



Desempenho operacional e distribuição longitudinal de sementes por semeadora de precisão submetida à diferentes calibrações do rodado

Tiago Pereira da Silva CORREIA^{1*}, Arthur Gabriel Caldas LOPES², Leandro Augusto Felix TAVARES³, Wesley Matheus Cordeiro Fulgêncio TAVEIRA¹, Paulo Roberto Arbex SILVA

¹Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil. (Orcid: *, 0000-0001-8665-0888)

²Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil. (Orcid: 0000-0002-3720-5320)

³Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Unaí, MG, Brasil.

(Orcid: 0000-0003-1983-1093)

⁴Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, Brasil. (Orcid: 0000-0003-2737-5788)

*E-mail: tiagocorreia@unb.br (Orcid: 0000-0001-6022-7280)

Recebido em 25/05/2020; Aceito em 27/10/2020; Publicado em 16/11/2020.

RESUMO: As regulagens da semeadora-adubadora são cruciais para a correta distribuição dos insumos, melhorando assim o desempenho operacional. O objetivo do trabalho foi avaliar a distribuição longitudinal de sementes e o desempenho operacional de uma semeadora-adubadora de precisão em função de diferentes pressões de insuflagem dos pneumáticos. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, sendo os tratamentos três pressões de insuflagem dos pneus (138, 241 e 345 kPa), repetidos em seis blocos, totalizando 18 parcelas de 60 m de comprimento e 4,5 m de largura cada. Realizou-se avaliações de consumo de combustível horário (Chc), velocidade operacional (V), deslizamento dos pneus (DP), capacidade de campo operacional (Cco), distância entre sementes (DES), coeficiente de variação do espaçamento entre sementes (CVes) e índice de precisão da distribuição (IP). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Os resultados indicaram maior Chc e DP pela pressão 345 kPa. Menor falha, dupla, CVes, e maior IP, foram obtidos pela pressão 241 kPa. Cco não diferiu. Salienta-se que para cada tipo de máquina e condição de superfície do solo, seja necessário o refinamento da pressão dos pneus e regulagens da máquina.

Palavras-chave: pressão; insuflagem; consumo de combustível; patinagem; plantabilidade.

Operational performance and longitudinal distribution of seeds by precision seeder submitted to different calibrations of the wheel

ABSTRACT: The settings of the seeder-fertilizer are crucial for the correct distribution of inputs, thus improving operational performance. The objective of the work was to evaluate the longitudinal distribution of seeds and the operational performance of a precision seed drill-fertilizer in function of different tire insufflation pressures. The experimental design used was randomized blocks, with three tire insufflation pressures from the seeder-fertilizer (138, 241 and 345 kPa), repeated in six blocks, totaling 18 plots of 60 m long and 4.5 m wide each. Hourly fuel consumption (Chc), operational speed (V), tire slip (DP), operational field capacity (Cco), distance between seeds (DES), variation coefficient of spacing between seeds were performed (CVes) and distribution accuracy index (IP). The data were subjected to analysis of variance and the means compared by the Tukey test ($P \leq 0.05$). The results indicated higher Chc and DP by the 345 kPa pressure. Minor failure, double, CVes, and higher IP, were obtained by pressure 241 kPa. Cco did not differ. It should be noted that for each type of machine and soil surface condition, refinement of tire pressure and machine adjustments is necessary.

Keywords: pressure; insufflation; fuel consumption; skating; plantability.

1. INTRODUÇÃO

Para melhores resultados de produtividade e rentabilidade com culturas graníferas o aprimoramento da operação de semeadura se faz cada vez mais necessário. Segundo Weirich Neto et al. (2015) e Arcoverde et al. (2016), compõe o aprimoramento de uma operação o seu planejamento, dimensionamento, regulagem da máquina, manutenção e conservação, capacitação e treinamento da equipe de colaboradores.

De acordo com ROS et al. (2011), na operação de semeadura a tecnologia deve refletir primordialmente a adequada distribuição longitudinal das sementes no sulco de

semeadura. Alonço et al. (2015), descrevem que se alguns fatores não forem seguidos com critério, como velocidade de deslocamento, escolha dos discos dosadores, reparo e manutenção de componente, sementes certificadas, mecanismo sulcador apropriado, profundidade de deposição dos insumos, entre outros, podem interferir diretamente na distribuição longitudinal de sementes. E além desses, Amorim et al. (2019) destacam o fator pressão de insuflagem dos pneus da semeadora-adubadora.

Segundo Melo et al. (2013), os pneus das semeadoras-adubadoras desempenham função fundamental na tração, especialmente em máquinas cujo movimento do sistema de

transmissão ocorre por ação das revoluções dos pneus na terra, podendo ser influenciado por efeito de deslizamento (arraste), tração, diâmetro dos rodados e carga sobre eles. Garcia et al. (2011), afirmam que o aumento da patinação ou deslizamento da roda motriz da semeadora podem acarretar falhas e duplas na distribuição longitudinal das sementes, devido retardar, ou até mesmo interromper, a rotação do sistema de transmissão e mecanismos dosadores da máquina.

Avaliando uma semeadora-adubadora de fluxo contínuo, Amorim et al. (2019) verificaram que dentre as pressões internas dos pneus estudadas, a menor (138 kPa) proporcionou menor consumo de combustível e patinação da semeadora. No trator agrícola, Jadoski et al. (2016) esclarecem que a pressão interna dos pneus pode influenciar no desempenho operacional, com redução na capacidade de trabalho e aumento do consumo de combustível. Feitosa et al. (2015) descrevem que a calibragem dos pneus pode ocasionar mudanças na patinação e avanço cinemático dos rodados, influenciando o trabalho no campo.

No sentido de investigação do comportamento operacional da semeadora-adubadora em função da pressão de insuflagem dos pneus, o objetivo do trabalho foi avaliar a distribuição longitudinal de sementes e desempenho operacional em função de diferentes pressões de insuflagem dos pneus.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em campo experimental do Laboratório de máquinas e mecanização agrícola da Fazenda Experimental Água limpa - Lamagri / FAL, pertencentes a Universidade de Brasília. A gleba utilizada está localizada sobre as coordenadas geográficas 15°56'45"S e 47°55'58"W, com altitude média de 1.080 m.

O solo no experimento foi classificado por Papa et al. (2011) como Latossolos Vermelho-Amarelos (LVA) de textura argilosa. Conforme classificação de Köpen o clima da região é do tipo Aw, caracterizado por duas estações bem definidas, uma quente e chuvosa, que ocorre de outubro a abril, e outra fria e seca, de maio a setembro.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, sendo os tratamentos três pressões de insuflagem dos pneus da semeadora-adubadora (138, 241 e 345 kPa, equivalentes a 20, 35 e 50 psi), repetidos em seis blocos, totalizando 18 parcelas experimentais de 60 m de comprimento e 4,5 m de largura cada.

A semeadora-adubadora utilizada foi a modelo JM3060 PD, equipada com sete unidades pantográficas de semeadura espaçadas em 0,5 m, mecanismo dosador de sementes de disco horizontal, mecanismos sulcadores de disco duplo desencontrado 15" para adubo e 14" para sementes, disco liso 17" de corte de palha, rodas compactadora em "V", máquina vazia com peso de 2.930 kg, depósitos para sementes e adubo com capacidade para 290 e 750 kg respectivamente, e duas rodas de terra montadas com pneus modelo agrícola/militar BL, medidas 6.50-16 (0,1592 m de largura e 0,4064 m de diâmetro do aro da roda), 0,1645 m de largura da seção sem carga, 0,727 m de diâmetro externo, 10 lonas, câmara CA15/16 e pressão interna máxima recomendada de 60 psi (413,68 kPa) e capacidade de carga de 1.100 kg. Com 50% de carga de fertilizante e sementes sobre a máquina (375 e 145 kg respectivamente), conforme recomendam ABNT (1994) e Mialhe (1996), os pneus

atingiram 691,9; 676,2 e 654,9 mm de diâmetro externo, medidos com trena graduada em 0,001 m.

A máquina foi tracionada em preparo convencional do solo pela barra de tração de um trator modelo MF297 4 x 2 TDA, com 88,25 kW (120cv) de potência e 451 Nm de torque no motor. O consumo de combustível do trator na operação de semeadura foi aferido com fluxômetro digital modelo YF-B7, precisão 0,01 mL, conforme metodologia descrita por Amorim et al. (2019).

A capacidade de campo operacional (Cco) foi determinada utilizando metodologia consolidada proposta por Mialhe (1974), considerando a largura e velocidade efetiva de trabalho do conjunto mecanizado, e eficiência operacional de 49,2%, essa obtida conforme metodologia descrita por Silveira et al. (2006), que considera o tempo total da máquina em campo e o tempo efetivamente semeando. A velocidade foi obtida pelo quociente do comprimento da parcela dividido pelo tempo demandado e cronometrado para a semeadura da mesma. A largura foi dada pela distância entre o primeiro e sétimo sulco de semeadura da parcela, sendo de 3,5 m.

O deslizamento dos pneus da semeadora-adubadora na terra foi determinado pela Equação 1, adaptada da metodologia proposta por Amorim et al. (2019).

$$DP = \left[\frac{(N \times P) - Cp}{N \times P} \right] \times 100 \quad (01)$$

em que: DP = deslizamento dos rodados de terra da semeadora, em %; N = n° de voltas do rodado da semeadora; P = perímetro do rodado da semeadora; Cp = Comprimento da parcela, em metros.

As sementes utilizadas foram do milho híbrido AG1051, cuja população de plantas recomenda é de 65000 plantas h⁻¹, o equivalente a densidade de semeadura de 3,25 sementes m⁻¹. A precisão da distribuição longitudinal de sementes foi determinada aos 15 dias após a semeadura, considerando a distância entre 170 plântulas de cada uma das duas fileiras centrais de cada parcela. A regularidade foi dada pelo coeficiente de variação dos espaçamentos entre plantas amostrados, através da Equação 2 proposta por Kurachi et al. (1989) e Mahl et al. (2004).

$$CVes = \frac{St}{X} \times 100 \quad (02)$$

em que: CVes = coeficiente de variação dos espaçamentos entre sementes, em %; St = desvio padrão de todos os espaçamentos entre sementes, em cm; X = média de todos os espaçamentos entre sementes, em cm.

O índice de precisão da distribuição longitudinal pela semeadora-adubadora correspondeu à relação entre o desvio-padrão dos espaçamentos aceitáveis, conforme classificação consolidada de espaçamentos proposta por Kurachi et al. (1989), e o espaçamento de referência desejado, calculado pela Equação 3.

$$IP = \frac{Sa}{Xref} \times 100 \quad (03)$$

em que: IP = índice de precisão da distribuição longitudinal de sementes; Sa = desvio padrão dos espaçamentos aceitáveis entre sementes, em cm; Xref = espaçamento de referência desejado entre sementes, 30,7 cm.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância estatística pelo teste F e as regressões comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Determinaram-se, também, os coeficientes de variação.

3. RESULTADOS

Os resumos resultados da análise de variância são apresentados na Tabela 1, onde pode-se observar que as variáveis Chc, DP, DES, CVes e IP diferiram significativamente em função da pressão de inflação dos pneus da semeadora-adubadora, e as variáveis V e Cco não diferiram estatisticamente.

Conforme Figura 1A o Chc é crescente em função do aumento da pressão de insuflagem dos pneus da semeadora-adubadora, sendo de 12,7 L h⁻¹ na pressão 50 psi, consumo 11,1 e 8,3% superior às pressões 20 e 35 psi respectivamente. Entre 20 e 35 psi o Chc não diferiu, sendo obtida média de 11,47 L h⁻¹.

Em se tratando de DP, o índice demonstrou crescimento a partir do aumento da pressão de insuflagem dos pneus. Na pressão de 50 psi o DP obtido foi de 3,8%, sendo 39,6 e 33,4% maior que nas pressões de 20 e 35 psi respectivamente.

V e Cco não diferiram em função das pressões de insuflagem dos pneus da semeadora-adubadora, sendo obtidas médias de 4,71 km h⁻¹ e 0,8 ha h⁻¹ respectivamente.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as variáveis consumo horário de combustível (Chc), velocidade operacional (V), deslizamento dos rodados da semeadora (DP), capacidade de campo operacional (Cco), distância entre sementes (DES), coeficiente de variação do espaçamento entre sementes (CVes), falhas, duplas e índice de precisão da distribuição de sementes (IP).

Table 1. Summary of the analysis of variance for the variables hourly fuel consumption (Chc), operating speed (V), sliding of the sowing wheels (DS), operational field capacity (Cco), distance between seeds (DES), seed spacing variation coefficient (CVes), fault, doubles and precision index of seed distribution (IP).

Informações	Anova				
	Desempenho operacional				
	Chc	V	DP	Cco	
Teste F	31,26**	0,88 ^{NS}	40,64**	1,04 ^{NS}	
CV (%)	2,70	2,01	10,79	4,27	
DMS (5%)	0,481	0,142	0,469	0,051	
EP	0,131	0,038	0,127	0,013	
DP	0,321	0,095	0,313	0,034	
Média geral	11,88	4,71	2,9	0,80	
	Distribuição longitudinal de sementes				
	DES	CVes	IP	Falhas	Duplas
	Teste F	9,97*	18,08*	17,47*	924,95*
CV (%)	21,83	18,26	5,45	5,22	11,98
DMS (5%)	1,873	6,905	8,504	0,429	0,492
EP	0,560	1,74	2,153	0,116	0,134
Dp	7,348	3,49	4,31	0,286	0,328
Média geral	33,67	19,14	79,02	5,47	2,74

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). ^{NS}não significativo. CV = coeficiente de variação. DMS = diferença mínima significativa. EP = erro padrão. Dp = desvio padrão.

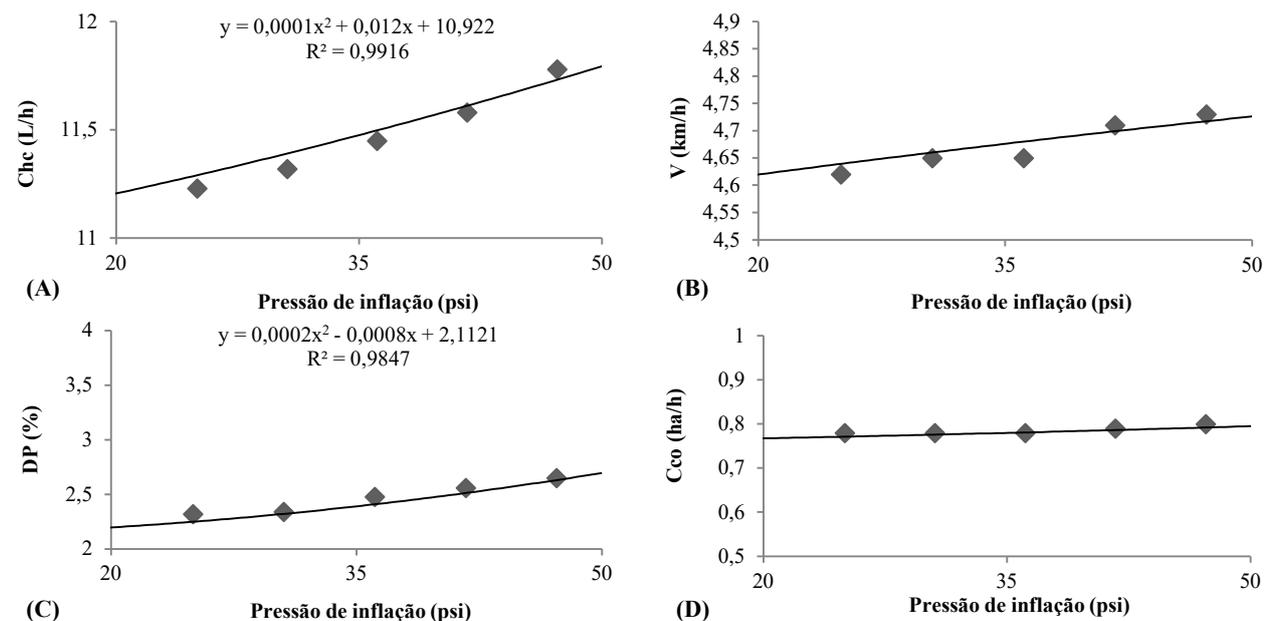


Figura 1. A) Consumo horário de combustível (Chc); B) Velocidade operacional (V); C) Deslizamento dos rodados da semeadora-adubadora (DP); D) Capacidade de campo operacional (Cco).

Figure 1. A) Hourly fuel consumption (Chc); B) Operating speed (V); C) Sliding of the wheels of the seeder-fertilizer (DP); D) Operational field capacity (Cco).

Os resultados de distribuição longitudinal de sementes são apresentados na Figura 2 A, B e C. Pressão 35 psi apresentou DES mais próximo do desejável, sendo 5,6 e 10,1% menor que nas pressões 20 e 50 psi respectivamente.

Os resultados de CVes indicam menor variação do espaçamento entre sementes na pressão 35 psi, sendo 49,7 e 56,9% menor que 20 e 50 psi respectivamente.

Em se tratando de falhas, cujos espaçamentos entre sementes maiores que 1,5 vezes o espaçamento desejado, e

duplas, cujos espaçamentos entre sementes menores que 0,5 vezes o espaçamento desejado, os menores índices foram obtidos na pressão de insuflagem 35 psi. Nela as falhas foram 70,4 e 80,2% menor que 20 e 50 psi respectivamente, e duplas foi 60,2 e 71,5 % menor.

A precisão da distribuição longitudinal de sementes, dada pelo IP, foi maior na pressão de 35 psi, sendo 16,7% superior à média entre 20 e 50 psi.

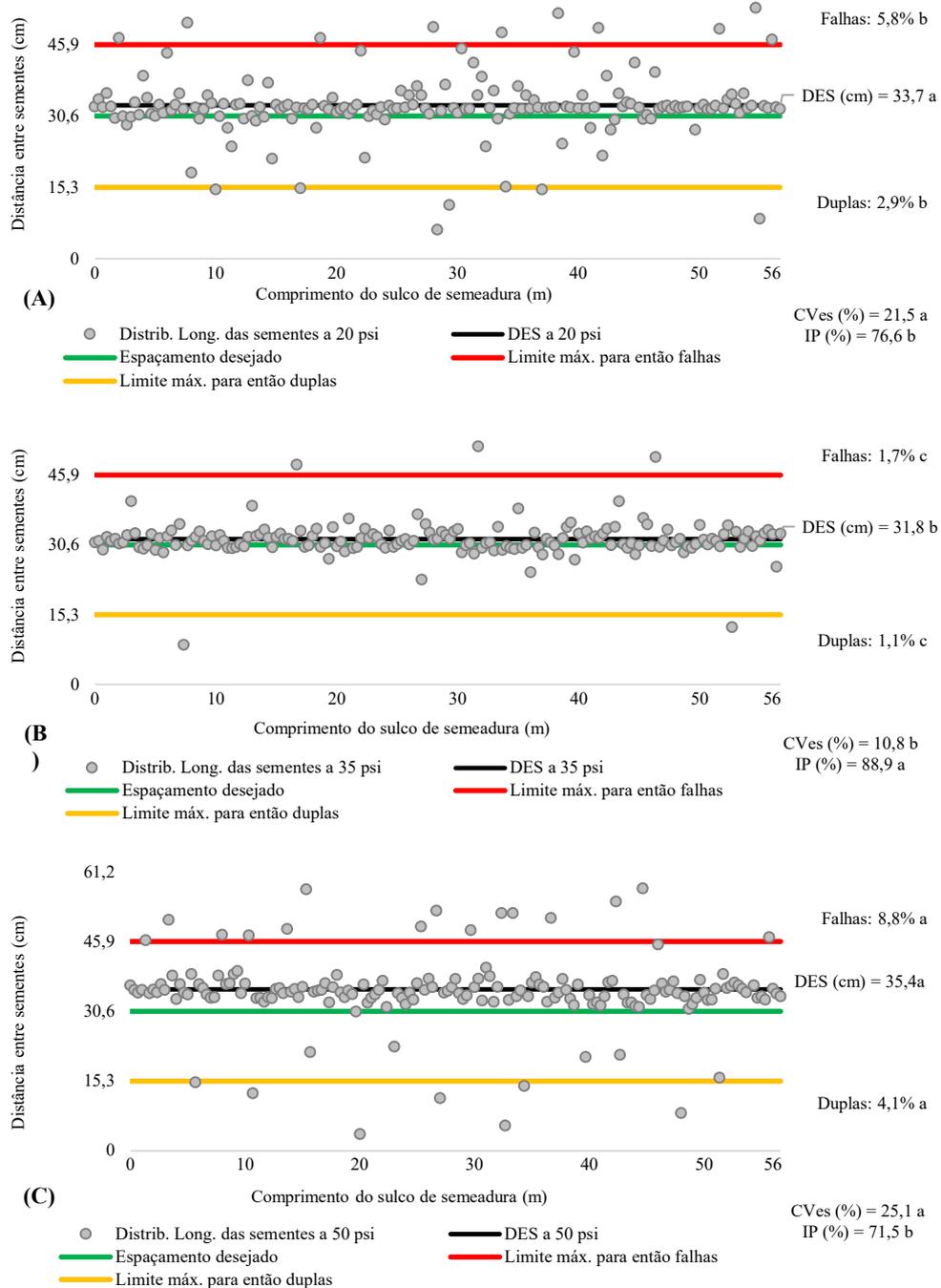


Figura 2. Médias de distância entre sementes (DES), coeficiente de variação do espaçamento entre sementes (CVes), falhas, duplas e índice de precisão (IP) da distribuídas longitudinal de sementes em função da pressão de insuflagem dos rodados da semeadora-adubadora a 20 psi (A), 35 psi (B) e 50 psi (C).

Figure 2. Mean distance between seeds (DES), coefficient of variation of spacing between seeds (CVes), fault, doublés and precision index (IP) of the longitudinal seed distribution as a function of the insuflation pressure of the sowing-fertilizer wheels at 20 psi (A), 35 psi (B) and 50 psi (C).

4. DISCUSSÃO

Ao analisar os resultados nota-se que o desempenho operacional da semeadora-adubadora é diretamente influenciado pela pressão de insuflagem dos pneus da máquina, sobretudo o consumo horário de combustível, deslizamento dos rodados e distribuição longitudinal de sementes, não havendo prejuízos significativos à velocidade e capacidade de campo operacional. É possível compreender que a pressão de insuflagem dos pneus desencadeia um efeito “dominó” no desempenho da máquina, influenciando o deslizamento dos rodados, que influencia a distribuição longitudinal de sementes e o consumo horário de combustível.

Os efeitos da maior pressão de insuflagem dos pneus (50 psi) sobre deslizamento dos rodados da semeadora-adubadora podem ser compreendidos devido a banda de rodagem sofrer expansão e adquirir formato de bulbo (ovalado), reduzindo a largura e área de contato da mesma com o solo, possibilitando que ocorra o aumento do deslizamento (arraste por patinação negativa) dos rodados, sobre tudo em solo com preparo convencional, cuja resistência ao rolamento é naturalmente maior.

Complementarmente a discussão e corroborando com Amorim et al. (2019), o aumento do deslizamento dos rodados da semeadora-adubadora na maior pressão de insuflagem pode estar associado também a uma pequena resistência mecânica ao movimento do sistema de transmissão da máquina. Com a maior pressão de insuflagem e possível menor área de contato e aderência dos rodados, a resistência aos movimentos da relação de transmissão entre rodados, engrenagens, catracas, correntes e eixos da máquina tornam-se suficiente para reduzir o rolamento dos pneus (recalque da velocidade de rolamento), induzindo-os ao deslizamento quando em efeito de tração pelo trator.

O resultado de deslizamento dos rodados corrobora com Albiero et al. (2012), que verificaram índice de 3,09% em uma adubadora-adubadora tracionada por um microtrator, sendo observada também a diminuição da dosagem de sementes pela menor revolução útil do rodado.

Amorim et al. (2019), obtiveram deslizamento crescente dos rodados em função do aumento da pressão de insuflagem dos mesmos, sendo de 5,6% na menor e 8,75% na maior pressão. Conforme os autores, quanto menor a pressão de insuflagem de um pneu sobre carga vertical constante, maior sua área de contato com o solo resultando em menor deslizamento e maior rolamento. Garcia et al. (2011) verificaram valores de patinação para semeadora-adubadora de 12,55 e 13,58% nas velocidades de deslocamento de 2,5 e 4,4 km h⁻¹, respectivamente.

A discussão sobre deslizamento dos rodados corrobora com Furlani et al. (2008) e Silveira et al. (2012), contudo, os autores não identificaram diferenças para deslizamento dos rodados da semeadora, podendo ser devido as dimensões dos pneus utilizados, carga sobre a semeadora-adubadora ou mesmo ao tipo e condição do solo.

A distribuição longitudinal de sementes com diferenças significativas para falhas, duplas e distância média entre sementes, em função das pressões de insuflagem dos pneus da semeadora-adubadora, ocorrem devido os rodados serem a fonte motriz de movimento para o acionamento do sistema de transmissão e mecanismos dosadores da máquina. Dessa

forma, e corroborando com Melo et al. (2013), maior deslizamentos dos rodados (verificado com aumento da pressão de insuflagem para 50 psi, Figura 1C) resulta menor número de revoluções dos mesmos no percurso e, conseqüentemente, menor velocidade tangencial dos discos dosadores de sementes, aumentando os índices de falhas e duplas na distribuição longitudinal de sementes (Figura 2C).

Além do aumento da pressão de insuflagem dos pneus desencadear falhas e duplas pelo aumento do deslizamento dos rodados da máquina, elas também podem ocorrer pelo aumento do diâmetro dos rodados. É possível compreender que com maior insuflagem a circunferência de rolamento dos pneus aumenta, dessa forma, se em mesma velocidade de deslocamento, torna-se menor a velocidade tangencial dos discos dosadores e maior a distância de deposição entre sementes, justificando maior índice de falhas e duplas. Se menor for a pressão de insuflagem dos pneus, tende-se a diminuir o diâmetro dos rodados, reduzindo a circunferência dos pneus e o rolamento no solo mobilizado (aumentando o arraste), retardando a rotação do sistema de transmissão e dosadores, ocasionando, também, maiores índices de falhas e duplas. A discussão corrobora com Furlani et al. (2008, que inclusive descrevem que o incremento de pressão no pneu pode aumentar até 1,3% sua circunferência de rolamento.

Maior consumo horário de combustível com maior pressão de insuflagem dos pneus da semeadora-adubadora pode ser compreendido devido ao maior deslizamento dos rodados (Figura 1C), ocorrido potencialmente pela maior resistência ao rolamento do preparo convencional do solo, o que pode ter exigido maior força de tração já que a velocidade operacional não diferiu. Borsato (2009) identificaram que o fator pressão dos pneus da semeadora ocasionou demanda de força de tração e consumo horário de combustível 4,9 e 3,4% maior, respectivamente, quando elevada a pressão de 379,2 para 517,1 kPa.

O resultado de consumo horário de combustível do trabalho corrobora com o obtido por Furlani et al. (2008), os autores identificaram consumo 55,3% maior quando aumentada a pressão de 414 para 517 kPa nos pneus da semeadora.

O aumento do consumo horário de combustível em função do aumento da pressão de insuflagem dos pneus da semeadora também foi verificado por Amorim et al. (2019), que avaliando uma semeadora-adubadora de fluxo contínuo verificaram consumo 20,9% maior conforme aumentada a pressão de insuflagem dos pneus da máquina para 165 kPa.

Contudo, em sistema plantio direto, Furlani et al. (2008), não identificaram diferenças para o consumo horário de combustível em função da pressão de insuflagem dos pneus da semeadora, sendo obtida média de 7,7 L h⁻¹.

Em termos de velocidade operacional (Figura 1B) ela não diferiram em função da pressão de insuflagem dos pneus devido operacionalmente não ter sido observada pelo operador a necessidade de troca de marchas do trator por uma possível queda de desempenho ao tracionar a semeadora-adubadora, sendo obtidas médias de 4,7 km h⁻¹ e 0,8 ha h⁻¹. Devido velocidade operacional não diferir a capacidade de campo operacional (Figura 1D) não diferiu e manteve a média de 0,8 ha h⁻¹, corroborando com Seki et al. (2012), que a capacidade operacional é função direta da velocidade, e com Furlani et al. (2008), que a pressão de

insuflagem dos rodados da semeadora não difere a capacidade operacional da operação de semeadura.

O resultado de capacidade de campo operacional (Cco) do trabalho se equiparam ao obtido por Amorim et al. (2019), cujas pressões de 138 e 165 kPa nos pneus de uma semeadora-adubadora não diferiram a Cco, sendo obtida média de 0,79 ha h⁻¹ em velocidade média de 5,2 km h⁻¹. A 6,3 km h⁻¹ Furlani et al. (2013) obtiveram Cco de 1,4 ha h⁻¹, média superior à obtida no presente trabalho. Em velocidade média de 5,3 km h⁻¹, Seki et al. (2012) verificaram Cco de 1,4 ha h⁻¹, e a 5,7 km h⁻¹, Zerbato et al. (2015) verificaram Cco de 1,5 ha h⁻¹. Valores superiores de Cco são justificados por maiores velocidades operacionais utilizadas pelos autores.

Sobre a distribuição longitudinal de sementes, Garcia et al. (2011) abordam que a velocidade de semeadura é o principal fator influenciador da qualidade, e que ela pode interferir diretamente no deslizamento dos rodados. Contudo, para as condições de realização do trabalho os efeitos da velocidade podem ser considerados desprezados para os resultados de distribuição das sementes, visto que não diferiram entre tratamentos e foram dentro do limite considerado ideal e consolidado pela literatura, de até 6 km h⁻¹ para disco horizontal. Sendo assim, os efeitos da pressão interna dos pneus da semeadora-adubadora na distribuição longitudinal das sementes de milho ocorrem primordialmente em função do deslizamento e diâmetro dos rodados, conforme esclarece Albiero et al. (2012) e Melo et al. (2013).

Os resultados de falhas, duplas, distância entre sementes (DES) e coeficiente de variação do espaçamento entre sementes (CVes) ocorrem por essa razão, pois as pressões de insuflagem diferiram o deslizamento dos rodados, sendo maior o deslizamento quando maior a pressão e, quando foi menor a pressão foi observado menor diâmetro dos pneus. Maior deslizamento dos rodados por maior pressão é compreendido pelo mesmo contexto descrito por Amorim et al. (2019), em que é prejudicada a relação entre contato e aderência da banda de rodagem com a superfície do solo. Maior pressão pode proporcionar menor contato com o solo, que quando tracionado pode resultar menor rolamento e maior deslizamento (arraste) do rodado.

Associado a isso, Furlani et al. (2008) esclarecem que os mecanismos dosadores de sementes são acionados pelo rolamento dos rodados da semeadora-adubadora, sendo o deslizamento um fator direto para alterar reduzindo sua eficiência na distribuição longitudinal de sementes. Se maior deslizamento possivelmente menor será o rolamento e a rotação dos discos dosadores, assim, pode-se compreender os resultados de maior porcentagem de falhas, duplas, DES e CVes.

A pressão intermediária (35 psi) possibilitou menor porcentagem de falhas, duplas, DES e CVes, pois nela foi verificado menor deslizamento dos rodados, conseqüentemente foi maior o rolamento. É importante alertar que a melhor pressão de insuflagem para distribuição longitudinal de sementes e economia de combustível pode sofrer diferença à verificada no trabalho, principalmente devido a variação das condições de campo e máquinas existente entre propriedades e regiões. A pressão de insuflagem ideal pode diferir pelo tipo de pneu, superfície do solo, velocidade de deslocamento, carga sobre a semeadora-adubadora, tamanho dela (peso e número de linhas) e forma

de acionamento dos mecanismos dosadores (mecânico, elétrico ou hidráulico).

Principalmente o deslizamento dos rodados e o coeficiente de variação do espaçamento entre sementes, apresentam-se como variáveis bases para identificação da pressão mais adequada dos rodados da semeadora-adubadora, menores valores delas possibilitam menos falhas e duplas na distribuição longitudinal de sementes. Bom parâmetro para início de um teste com pressões são as recomendações do fabricante do pneu e da máquina, a falta ou excesso de pressão nos pneus, ou mesmo pneus impróprios, pode influenciar não somente o deslizamento e distribuição das sementes, mas também a vida útil dos pneus e componentes da máquina, a estabilidade do conjunto mecanizado em terrenos ondulados e manobras, e nos efeitos à aspectos físicos do solo como compactação.

Confirmando a influência da DP na distribuição de sementes, maior DES, CVes, falhas e duplas foram obtidas na maior pressão, conforme distribuição desuniforme indicada na Figura 1C. Embora a menor pressão de insuflagem tenha apresentado deslizamento dos rodados equivalente à pressão intermediária, a distância entre sementes, falhas, duplas e o coeficiente de variação do espaçamento entre sementes aumentaram, possivelmente devido a observada redução de 72,1 mm do diâmetro original dos rodados, influenciando o número de revoluções dos rodados e conseqüentemente o acionamento do sistema de transmissão da semeadora-adubadora e seus mecanismos dosadores. A discussão corrobora com Furlani et al. (2008), ao citarem que o incremento de pressão nos pneus gerou aumento de até 1,3% na circunferência de rolamento, pois houve aumento do raio dos pneus.

Considerando o limite aceitável do coeficiente de variação utilizado por Albiero et al. (2012), de 30%, os resultados de CVes da menor e maior pressão de insuflagem não o extrapolaram. Ainda assim é importante salientar que falhas e duplas ocorreram em maior porcentagem, podendo desencadear prejuízos à produtividade de grãos.

Os resultados de CVes, falhas e duplas obtidos divergem dos verificados por Santos et al. (2011), que na semeadura de milho em plantio direto e velocidade de 4,5 km h⁻¹, obtiveram CVes de 16,2%, 6,6% de duplas e 19,8% de falhas. Divergem também dos resultados de 33% de CVes, 14,3% de falhas e 18,4% de duplas obtidos por Alonço et al. (2015), e de 50,9% de CVes, 60,8% de falhas e 12,9% de duplas obtidos por Ramos et al. (2008). Contudo, a 50 psi de pressão os resultados de CVes e falhas foram similares ao obtidos por Mahl et al. (2004), sendo de 9,6% de falhas e 29,9% de CVes.

O índice de precisão (IP) da distribuição de sementes pela semeadora-adubadora e seus mecanismos dosadores, pode ser encarado como o resultado geral das variáveis DES e CVes. O IP foi superior devido ser menor o desvio padrão dos espaçamentos aceitáveis entre sementes (entre 15,3 e 45,9 cm), refletido na pressão intermediária, cuja apresentou menor DES e CVes. Alonço et al. (2015) verificaram precisão média de 75 e 80% na semeadura de algodão e girassol respectivamente, ambas a 5 km h⁻¹.

5. CONCLUSÕES

A maior pressão de insuflagem dos pneus da semeadora-adubadora causa maior consumo horário de combustível e deslizamento dos seus pneus. A pressão 241 kPa (35 psi) proporciona menor índice de falhas, duplas e coeficiente de

variação da distância entre sementes, e maior precisão da distribuição longitudinal de sementes depositadas.

As pressões de insuflagem estudadas não influenciam a velocidade e capacidade de campo operacional da semeadura.

6. AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal -FAPDF.

7. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.

Projeto de norma 04: 015.06-004: semeadora de precisão: ensaio de laboratório: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1994. 7p.

ALBIERO, D.; MACIEL, A. J. S.; MILAN, M.; MONTEIRO, L. A.; MION, R. L. Avaliação da distribuição de sementes por uma semeadora de anel interno rotativo utilizando média móvel exponencial. **Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 01, p. 86-95, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902012000100011>

ALONÇO, A. S.; DA SILVEIRA, H. A. T.; CARDINAL, K. M.; RIST, G. P. Distribuição longitudinal de sementes de algodão e girassol com diferentes velocidades e inclinações em dosadores pneumáticos. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 16, n. 2, p. 63-70, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v16i2.41050>

AMORIM, M. Q.; NICOLAU, F. E. A.; MENDONÇA, C. A.; SANTOS, P. R. A.; CHIODEROLI, C. A. Desempenho operacional do conjunto trator semeadora adubadora de fluxo contínuo em função de pressão de inflação dos rodados e velocidade de deslocamento. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 34, n. 2, p. 152-161, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.17224/EnergAgric.2019v34n2p152-161>

ARCOVERDE, S. N. S.; SOUZA, C. M. A.; CORTEZ, J. W.; GUAZINA, R. A.; MACIAK, P. A. G. Qualidade do processo de semeadura da cultura do milho de segunda safra. **Engenharia na agricultura**, Viçosa, v. 25, n. 5, p. 383-392, 2016. DOI: <https://doi.org/10.13083/reveng.v24i5.709>

BORSATO, E. A. **Desempenho de uma semeadora de precisão em latossolo vermelho: pressão de inflação do pneu de acionamento x manejo de plantas de cobertura**. 2009. xiii, 97 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2009. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/100860>>.

FEITOSA, J. R.; FERNANDES, H. C.; TEIXEIRA, M. M.; CECON, P. R. Influência da pressão interna dos pneus e da velocidade de deslocamento nos parâmetros operacionais de um trator agrícola e nas propriedades físicas do solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 35, n. 1, p. 117-127, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v35n1p117-127/2015>

FURLANI, C. E. A.; CANOVA, R.; CAVICHIOLI, F. A.; BERTONHA, R. S.; SILVA, R. P. Demanda energética por semeadora-adubadora em função da haste sulcadora na semeadura de milho. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n.

6, p. 885-889, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2013000600017>

FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P.; CARVALHO FILHO, A.; CORTEZ, J. W.; GROTTA, D. C. C. Semeadora-adubadora: exigências em função do preparo do solo, da pressão de inflação do pneu e da velocidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 345-352, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000100032>

GARCIA, R. F.; VALE, W. G.; OLIVEIRA, M. T. R.; PEREIRA, E. M.; AMIM, R. T.; BRAGA, T. C. Influência da velocidade de deslocamento no desempenho de uma semeadora-adubadora de precisão no Norte Fluminense. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 3, p. 417-422, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v33i3.6085>

JADOSKI, G. S.; PINHEIRO, T. D.; SANTOS JÚNIOR, P. DA S.; RODRIGUES, F. R. M. Influência das características do pneu na performance do trator. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, Guarapuava, v. 9, n. 2, p. 115-120, 2016. DOI: [10.5935/PAET.V9.N2.13](https://doi.org/10.5935/PAET.V9.N2.13)

KURACHI, S. A. H.; COSTA, J. A. S.; BERNARDI, J. A.; COELHO, J. L. D.; SILVEIRA, G. M. Avaliação tecnológica de semeadoras e/ou adubadoras: tratamento de dados de ensaios e regularidade de distribuição longitudinal de sementes. **Bragantia**, Campinas, v. 48, n. 2, p. 249-262, 1989. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0006-87051989000200011>

MAHL, D.; GAMERO, C. A.; BENEZ, S. H.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, A. R. B. Demanda energética da distribuição de sementes de milho sob variação de velocidade e condição de solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 150-157, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-69162004000100017>

MELO, R. P.; ALBIERO, D.; MONTEIRO, L. A.; SOUZA, F. H.; SILVA, J. G. Qualidade na distribuição de sementes de milho em semeadoras em um solo cearense. **Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 1, p. 94-101, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902013000100012>

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

MIALHE, L. G. **Máquinas agrícolas: ensaios & certificação**. Piracicaba: FEALQ, 1996. 723p.

PAPA, R. A.; LACERDA, M. P. C.; CAMPOS, P. M.; GOEDERT, W. J.; RAMOS, M. L. G.; KATO, E. Qualidade de latossolos vermelhos e vermelho-amarelos sob vegetação nativa de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 4, p. 564-571, 2011. DOI: <https://doi.org/10.5216/pat.v41i4.13234>

RAMOS, N. P.; GALLI, J. A.; AMORIM, E. P.; SILVA, M. R.; MARTINS, A. L. M. Semeadura do híbrido Lyra de mamona (*Ricinus communis* L.) sob plantio direto. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 481-486, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542008000200021>

RAPER, R. L.; A.C. BAILEY, A. C.; BURT, E. C.; WAY, T. R.; LIBERATI, P. **Inflation pressure and dynamic load effects on soil deformation and soil-tire interface stresses**. Incline Village: ASAE Paper nº 931517, 1993. 14p.

- ROS, V. V.; SOUZA, C. M. A.; VITORINO, A. C. T.; RAFULL, L. Z. L. Oxisol resistance to penetration in no-till system after sowing. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 6, p. 1104-1114, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162011000600008>
- SANTOS, A. J. M.; GAMERO, C. A.; OLIVEIRA, R. B.; VILLEN, A. C. Análise espacial da distribuição longitudinal de sementes de milho em uma semeadora-adubadora de precisão. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 1, p. 16-23, 2011.
- SEKI, A. S.; BENEZ, S. H.; SILVA, P. R. A. Desempenho operacional de semeadora e produtividade de milho em plantio direto e cultivo mínimo. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 27, n. 1, p. 1-18, 2012. DOI: <https://doi.org/10.17224/EnergAgric.2012v27n1p01-18>
- SILVEIRA, G. M.; YANAI, K.; KURACHI, S. A. H. Determinação da eficiência de campo de conjuntos de máquinas convencionais de preparo do solo, semeadura e cultivo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 220-224, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662006000100032>
- SILVEIRA, J. C. M.; FERNANDES, H. C.; LEITE, D. M.; TEIXEIRA, M. M.; FURTADO JÚNIOR, M. R. Avaliação da qualidade da semeadura direta do milho em função do aumento da velocidade de deslocamento e do escalonamento de marcha de um conjunto trator-semeadora-adubadora. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 20, n. 2, p. 95-103, 2012. DOI: <https://doi.org/10.13083/reveng.v20i2>
- WEIRICH NETO, P. H.; FORNARI, A. J.; JUSTINO, A.; GARCIA, L. C. Qualidade na semeadura do milho. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 35, n. 1, p. 171-179, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430>
- ZERBATO, C.; FURLANI, C. E. A.; ALMEIDA, R. F.; BERTONHA, R. S.; VOLTARELLI, M. A. Desempenho operacional do conjunto trator-semeadora-adubadora de amendoim em função da densidade de semeadura e tamanho das sementes. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 30, n. 2, p. 143-149, 2015. DOI: <https://doi.org/10.17224/EnergAgric.2015v30n2p143-149>