

Desempenho agronômico da soja em diferentes velocidades de semeadura e profundidades de deposição do adubo em plantio direto

Agronomic performance of soybean in different sowing speeds and depths of fertilizer deposition under no-tillage

Comportamiento agronómico de la soja a diferentes velocidades de siembra y profundidades de depósito de fertilizante en labranza cero

Recebido: 12/11/2020 | Revisado: 20/11/2020 | Aceito: 23/11/2020 | Publicado: 28/11/2020

Rayan Fernandes Naves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1245-4259>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: rayan_naves@hotmail.com

Ariel Muncio Compagnon

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3133-046X>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: ariel.compagnon@ifgoiano.edu.br

Felipe José Barbosa Franco

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1792-6443>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: felipejose85franco@gmail.com

Walter José Pereira Filho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5335-4716>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: pereirafilho123@outlook.com

Resumo

A qualidade do processo de semeadura é um fator indispensável para se obter altas produtividades na cultura da soja, podendo essa operação agrícola ser afetada por diversos fatores. Objetivou-se com esse trabalho avaliar a influência da velocidade do conjunto trator-semeadora e da profundidade de deposição do adubo na qualidade de distribuição das sementes e no desempenho agronômico da cultura da soja. Adotou-se um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 3, sendo quatro velocidades de semeadura

(5, 6, 7 e 8 km h⁻¹) e três profundidades de aplicação do adubo no sulco (9, 15 e 18 cm), com quatro repetições por tratamento. As variáveis analisadas foram: profundidade de semeadura, número de dias para a emergência, distribuição longitudinal de plântulas, estande inicial e final, altura de planta, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta e produtividade. A elevação da velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora-adubadora aumentou os espaçamentos falhos, reduziu os espaçamentos aceitáveis e o estande inicial. A aplicação do adubo na profundidade de 18 cm reduziu os espaçamentos aceitáveis, aumentando os espaçamentos falhos e profundidade das sementes. A altura de plantas e de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta e produtividade não foram afetados pelas velocidades de deslocamento e profundidades de deposição do adubo. Como os componentes de produtividade da cultura não foram afetados, visando maior rendimento operacional e economia de combustível, nas condições estudadas, o processo de semeadura na soja pode ser realizado na velocidade de 8 km h⁻¹ e com o fertilizante sendo aplicado a 9 cm de profundidade.

Palavras-chave: Distribuição longitudinal; *Glycine max*; Plantabilidade; Semeadora-adubadora.

Abstract

The quality of the sowing process is an indispensable factor to obtain productivity in the soybean culture, and this agricultural operation can be affected by several factors. The objective of this work was to evaluate the influence of the speed of the tractor-seeder set and the depth of fertilizer deposition on the quality of seed distribution and on the agronomic performance of the soybean crop. A completely randomized design was adopted in a 4 x 3 factorial scheme, with four years of sowing (5, 6, 7 and 8 km h⁻¹) and three depths of fertilizer application in the furrow (9, 15 and 18 cm), with four repetitions per treatment. The variables analyzed were: sowing depth, number of days for emergence, longitudinal distribution of seedlings, initial and final stand, plant height, height of insertion of the first pod, number of pods per plant and productivity. The increase in the displacement speed of the tractor-seeder-fertilizer set increased the gap, reduced the acceptable gap and the initial stand. The application of fertilizer at a depth of 18 cm reduced the acceptable spacing, increasing the gap and seed depth. Plant height and first pod insertion, number of pods per plant and productivity were not affected by the speed of displacement and depths of fertilizer deposition. As the productivity components of the crop were not affected, aiming at higher operational yield and

fuel economy, under the studied conditions, the sowing process in soybean can be carried out at the speed of 8 km h⁻¹ and with the fertilizer applied at 9 cm depth.

Keywords: Longitudinal distribution; *Glycine max*; Plantability; Seeder-fertilizer.

Resumen

La calidad del proceso de siembra es un factor indispensable para obtener una alta productividad en el cultivo de la soja, y esta operación agrícola puede verse afectada por varios factores. El objetivo de este trabajo fue evaluar la influencia de la velocidad del conjunto tractor-sembradora y la profundidad de la deposición del fertilizante en la calidad de distribución de la semilla y en el comportamiento agronómico del cultivo de soja. Se adoptó un diseño completamente al azar en un esquema factorial 4 x 3, con cuatro velocidades de siembra (5, 6, 7 y 8 km h⁻¹) y tres profundidades de aplicación de fertilizante en el surco (9, 15 y 18 cm), con cuatro repeticiones por tratamiento. Las variables analizadas fueron: profundidad de siembra, número de días de emergencia, distribución longitudinal de plántulas, rodal inicial y final, altura de planta, altura de inserción de la primera vaina, número de vainas por planta y productividad. El aumento en la velocidad de desplazamiento del conjunto tractor-sembradora-fertilizante aumentó el espacio, redujo el espacio aceptable y el soporte inicial. La aplicación de fertilizante a una profundidad de 18 cm redujo el espaciamiento aceptable, aumentando el espacio y la profundidad de la semilla. La altura de la planta y la inserción de la primera vaina, el número de vainas por planta y la productividad no se vieron afectados por la velocidad de desplazamiento y la profundidad de la deposición del fertilizante. Como los componentes de productividad del cultivo no se vieron afectados, buscando un mayor rendimiento operacional y economía de combustible, en las condiciones estudiadas, el proceso de siembra en soja se puede realizar a la velocidad de 8 km h⁻¹ y con la aplicación de fertilizante a 9 cm de profundidad.

Palabras clave: Distribución longitudinal; *Glycine max*; Plantabilidad; Sembradora-fertilizante.

1. Introdução

A soja (*Glycine Max* (L.) Merrill) tem influência significativa na economia brasileira, gerando emprego e renda ao país (Tiesen et al., 2016). De acordo com estimativas da Conab (2020), na safra 2019/20 a produção brasileira atingiu 120,9 milhões de toneladas, representando aumento de 5,1% em relação à safra passada. Entre os estados brasileiros em

destaque na produção dessa oleaginosa estão Mato Grosso, Paraná, Goiás e Rio Grande do Sul.

Dentro do processo produtivo da soja, uma das operações agrícolas mais importantes é a semeadura, uma vez que essa etapa se refere ao estabelecimento da cultura no campo, tendo, portanto, que ser realizada com maior grau de qualidade e precisão possível (Alonço et al., 2014). Segundo Bottega et al. (2014), a operação de semeadura deve garantir uniformidade na distribuição das sementes e fertilizantes, proporcionando ao final um estande de plantas adequado.

A ocorrência de falhas durante a distribuição das sementes provoca variações na lavoura, levando a estandes desuniformes, o que faz com que as plantas tenham um aproveitamento ineficiente dos recursos essenciais a sua sobrevivência como água, luz e nutriente (Tourino et al., 2002). Os mesmos autores ainda afirmam que o acúmulo de plantas na cultura da soja em alguns pontos pode provocar o desenvolvimento de plantas mais altas, menos ramificadas, com maior tendência ao acamamento e menor produção individual. Ao mesmo tempo, a presença de espaços vazios na linha, além de facilitar o desenvolvimento de plantas daninhas, leva ao estabelecimento de plantas de soja com porte reduzido, com maior ramificação, caule robusto e maior produção individual.

Segundo Fantin et al. (2016), a qualidade do processo de semeadura pode ser afetada por diversos fatores, sendo a velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora um dos mais relevantes. De acordo com Trogello et al. (2013), a velocidade influencia na qualidade de abertura e fechamento de sulco, profundidade de deposição de sementes e uniformidade de distribuição dessa ao longo da linha de semeadura. Além disso, pode afetar o estabelecimento, os componentes de produtividade e conseqüentemente a produtividade média da cultura.

Com a expansão da área cultivada de soja e curta janela de plantio, visando maior rendimento operacional, alguns produtores têm optado por realizar a semeadura em velocidades cada vez mais elevadas, o que pode comprometer a qualidade do processo. Segundo Reynaldo et al. (2016), o incremento da velocidade do conjunto trator-semeadora afeta diretamente o estabelecimento da cultura do campo, provocando aumento da quantidade de espaçamentos falhos e duplos, e redução dos espaçamentos aceitáveis.

Outro fator que pode afetar o processo de semeadura e por conseqüente o rendimento da cultura é a profundidade de deposição do adubo. De acordo com Silva et al. (2000), existem evidências de que a deposição mais profunda do adubo durante o plantio estimula maior desenvolvimento do sistema radicular e por conseqüente promove às plantas maior

absorção de nutrientes e tolerância a estresses hídricos. Por outro lado, para Rinaldi et al. (2010), a aplicação do adubo junto ou próximo da semente provocar danos às sementes e plântulas, comprometendo dessa forma o estabelecimento da cultura no campo.

Diante desse contexto, objetivou-se com esse trabalho avaliar a influência da velocidade do conjunto trator-semeadora e da profundidade de aplicação do adubo na qualidade de distribuição das sementes e no desempenho agrônômico da cultura da soja.

2. Metodologia

O experimento foi conduzido em área de produção comercial de soja da Fazenda “Fazendinha”, que está localizada no município de Itapaci - GO, sob as coordenadas 49°28'1,625” S e 14°53'6,961” O, no período compreendido de outubro de 2018 a fevereiro de 2019. O solo da área experimental é um Argissolo Vermelho com textura argilosa (Embrapa, 2013) e vem sendo cultivado há 10 anos sob plantio direto com sucessão das culturas soja e sorgo.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 3, sendo quatro velocidades de deslocamento do conjunto trator-semeadora-adubadora (5, 6, 7 e 8 km h⁻¹) e três profundidades de aplicação do adubo no sulco (9, 15 e 18 cm), com quatro repetições por tratamento, totalizando 48 parcelas experimentais, tendo cada parcela a área útil de 81 m² (20 m x 4,05 m).

Para a semeadura, foi utilizada uma semeadora-adubadora da marca John Deere modelo 1109, de arrasto, equipada para plantio direto, com sistema dosador de sementes tipo pneumático (turbina movida pelo sistema *Hi Flow*), pantográfica, com nove linhas de semeadura espaçadas à 0,45 m, disco de corte de 18 polegadas de diâmetro, haste sulcadora modelo CQ 71.540 para os tratamentos de 15 e 18 cm de profundidade do adubo, e disco duplo para o tratamento de nove cm de profundidade. A semeadora-adubadora foi tracionada por trator da marca Valtra modelo BM 125i, com 91,9 kW (125 cv) de potência no motor, e tração 4x2 TDA (tração dianteira auxiliar).

A variedade de soja semeada na área foi a W 791 RR (BASF), tendo sido implantada com densidade de semeadura de 14 sementes m⁻¹. Na adubação de plantio foram aplicados 450 kg ha⁻¹ da formulação NPK 4-30-10 e 30 kg ha⁻¹ de Br 12 (Mo 0,01% + Cu 0,8% + Mn 2% + Zn 0,7%), de acordo com as exigências e necessidade do solo e da cultura, assim como os tratamentos culturais (aplicação de defensivos) realizados durante o ciclo da cultura.

No momento da semeadura, foi mensurado o teor de água do solo, nas profundidades

de 0,00-0,10 m e 0,10-0,20 m, com quatro repetições, conforme metodologia descrita em Embrapa (1997), para caracterização da área experimental, no qual obteve-se valores médios de 20,9% para a profundidade de 0,00-0,10 m e 20,0% para 0,10-0,20 m. Também mediu-se a resistência mecânica do solo à penetração (RMSP) com penetrógrafo eletrônico da marca Eijkelkamp, modelo Penetrologger, sendo a coleta feita em 20 pontos ao longo da área experimental nas profundidades de 0 a 0,40 m. Os valores médios de RMSP obtidos foram: 1,33 MPa para 0,00-0,10 m, 1,87 MPa para 0,10-0,20 m, 1,74 MPa para 0,20-0,30 m e 1,56 MPa para 0,30-0,40 m, demonstrando que o solo da área em estudo não apresenta problemas de compactação.

As variáveis quantitativas analisadas foram:

Profundidade das sementes: escavou-se o solo com auxílio de canivete até encontrar a semente e posteriormente, com paquímetro, mediu-se a distância do nível do solo até a semente encontrada no sulco, em cinco sementes de duas linhas centrais de três metros cada.

Número de dias para emergência: realizou-se contagens diárias desde a primeira plântula emergida até a estabilização da contagem, em três metros nas duas fileiras centrais de cada parcela, sendo o cálculo realizado de acordo com a metodologia descrita por Edmond e Drapala (1958).

Distribuição longitudinal de plantas: determinada após a estabilização do processo de emergência, medindo-se com trena a distância entre as plântulas de soja existentes numa faixa de três metros, nas duas linhas centrais de cada parcela, classificando em espaçamentos aceitáveis, falhos e duplos, conforme metodologia de Kurachi et al. (1989).

Estande inicial e final de plantas: o inicial foi avaliado considerando o número de plântulas estabilizadas nos três metros das duas fileiras centrais das parcelas. O final foi determinado no dia de colheita seguindo a mesma metodologia supracitada para o estande inicial, sendo os resultados expressos em número de plantas ha^{-1} .

Altura de plantas e de inserção da primeira vagem: determinadas com auxílio de trena graduada, sendo avaliadas dez plantas de cada parcela durante o período da colheita.

Número de vagens por planta: contabilizou-se o número de vagens de dez plantas de cada parcela durante a colheita.

Produtividade de grãos: foi determinada coletando-se todas as plantas existentes em três metros das duas linhas centrais de cada parcela, que foram trilhadas manualmente, e posteriormente os grãos pesados. Os valores encontrados foram extrapolados para kg ha^{-1} e corrigidos para o teor de água de 13% (base úmida).

Inicialmente, os dados foram submetidos a análise pela estatística descritiva, no qual

foram calculadas as medidas de posição (média, mediana), medidas de dispersão (amplitude, desvio padrão e coeficiente de variação), medidas de assimetria, medidas de curtose e teste de normalidade de Anderson-Darling utilizando o programa Minitab. A variável estande inicial não apresentou distribuição normal pelo teste normalidade Anderson Darling, sendo os dados transformados, utilizando a transformação de Johnson.

Posteriormente, realizou-se a análise de variância (ANOVA), pelo teste F, a 5% de probabilidade, e quando este foi significativo, as médias do fator profundidade foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Para o fator velocidade, realizou-se análise de regressão. Essas análises foram realizadas com o auxílio do programa computacional Sisvar 4.3.

3. Resultados e Discussão

A Tabela 1 apresenta o resultado da análise descritiva para os atributos analisados. Excetuando o estande inicial, as demais variáveis apresentaram valores próximos de média e mediana, o que é um indicativo de baixa dispersão e distribuição simétrica dos dados. Esses resultados corroboram com os obtidos por Damasceno (2017), que avaliou a qualidade do processo de semeadura de soja em função de diferentes dosadores de sementes e velocidades de operação.

Tabela 1. Parâmetros de estatística descritiva para os indicadores de qualidade do processo de semeadura de soja.

Variável	Média	Med ⁽¹⁾	A ⁽²⁾	σ ⁽³⁾	CV ⁽⁴⁾	Cs ⁽⁵⁾	Ck ⁽⁶⁾	AD ⁽⁷⁾
Profundidade (cm)	4,68	4,57	2,93	0,69	14,86	0,09	0,09	0,585 ^N
NDE	3,86	3,84	0,82	0,18	4,68	-0,04	-0,19	0,299 ^N
Esp. aceitável (%)	53,62	53,70	25,55	5,62	10,50	0,29	0,06	0,154 ^N
Esp. duplo (%)	22,38	22,37	15,48	3,32	14,83	0,01	-0,13	0,182 ^N
Espaç. falho (%)	23,99	23,80	19,62	4,14	17,29	-0,14	0,25	0,404 ^N
Est. inicial (pl ha ⁻¹)	299,69	300,00	81,48	13,513	4,51	-1,83	6,93	1,430 ^A
Est. final (pl ha ⁻¹)	293,98	292,59	59,25	13,934	4,74	-0,02	-0,50	0,501 ^N
Alt. Plantas (cm)	98,50	98,70	26,00	4,82	4,90	-0,50	1,37	0,396 ^N
Alt. Inserção (cm)	8,44	8,40	4,40	1,05	12,46	0,28	-0,14	0,658 ^N
Nº vagens planta ⁻¹	50,22	51,30	22,70	4,92	9,81	0,21	-0,08	0,430 ^N
Produtivid. (kg ha ⁻¹)	4830,9	4827,5	815,6	211,0	4,37	0,17	-0,76	0,439 ^N
Massa 1000 grãos	146,88	146,85	19,95	4,80	3,27	0,20	-0,76	0,449 ^N

⁽¹⁾: mediana; ⁽²⁾: amplitude; ⁽³⁾: desvio padrão; ⁽⁴⁾: coeficiente de variação (%); ⁽⁵⁾: coeficiente de assimetria; ⁽⁶⁾: coeficiente de curtose; ⁽⁷⁾: valor do teste de normalidade de Anderson-Darling; NDE: número de dias para emergência; ^A: distribuição Assimétrica; ^N: distribuição Normal. Fonte: Autores.

Segundo Pimentel-Gomes e Garcia (2002), a variabilidade de determinado atributo é classificada de acordo com o valor encontrado para o coeficiente de variação (CV), podendo ser classificada como baixo (menor que 10%), médio (entre 10 e 20%), alto (20 a 30%) e muito alto (quando maior que 30%). Nesse contexto, os valores de coeficientes obtidos nesse ensaio situam-se entre baixos e médios. Modolo et al. (2012), avaliando o efeito de diferentes sulcadores e velocidades de operação na qualidade de semeadura e produtividade de soja, também observaram baixos e médios coeficientes de variação para os atributos relacionados a distribuição longitudinal das sementes e desempenho agrônômico da cultura.

Em relação aos coeficientes de assimetria (Cs) e curtose (Ck), a variável estande inicial apresentou valores elevados para esses parâmetros, o que indica que há um alto grau de assimetria dos dados para esse atributo. As demais variáveis apresentaram valores de Cs e Ck próximos de zero, mostrando dessa forma, que os resultados estão bem distribuídos em torno de um valor central (média). Arcoverde et al. (2017), avaliando o processo de semeadura da cultura do milho de segunda safra feita por semeadora-adubadora pneumática, observaram baixos valores de Cs e Ck para estande inicial e espaçamentos falhos e duplos.

Levando em consideração os valores de coeficiente de curtose obtidos, verifica-se que as variáveis profundidade de semeadura, espaçamento aceitável, espaçamento falho, estande inicial e altura de planta apresentam uma curva de distribuição dos dados leptocúrtica, ou seja, possui pico mais afunilado que a curva de distribuição normal. As demais variáveis estudadas apresentaram distribuição platicúrtica, ou seja, mais achatada que a curva de distribuição normal.

Para o teste de normalidade de Anderson-Darling, com exceção do estande inicial que apresentou distribuição assimétrica, os demais atributos apresentaram distribuição normal, o que mostra que esses podem ser utilizados para análise de variância.

Em relação à análise de variância para os atributos relacionados à qualidade do processo de semeadura (Tabela 2), não se constatou interação entre os fatores estudados, sendo esses analisados de forma isolada. As variáveis número de dias para emergência, espaçamento aceitável, espaçamento falho e estande inicial foram influenciadas pelas velocidades de operação.

Entre as profundidades de deposição do adubo, constatou-se diferenças na profundidade das sementes, espaçamento aceitável e espaçamento falho. O espaçamento duplo e o estande final não foram afetados pelos fatores estudados. Rinaldi et al. (2010) também não observaram influência da velocidade e da profundidade de aplicação do fertilizante nos espaçamentos duplos, em estudos avaliando o estabelecimento inicial da

cultura do feijão implantada em sistema de plantio direto. Dias et al. (2009) também não verificaram influência da velocidade na população final de plantas de soja.

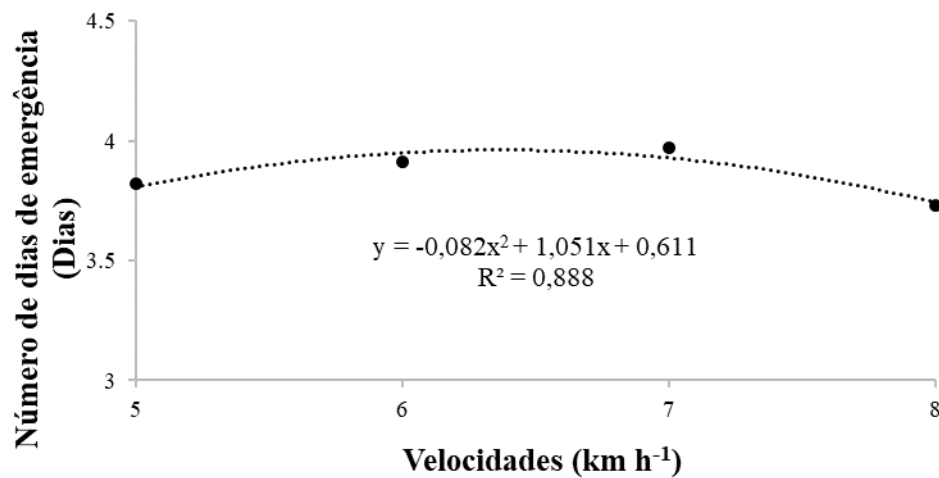
Tabela 2. Resumo da análise de variância para profundidade das sementes (PS), número de dias para emergência (NDE), espaçamento aceitável (EA), espaçamento duplo (ED), espaçamento falho (EF), estande inicial (EI) e estande final (EF).

FV	PS	NDE	EA	ED	EF	EI	EF
Velocidade (V)	2,732 ^{ns}	4,789 [*]	5,399 [*]	0,213 ^{ns}	5,008 [*]	5,376 [*]	1,459 ^{ns}
Profundidade (P)	18,00 [*]	0,005 ^{ns}	4,904 [*]	1,625 ^{ns}	4,393 [*]	0,178 ^{ns}	0,532 ^{ns}
V x P	0,511 ^{ns}	0,656 ^{ns}	0,567 ^{ns}	1,644 ^{ns}	1,160 ^{ns}	0,530 ^{ns}	0,704 ^{ns}
CV (%)	11,16	4,36	9,59	14,41	14,50	4,47	4,81

FV: Fonte de variação; CV: Coeficiente de variação; *: Significativo pelo Teste F a 5% de probabilidade; ^{ns}: Não significativo pelo Teste F a 5% de probabilidade. Fonte: Autores.

As diferentes velocidades de semeadura apresentaram comportamento quadrático para a variável número de dias de emergência (NDE) (Figura 1). Fazendo um estudo da função, observa-se que a resposta máxima para o NDE ocorreu na velocidade de 6,4 km h⁻¹. Esse resultado difere dos obtidos por Rinaldi et al. (2010), que estudando a influência da profundidade de adubação e da velocidade de semeadura no estabelecimento inicial da cultura do feijão, verificaram que o NDE não é influenciado pela velocidade de deslocamento. Branquinho et al. (2004) também não observaram influência da velocidade no número médio de dias para a emergência de plântulas de soja.

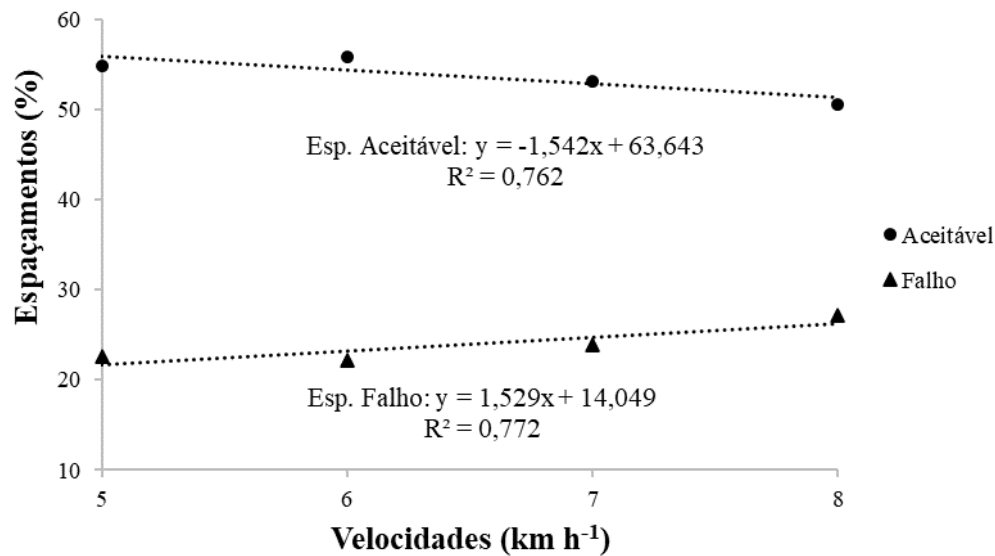
Figura 1. Número de dias para emergência da soja semeada em diferentes velocidades.



Fonte: Autores.

Para espaçamento aceitável em função das velocidades (Figura 2), verifica-se que houve ajuste linear decrescente, onde à medida que se elevou a velocidade de 5 para 8 km h⁻¹, os valores para esse atributo tenderam a decair. Esse resultado corrobora com os obtidos por Jasper et al. (2011) e Reynaldo et al. (2016), em estudos sobre a influência da velocidade da semeadura na cultura da soja, no qual observaram que o incremento da velocidade provoca aumento dos espaçamentos múltiplos e redução dos aceitáveis. Por outro lado, Furlani et al. (2010) e Castela Júnior et al. (2014) não observaram interferência desse fator na distribuição longitudinal de sementes de soja.

Figura 2. Porcentagens de espaçamentos aceitáveis e falhos para soja semeada em diferentes velocidades.



Fonte: Autores.

Os percentuais de espaçamento aceitável obtidos foram 54,88; 55,81; 53,17 e 50,62%, respectivamente para as velocidades 5, 6, 7 e 8 km h⁻¹. Coelho (1996) estabeleceu limites para certificação de semeadoras-adubadoras, considerando que valores acima de 60% para espaçamentos aceitáveis estariam dentro da faixa desejada. Nesse contexto, verifica-se que todos os tratamentos avaliados apresentaram valores de espaçamentos aceitáveis abaixo desse percentual, corroborando com Furlani et al. (2010), que também observaram baixos valores de espaçamentos aceitáveis ao estudar três velocidades de deslocamento de uma semeadora-adubadora (4,0; 5,0 e 6,0 km h⁻¹), na semeadura da soja em sistema plantio direto. Os mesmos autores afirmam que não se pode inferir que esse resultado obtido esteja associado somente à máquina, uma vez que não foi avaliada a porcentagem de germinação das sementes utilizadas.

Ainda na Figura 2, verifica-se que o espaçamento falho apresentou comportamento linear crescente, tendendo os valores desse atributo a se elevarem com o aumento da velocidade. A porcentagem de variação de espaçamentos falhos entre as velocidades foi mínima, variando de 22,64 a 27,19%, assemelhando-se aos valores encontrados por Reynaldo et al. (2016). Esses autores destacam a importância da regulagem das semeadoras, visando o aumento de eficiência, pois mesmo a cultura da soja tendo alta capacidade de plasticidade, ou seja, compensa os espaços vazios com aumento da área de cobertura da planta, ainda é muito alta a porcentagem de perda devido às falhas de semeadura.

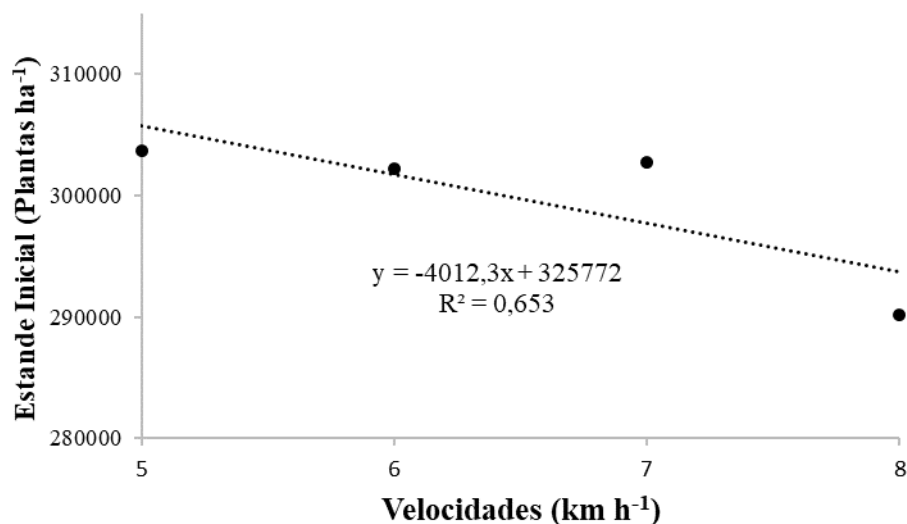
Tiesen et al. (2014), estudando a influência da velocidade de semeadura no cultivo de

soja, observaram aumento dos espaçamentos falhos entre plântulas quando se aumentou a velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado de 3 para 7 km h⁻¹. Reynaldo et al. (2016) avaliando a influência da velocidade de deslocamento na semeadura em relação à qualidade de distribuição longitudinal e a produtividade da soja e concluíram que o aumento da velocidade de operação também elevou os espaçamentos falhos.

Segundo Rinaldi et al. (2010), na distribuição longitudinal de plântulas, seria desejável que a ocorrência de espaçamentos duplos e falhos fosse nula ou próxima de zero, porém, a velocidade de deslocamento, o preenchimento dos alvéolos e a velocidade de queda das sementes contribuem para que ocorram irregularidades na distribuição das mesmas.

Para a variável estande inicial (Figura 3), o modelo de regressão ajustado foi o linear decrescente, no qual houve redução desse atributo com incremento da velocidade. Isso pode ser explicado pelo aumento da velocidade de deslocamento influenciar negativamente na regularidade de distribuição, o que aumenta a quantidade de espaçamentos falhos, fazendo assim com que ocorra redução do estande inicial. Esses resultados diferem dos obtidos por Furlani et al. (2010) em estudos com soja e Trogello et al. (2013) em estudos com a cultura do milho, no qual não observaram diferenças para velocidade no estande inicial.

Figura 3. Estande inicial de plantas para soja semeada em diferentes velocidades.



Fonte: Autores.

A Tabela 3 apresenta os valores médios dos atributos relacionados à distribuição longitudinal em função das profundidades de deposição do adubo. Verifica-se que a maior profundidade das sementes foi observada com o mecanismo sulcador a 18 cm, sendo que 9 e

15 cm não se diferiram. Esse resultado pode ser explicado pela maior mobilização do solo proporcionada pela haste sulcadora quando essa atua em maior profundidade, o que faz com que as sementes sejam depositadas mais profundas no sulco de semeadura.

Tabela 3. Profundidade das sementes (PS), espaçamento aceitável (EA) e espaçamento falho (EF) para soja semeada em diferentes profundidades de deposição do adubo.

Profundidade	PS (cm)	EA (%)	EF (%)
9 cm	4,23 a	56,37 a	22,28 b
15 cm	4,51 a	53,80 a	23,79 b
18 cm	5,30 b	50,68 b	25,91 a

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Autores.

De acordo com Garcia et al. (2007) as sementes de soja devem ser semeadas a uma profundidade de 3 a 5 cm. No presente ensaio, os valores médios para esse atributo variaram de 4,23 a 5,30 cm. Segundo Weirich Neto et al. (2007), quanto maior a profundidade de deposição das sementes, maior a quantidade de energia requerida no processo de emergência, além de prejuízos causados por baixas temperaturas e baixos níveis de oxigênio. Por outro lado, quanto menor a profundidade, maior susceptibilidade da semente a estresses hídricos.

As diferentes profundidades de deposição do adubo afetaram significativamente os espaçamentos aceitáveis (Tabela 3), havendo redução dessa variável com o incremento da profundidade de deposição do adubo. Cortez et al. (2011) em estudos com soja, não observaram influência da profundidade do mecanismo sulcador na porcentagem de espaçamentos aceitáveis, falhos e duplos.

Nos espaçamentos falhos (Tabela 3), observa-se elevação dos valores para essa variável com o incremento da profundidade de aplicação do fertilizante. Esse resultado difere dos obtidos por Cortez et al. (2011), que não observaram diferença nos espaçamentos falhos quanto a diferentes profundidades da haste sulcadora de adubo. Rinaldi et al. (2010) também não verificaram influência desse fator na porcentagem de espaçamentos falhos.

Tabela 4 contém o resumo da análise de variância para componentes relacionados ao desempenho agrônômico da cultura. Verifica-se que altura de planta, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta e produtividade não foram influenciados pelas velocidades de deslocamento e profundidade de aplicação do adubo, bem como a interação

entre esses fatores não foi significativa.

Tabela 4. Resumo da análise de variância para altura de planta (AP), altura de inserção da primeira vagem (AI), número de vagens (NV), produtividade (PROD).

FV	AP	AI	NV	PROD
Velocidade (V)	3,877 ^{ns}	1,410 ^{ns}	0,919 ^{ns}	1,396 ^{ns}
Profundidade (P)	0,709 ^{ns}	3,023 ^{ns}	0,495 ^{ns}	1,774 ^{ns}
V x P	0,874 ^{ns}	1,409 ^{ns}	1,217 ^{ns}	2,081 ^{ns}
CV (%)	4,56	11,55	9,80	3,99

FV: Fonte de variação; CV: Coeficiente de variação; *: Significativo pelo Teste F a 5% de probabilidade; ^{ns}: Não significativo pelo Teste F a 5% de probabilidade. Fonte: Autores.

Os resultados encontrados corroboram com os obtidos por Jasper et al. (2011) que verificaram que os componentes de rendimento da cultura da soja não se alteraram com o aumento da velocidade de semeadura até 12 km h⁻¹ tanto para disco dosador alveolado horizontal, como pneumático. Furlani et al. (2010) também não observaram influência de diferentes velocidades de semeadura (4, 5 e 6 km h⁻¹) na produtividade da mesma cultura.

Por outro lado, Modolo et al. (2012), avaliando o efeito de diferentes sulcadores e velocidades de operação sobre parâmetros de qualidade de semeadura e componentes de produtividade da cultura da soja, verificaram que o aumento da velocidade de 3 para 7 km h⁻¹ reduziu a produtividade da cultura, tendo esse mesmo comportamento sido observado por Reynaldo et al. (2016). Tiesen et al. (2016), estudando a influência da velocidade de semeadura (3, 5, 7 e 9 km⁻¹) na cultura da soja, observaram que quando a semeadura foi realizada a 3 km h⁻¹, a soja demonstrou melhor desempenho para número de vagens por planta, número de grãos por vagem e produtividade.

Fantin et al. (2016) avaliando a qualidade da semeadura, os componentes de rendimento e a produtividade da cultura da soja implantada com diferentes velocidades de deslocamento do conjunto trator-semeadora, verificaram que o aumento da velocidade de 4 para 12 km h⁻¹ reduziu a altura das plantas, aumentou o número de vagens por planta e grãos por vagem e entre nós reprodutivos. Os mesmos autores também observaram maior produtividade da cultura na velocidade de 6,21 km h⁻¹.

Cortez et al. (2011), avaliando as características agrônômicas da soja semeada em sistema plantio direto em função das densidades de semeadura (15, 16 e 20 plantas metro⁻¹) e da profundidade de deposição do adubo (11, 14 e 17 cm), não observaram variação da altura

de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e produtividade para os dois fatores avaliados. Cortez et al. (2008) e Herzog et al. (2004) também não verificaram influência desse fator na produtividade de soja.

Rinaldi et al. (2009), estudando o efeito de diferentes velocidades de deslocamento e profundidades de aplicação do adubo na cultura do feijão, verificaram maior número de vagens quando o adubo foi aplicado a 10 cm. Ao mesmo tempo, os mesmos autores não observaram influência da profundidade de aplicação do fertilizante na produtividade da cultura.

O fato de os componentes de produtividade da soja não terem sido afetados pelos fatores estudados pode estar associado às boas condições climáticas encontrados durante a execução do experimento, o que garantiu um bom estabelecimento da cultura e por conseguinte desenvolvimento das plantas. Além disso, outro fator que pode ter influenciado é o solo, que estava bem estruturado fisicamente, não apresentando problemas de compactação.

4. Considerações Finais

A elevação da velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora-adubadora aumentou os espaçamentos falhos, reduziu os espaçamentos aceitáveis e o estande inicial.

A aplicação do adubo na profundidade de 18 cm reduziu os espaçamentos aceitáveis, aumentando os espaçamentos falhos e profundidade das sementes.

A altura de plantas e de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta e produtividade não foram afetados pelas velocidades de deslocamento e profundidades de deposição do adubo.

Como os componentes de produtividade da cultura não foram afetados, visando maior rendimento operacional e economia de combustível, nas condições estudadas, o processo de semeadura na soja pode ser realizado na velocidade de 8 km h⁻¹ e com o fertilizante sendo aplicado a 9 cm de profundidade.

Sugere-se, para trabalhos futuros, trabalhar com velocidades de deslocamento acima de 8 km h⁻¹.

Referências

- Alonço, A. S., Silveira, H. A. T., Bellé, M. P., Carpes, D. P., Machado, O. D. C. (2014). Influência de inclinação transversal e velocidade de operação sobre o desempenho de dosadores pneumáticos com sementes de soja. *Engenharia na agricultura*, 22(2), 119-127.
- Arcoverde, S. N. S., Cortez, J. W., Souza, C. M. A. (2017). Análise de capacidade do processo de semeadura da cultura do milho de segunda safra. *Nucleus*, 14(1), 165-176.
- Bottega, E. L., Braido, R., Piazzetta, H. V., Oliveira Neto, A. M., Guerra, N. (2014). Efeitos da profundidade e velocidade de semeadura na implantação da cultura do milho. *Pesquisa Agropecuária de Pernambuco*, 19(2), 74-78.
- Branquinho, K. B., Furlani, C. E. A., Lopes, A., Silva, R. P., Grotta, D. C. C., Borsatto, E. A. (2004). Desempenho de uma semeadora-adubadora direta, em função da velocidade de deslocamento e do tipo de manejo da biomassa da cultura de cobertura do solo. *Engenharia Agrícola*, 24(2), 374-380.
- Castela Junior, M. A., Oliveira, T. C., Figueiredo, Z. N., Samogim, E. M., Caldeira, D. S. A. (2014). Influência da velocidade da semeadora na semeadura direta da soja. *Enciclopédia Biosfera*, 10(19), 1199-1207.
- Coelho, J. L. D. Ensaio & certificação das máquinas para semeadura. In: Mialhe, L. G. (1996). Máquinas agrícolas: ensaio e certificação. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, Cap. 11, 551-70.
- Conab - Companhia Nacional de Abastecimento. (2020). Acompanhamento da safra brasileira de grãos, 2020. *Conab*, Brasília. Recuperado de <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>.
- Cortez, J. W., Furlani, C. E. A., Silva, R. P., Roman, R. A. A. (2011). Características agronômicas de la soya em función de las densidades de siembra y profundidad de deposición de abono. *Ceres*, 58(1), 62-68.

Damasceno, A. F. (2017). *Sistema dosador de sementes e velocidade de operação na semeadura direta de soja*. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, Brasil.

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.

Edmond, J. B., Drapala, W. J. (1958). The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seeds. *Proc. Amer. Soc. Hortic. Sci.*, 71, 428-434.

Embrapa - Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. (1997). *Manual e métodos de análise do solo*. (2a ed.), Rio de Janeiro: Embrapa.

Embrapa - Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. (3a ed.) Brasília: Embrapa.

Fantin, N. A. M., Meert, L., Hanel, A., Alencar, J. R. C. C., Petean, L. P. (2016). Componentes de produção e qualidade de semeadura de soja em função de diferentes velocidades do conjunto trator+semeadora. *Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science*, 9(3), 7-15.

Furlani, C. E. A., Pavan Júnior, A., Cortez, J. W., Silva, R. P., Grotta, D. C. C. (2010). Influência do manejo da cobertura vegetal e da velocidade de semeadura no estabelecimento da soja (*Glycine max*). *Engenharia na Agricultura*, 18(3), 227-233.

Garcia, A., Pípolo, A. E., Lopes, I. A. N., Portugal, F. A. F. (2007). *Instalação da lavoura de soja: Época, Cultivares, Espaçamento e População de Plantas*. Londrina: Embrapa Soja.

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.

Kurachi, S. A. H., Costa, J. A. S., Bernardi, J. A., Coelho, J. L. O., Silveira, G. M. (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

Modolo, A. J., Trogello, E., Pagliosa, E. S., Dallacort, R., Kolling, E. M., Sgarbossa, M. (2012). Seeding quality and soybean yields from using different furrowers and operation speeds. *Semina: Ciências Agrárias*, 33 (1), 3009-3016.

Pimentel-Gomes, F., Garcia. C. H. (2002). *Estatística aplicada a experimentos agronômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos*. Piracicaba: Fealq.

Reynaldo, E. F., Machado, T. M., Taubinger, L., Quadros, D. (2016). Influência da velocidade de deslocamento na distribuição de sementes e produtividade de soja. *Engenharia na Agricultura*, 24(1), 63-67.

Rinaldi, P. C. N., Fernandes, H. C., Teixeira, M. M., Cecon, P. R., Vieira, L. B. (2009). Profundidade de adubação e velocidade do conjunto trator-semeadora-adubadora na cultura do feijão. *Ceres*, 56(3), 249-255.

Rinaldi, P. C. N., Fernandes, H. C., Teixeira, M. M., Silveira, J. C. M., Magno Júnior, R. G. (2010). Influência da profundidade de adubação e da velocidade de uma semeadora no estabelecimento inicial da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.). *Engenharia na Agricultura*, 18(2), 123-130.

Silva, J. G., Kluthcouski, J., Silveira, P. M. (2000). Desempenho de uma semeadora-adubadora no estabelecimento e na produtividade da cultura do milho sob plantio direto. *Scientia Agrícola*, 57(1), 7-12.

Tiesen, C. M. A., Vale, W. G., Silva, A. F., Shiratsuchi, L. S., Silva, C., Rimoli, M. F. S. (2016). Influência da velocidade de semeadura no cultivo de soja. *Scientific Electronic Archives*, 9(5), 1-10.

Tourino, M. C. C., Rezende, P. M., Salvador, N. (2002). Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agrônômicas da soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37(8), 1071-1077.

Trogello, E., Modolo, A. J., Scarsi, M., Dallacort, R. (2013). Manejos de cobertura, mecanismos sulcadores e velocidades de operação sobre semeadura direta da cultura do milho. *Bragantia*, 72(1), 101-109.

Weirich Neto, P. H., Schimandei, A., Gimenez, L. M., Colet, M. J., Garbui, P. W. (2007). Profundidade de deposição de semente de milho na região dos campos gerais, Paraná. *Engenharia Agrícola*, 27, 782-786.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Rayan Fernandes Naves – 40%

Ariel Muncio Compagnon – 25%

Felipe José Barbosa Franco – 20%

Walter José Pereira Filho – 15%