se semelhante para todos os tratamentos. Fato obtido muito provavelmente devido às condições climáticas excepcionais durante o desenvolvimento da cultura da soja na safra 2016/17 na região de Prudentópolis-PR.

Ressalta-se que o produtor, tendo conhecimento das diferenças identificadas na distribuição de plantas de soja, tanto pelos sistemas dosadores de sementes quanto pela velocidade de deslocamento, é possível identificar opções para alcançar os melhores resultados, pré-dispondo a cultura a se destacar em produtividade em momentos de condições adversas.

#### **4. Considerações Finais**

Foi obtido maior número de plantas, maior massa de mil grãos e maior altura de plantas no mecanismo pneumático de distribuição de sementes de soja na região Centro-Oeste, Prudentópolis-PR.



As velocidades de 4 e 8 km h<sup>-1</sup> apresentam-se mais adequadas para a semeadura de soja tanto para semeadora mecânica quanto pneumática.

O mecanismo de semeadura, mecânica ou pneumática, não afeta a produtividade de grãos de soja, quando as condições edafoclimáticas são adequadas para o desenvolvimento da cultura.

Ao considerar as condições da região de Prudentópolis-PR, com chuvas bem distribuídas ao longo do período de condução da cultura da soja, indica-se ambos sistemas de distribuição de sementes, sendo adequado utilizar velocidade de semeadura entre 4 e 8 km h<sup>-1</sup>.

### **Agradecimentos**

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e Fundação Araucária (Fundação Araucária de Apoio Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Paraná), pelo apoio financeiro.

### **Referências**

Alonço, A. S., Silveira, H. A. T., Bellé, M. P., Carpes, D. P., Machado, O. D. C. (2014). Influência da inclinação transversal e velocidade de operação sobre o desempenho de dosadores pneumáticos com semente de soja. *Engenharia na Agricultura*, 22 (2), 119-127. <https://doi.org/10.13083/reveng.v22i2.499>.

Bertelli, G. A.; Jadoski, S. O.; Dolato, M. da L.; Rampim, L.; Maggi, M. F. (2016). Desempenho da plantabilidade de semeadoras pneumática na implantação da cultura da soja no cerrado piauiense - Brasil. *Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science*, 9 (1), 91-103. <http://dx.doi.org/10.5935/PAeT.V9.N1.10>.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2009). *Regras para análise de sementes*. Brasília. Recuperado de [http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/laborat%20b3rio/sementes/regras%20para%20analise%20de%20sementes.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/laborat%20b3rio/sementes/regras%20para%20analise%20de%20sementes.pdf)

Copetti, E. (2004). *Prevenir custa menos*. Cultivar Máquinas.

Cortez, J. W., Furlani, C. E. A., Silva, R. P., Lopes, A. (2006). Distribuição longitudinal de sementes de soja e características físicas do solo no plantio direto. *Engenharia Agrícola*, 26 (2), 502-510. <https://doi.org/10.1590/S0100-69162006000200019>.

Dias, V. O., Alonço, A. S., Baumhardt, U. B., Bonotto, G. J. (2009). Distribuição de sementes de milho e soja em função da velocidade e densidade de semeadura. *Ciência Rural*, 39 (6), 1721-1728. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009005000105>

Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2013). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília.

Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2011). *Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil 2012 e 2013*. Londrina.

Ferreira, D. F. (2011). Sisvar: A computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35 (6), 1039-1942. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>.

Jasper, R., Jasper, M., Assumpção, P.S.M., Rocil, J., Garcia, L.C. (2011). Velocidade de semeadura da soja. *Engenharia Agrícola*, 31 (1), 102-110. <https://doi.org/10.1590/S0100-69162011000100010>.

Kurachi, S. A. H.; Silveira, G. M.; Costa, J. A. S.; Bernardi, J. A.; Silveira, G. M.; Coelho, J. L. D. (1989). Avaliação tecnológica de semeadoras e/ou adubadoras: tratamento de dados de ensaios e regularidade de distribuição longitudinal de sementes. *Bragantia*, 48 (2), 249-262. <https://www.scielo.br/pdf/brag/v48n2/11.pdf>

Mahl, D., Gamero, C. A., Benez, S. H., Furlani, C. E. A., Silva, A. R. B. (2004). Demanda energética e eficiência da distribuição de sementes de milho sob variação de velocidade e condição de solo. *Engenharia Agrícola*, 24 (1), 150-157. <https://doi.org/10.1590/S0100-69162004000100017>.

Mantovani, E. C., Bertaux, S., Rocha, F. E. C. (1992). Avaliação da eficiência operacional de diferentes semeadoras-adubadoras de milho. *Pesquisa Agropecuária*

*Brasileira*, 27 (12), 1579-1586. [https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/artic  
le/view/3807/1098](https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/artic<br/>le/view/3807/1098)

Mapa – Ministério da Agricultura e Abastecimento. (2016). Recuperado de <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/soja>.

Mattar, D. M. P. (2010). *Influência do deslizamento da roda motora de uma semeadora/adubadora de plantio direto no espaçamento longitudinal de sementes de milho*. 67 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

Melo, R. P., Albiero, D., Monteiro, L. A., Souza, F. H., Silva, J. G. (2013). Qualidade na distribuição de sementes de milho em semeadoras em um solo cearense. *Revista Ciência Agronômica*, 44 (1), 94-101. <https://www.scielo.br/pdf/rca/v44n1/a12v44n1.pdf>

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J. & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. Santa Maria, RS: UFSM, NTE. Recuperado de [https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic\\_Computacao\\_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1)

Pinheiro N. R., Lucca E. B., A.; Scapim, C. A., Bortolotto, V. C., Pinheiro, A. C. (2008). Desempenho de mecanismos dosadores de sementes em diferentes velocidades e condições de cobertura do solo. *Acta Scientiarum Agronomy*, 30, 611-617. <http://dx.doi.org/10.1590/S1807-86212008000500002>.

Reis, A. V., & Forcellini, F. A. (2009). Dosador mecânico de precisão para sementes miúdas: Testes funcionais. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 13 (5,) 651-656. Reis, A. V.; Forcellini, F, A. (2009). Dosador mecânico de precisão para sementes miúdas: Testes funcionais. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 13 (5,) 651-656.

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, M. C., Gamero, C. A. (2010). Qualidade da operação de semeadura de uma semeadora-adubadora de Plantio direto em função do tipo de martelete e velocidade de deslocamento. *Revista Energia na Agricultura*, 25 (1), 85-102. <https://doi.org/10.17224/EnergAgric.2010v25n1p85-102>.

Trogello, E., Modolo, A. J., Scarsi, M., Dallacort, R. (2013). Manejos de cobertura, mecanismos sulcadores e velocidades de operação sobre a semeadura direta da cultura do milho. *Bragantia*, 72 (1), 101-109. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052013005000016>.

Tourino, M. C. C., Rezende, P. M., Silva, L. A., Almeida L. G. P. (2009). Semeadoras-adubadoras em semeadura convencional de soja. *Ciência Rural*, 39 (1), 241-245. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782009000100039>.

#### **Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Igor Moleta – 15 %

Leandro Rampim – 15%

Perivaldo Mateus Conrado – 15 %

Aline Mariele Czekalski - 15 %

Cristiano André Pott - 10 %

Vanessa de Oliveira Faria - 10 %

Tauane Santos Brito – 5 %

Jhonatan Spliethoff - 5 %

Lucas de Oliveira Martins - 5 %

Carlos Daniel Wendler - 5 %