10.30612/agrarian.v12i46.9961

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Tráfego controlado de máquinas em comparação ao aleatório no desempenho de trator em semeadura

Controlled traffic of machines compared to random in tractor performance at sowing

Gilvan Moisés Bertollo[1], José Fernando Schlosser[2], Rovian Bertinatto[2], Marcelo Silveira de Farias[2], Alfran Tellechea Martini[2], Gustavo Oliveira dos Santos[2]

[1] Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR - Campus Santa Helena, Prolongamento da Rua Cerejeira, s/n, Santa Helena, PR, CEP 85892-000, e-mail: gilvanbertollo@yahoo.com.br. [2] Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, RS.

Recebido em: 30/10/2015 Aceito em:14/03/2017

Recebido em: 04/06/2019 Aceito em: 03/09/2019

Resumo - O deslocamento aleatório das máquinas pode gerar maior distância e tempo para executar as operações agrícolas, consumo de combustível, patinamento, além de dificultar a regulagem das semeadoras, principalmente na escolha do sulcador adequado. O objetivo foi avaliar o desempenho de um trator agrícola, tracionando semeadora com configurações de sulcadores, em área com tráfego de máquinas de forma controlada e aleatória, em diferentes intensidades. O trabalho foi desenvolvido no delineamento experimental de blocos casualizados 3 x 3, sendo três condições de tráfego (tráfego do trator; tráfego do trator e colhedora; tráfego de trator, colhedora e pulverizador) e três configurações de sulcadores (disco duplo; disco duplo nas linhas sem tráfego e haste no tráfego; disco duplo nas linhas sem tráfego e ausência de sulcador nas linhas de tráfego). As variáveis analisadas foram força de tração, potência na barra de tração, potência máxima, velocidade, patinamento das rodas motrizes, capacidade operacional e eficiência do motor. A área isenta de tráfego, em relação ao tráfego aleatório com uso de sulcadores disco duplo e disco duplo sem haste, oferecem menor capacidade operacional, maior potência fornecida pelo motor e utilização do motor. O patinamento das rodas motrizes do trator é menor no tráfego controlado de máquinas em relação ao tráfego aleatório com a utilização de disco duplo sem haste.

Palavras–chave: compactação, força de tração, linhas de tráfego, semeadora, sulcador

Abstract - The random displacement of the machines can generate greater distance and time to perform the agricultural operations, fuel consumption, skating, besides making difficult the regulation of the seeders, mainly in the choice of the suitable trencher. The objective was to evaluate the performance of an agricultural tractor, traction seeder with configurations of furrowers, in an area with random and controlled machine traffic at different intensities. The work was developed in experimental design the randomized 3 x 3 block, with traffic conditions (tractor traffic, tractor + harvester traffic, tractor traffic + harvester + sprayer) as well as three plow settings (double disk on all planting lines; double disk on the lines without traffic and ridge plow on those that receive traffic; and double disk on the lines without traffic and absence of plows on the lines with traffic). The variables analyzed were traction force, power in the traction bar, maximum power, speed, skidding of the driving wheels, operational capacity and efficiency of the engine. The traffic-free area, in relation to random traffic using double disk and double disk nozzles, offer lower operating capacity and greater power provided by the motor and the use of the motor. Tractor drive wheel skidding is lower in machine controlled traffic relative to random traffic with the use of a double disk without a stem.

Keywords: compactor, tractive power, traffic lines, seeder, forrower.

Introdução

O Brasil é um dos maiores produtores agrícolas mundiais, e durante a implantação, desenvolvimento e colheita das culturas, máquinas trafegam sobre o solo para realizar as operações agrícolas. O tráfego de máquinas de diferentes massas, em conjunto com a intensidade de passagens, pode interferir nos atributos físicos do solo de maneira que esses se tornem restritivos para o desenvolvimento radicular das plantas (Cortez et al., 2014).

O tráfego de máquinas agrícolas é apontado como a principal causa da compactação, intensificando-se pelo incremento no peso das

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

máquinas e implementos, e pela intensidade do uso do solo decorrentes do processo de modernização da agricultura (Berisso et al., 2013). Uma alternativa mecânica, para a redução de problemas originados pela compactação das áreas em sistema plantio direto, é o uso ou o aprofundamento da ação das hastes sulcadoras para deposição da adubação no momento da semeadura (Nunes et al., 2015). A operação no subsolo utilizando hastes influencia no aumento do patinamento das rodas motrizes e da demanda de energia do trator, requerendo elevada força de tração para trabalhar em maiores profundidades (Cepik et al., 2010).

No entanto, em solo com histórico de não compactação pelo tráfego de máquinas, o desempenho destas pode ser melhorado. Neste sentido, o sistema de tráfego controlado pode reduzir a demanda de tração de forma significativa, através da menor resistência ao rolamento dos pneus devido ao deslocamento em áreas trafegadas permanentemente, e menor exigência ao abrir o sulco em áreas com menor compactação ocupadas pelas áreas destinadas ao cultivo das plantas e sem tráfego das máquinas (Chen e Yang, 2015).

Segundo Roque et al. (2010), a adoção do tráfego controlado de máquinas permite menor resistência à ruptura do solo na passagem de implementos de mobilização, bem como, melhoria no potencial de tração do trator (relação pneu-solo), o que aumenta o rendimento da tração, consequência do tráfego do maquinário em solo mais firme (linhas de tráfego).

Neste sentido, objetivou-se avaliar o desempenho de um trator agrícola em áreas com tráfego aleatório e controlado, em várias intensidades na operação de semeadura, com configurações de sulcadores na semeadora.

Material e métodos

O trabalho foi realizado no município de Carazinho, RS, em uma propriedade rural que utiliza a três anos o sistema de tráfego controlado de máquinas. O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho, de textura argilosa com topografia relativamente plana. A área foi cultivada há mais de uma década com culturas anuais como soja, trigo e aveia, caracterizando um sistema de plantio direto consolidado. Na realização do experimento a área apresentava restos culturais da cultura da soja, cuja colheita havia sido realizada a 20 dias e apresentou 2,297 Mg ha^{-1} de matéria seca vegetal. O conteúdo de água no solo, no dia da realização do trabalho, foi de 22,4; 20,3; 21,8 e 22,8% nas camadas de 0-0,05; 0,05-0,1; 0,1-0,15 e 0,15-0,2 m, respectivamente.

A propriedade rural dispõe de suas máquinas com bitolas adaptadas para esse tipo de operação, sendo todas com vão livre horizontal de 3,0 m. As máquinas possuem sistema de orientação por satélite do tipo GPS - RTX, com precisão centimétrica (0,04 m) e piloto automático. Assim, se mantém o sentido e a precisão do tráfego sobre a linha determinada, concentrando todo o tráfego das máquinas em locais definidos, sendo possível manter as linhas de circulação de máquinas permanentes ao longo dos anos.

O trator utilizado para a operação de semeadura foi da marca Massey Ferguson, modelo MF 7415 Dyna-6, com tração dianteira auxiliar (TDA), cabinado, fabricado no ano de 2014. É equipado com motor ciclo Diesel de quatro tempos, com seis cilindros verticais em linha e duas válvulas por cilindro, totalizando cilindrada de 7400 cm^3. Apresenta turbocompressor com intercooler, fornecendo potência nominal, de acordo com a avaliação dinamométrica realizada, de 145,6 kW à 1795 rpm, e torque máximo de 893 Nm à 1402 rpm. Na realização do experimento, o trator estava com 1200 horas de trabalho.

O trator estava equipado com rodados dianteiros da marca Goodyear, de especificação 18.4-26 R1 e traseiros da marca Firestone, de especificação 30.5L32 R1. Os quatro rodados possuíam lastragem hidráulica de 75% do volume total, além de lastragem metálica, com blocos no suporte dianteiro e no rodado traseiro, totalizando uma massa total do trator de 11690 kg, o que confere uma relação massa/potência de 80,29 kg kW^{-1} (59,1 kg cv^{-1}). A pressão de insuflagem dos pneus foi ajustada em 144,7 kPa (21 lbf pol^{-2}) para os rodados dianteiros e 70,3 kPa (10,2 lbf pol^{-2}) nos rodados traseiros, de acordo com recomendação do fabricante. A distribuição da massa do trator foi de 60,3 e 39,7% nos eixos traseiro e dianteiro, respectivamente.

Utilizou-se duas semeadoras-adubadoras da marca Semeato, modelo SSM 27, de acoplamento na barra de tração do trator na forma de tandem, configuradas com 52 linhas de semeadura, espaçadas a 0,17 m. Para simular condições ideais de campo, utilizou-se lastragem das semeadoras com o uso de 2.060 kg de fertilizante nos reservatórios, caracterizando metade da capacidade máxima de armazenamento de sementes e

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

fertilizantes. A semeadora operou lubrificada e com pressão de insuflagem dos quatro pneus de 275,8 kPa (40 lbf pol^{-2}).

O trabalho foi conduzido em blocos casualizados, em um delineamento estatístico bifatorial, sendo três situações de tráfego (tráfego do trator; tráfego do trator e colhedora; tráfego do trator, colhedora e pulverizador) e três configurações de sulcadores (disco duplo em todas as linhas da semeadora; disco duplo nas linhas sem tráfego e haste naquelas que recebem o tráfego; disco duplo nas linhas sem contato de pneu e ausência de sulcadores do tipo disco duplo e haste nas linhas de tráfego). A coleta dos dados foi realizada em 50 m de comprimento em três blocos, totalizando 27 unidades experimentais.

O fator situação de tráfego no sistema controlado foi composto, inicialmente, pela passagem apenas do trator, caracterizando sua movimentação em área sem tráfego (ST), o qual se deslocou tracionando a semeadora fora das faixas demarcadas para o tráfego. O segundo nível foi caracterizado pela soma da passagem do trator, na operação de semeadura, e o da colhedora na colheita da soja, caracterizando trator + colhedora (TC). O terceiro nível foi composto pela soma do tráfego do trator na operação de semeadura, da colhedora na colheita da soja e do pulverizador nos tratos culturais, que totalizaram sete tráfegos, caracterizando trator + colhedora + pulverizador (TCP). O tráfego aleatório (TA) foi realizado em uma área adjacente, que apresenta as mesmas características, porém não utiliza sistema de tráfego controlado, ou seja, não ocorre o controle sobre a movimentação das máquinas na área, e seu deslocamento é efetuado de forma aleatória.

A configuração da semeadora, que compôs o segundo fator de variação, caracterizou-se pela variação do sistema de sulcador, devido às diferentes intensidades de tráfegos existentes no fator anterior. A configuração inicial foi composta por 52 sulcadores do tipo disco duplo (DD) com 0,406 e 0,381 m de diâmetro dos discos, sendo estes, fixados no mesmo centro de giro. A segunda configuração foi a associação de disco duplo e haste sulcadora (DDcH), sendo 42 discos duplos dos 52 sulcadores da situação anterior e o espaço por aqueles retirados ocupados por 10 sulcadores do tipo haste sendo estes, localizados nas linhas 14, 15, 16, 17, 18, 40, 41, 42, 43 e 44, contadas da esquerda para direita da semeadora, que coincidiam sobre as linhas de tráfego dos pneus das máquinas agrícolas. Para o terceiro nível, manteve-se os 42 discos duplos anteriores e retirou-se as 10 hastes sulcadoras, denominado disco duplo sem haste (DDsH).

Manteve-se o espaçamento de 0,17 m entre as linhas e a utilização dos discos de corte ondulados antecedendo todos os mecanismos sulcadores do tipo haste, com pressão de mola intermediária, a mesma utilizada pelo produtor durante a semeadura. Nas linhas configuradas com sulcador tipo disco duplo, as rodas de controle de profundidade e compactação estiveram presentes e manteve-se a regulagem da profundidade de atuação em 0,03 m. No tratamento composto pelas linhas com haste sulcadora, não se utilizou mecanismos de controle de profundidade e regulou-se a pressão intermediária nas molas, sendo posteriormente avaliada a profundidade média obtida pela sua ação, a qual foi constatada em 0,13 m.

Todas as parcelas foram implantadas com o conjunto trator-semeadora de forma homogênea, na segunda marcha do grupo B e velocidade angular do motor de 1820 rpm, regulada através do acelerador manual do trator, caracterizando uma velocidade de 4,2 km h^{-1}.

As variáveis analisadas foram: força de tração, potência na barra de tração, potência máxima disponível, velocidade real de trabalho, patinamento das rodas motrizes, porcentagem de utilização do motor e capacidade operacional.

Os dados referentes à força de tração foram coletados por meio de um datalogger. A força de tração demandada pela semeadora ao realizar a atividade de semeadura, foi medida diretamente por meio de uma célula de carga de 100 kN, que gera pulsos elétricos em igual intensidade ao esforço requerido, os quais foram armazenados para posterior avaliação.

A determinação da potência na barra de tração do trator foi calculada utilizando os valores da força de tração e velocidade real de deslocamento do conjunto trator-semeadora, através da Eq. 1:

$$NB = \frac{Ft * Vr}{3{,}6} \quad (1)$$

Onde: N_B – Potência na barra de tração (kW); Ft – Força de tração (kN); Vr – Velocidade real (km h^{-1}).

A potência fornecida pelo motor é utilizada para equilibrar a potência requerida em uma determinada condição de trabalho e se decompõe através da Eq. 2:

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

$$NM = Nt + N\delta + Nk + NB \quad (2)$$

Onde: NM – Potência fornecida pelo motor (kW); N_t – Potência utilizada na transmissão do motor – rodas motrizes (kW); N_δ – Potência consumida pelo patinamento das rodas motrizes (kW); N_k – Potência utilizada para vencer a resistência ao rolamento (kW); N_B – Potência na barra de tração (kW).

Para a determinação da potência fornecida pelo motor, foi necessário descontar as formas de como essa potência é perdida até chegar no ponto de utilização. A partir desta dedução, é possível encontrar o valor do total produzido, estimando-se as perdas da potência na transmissão e no patinamento das rodas motrizes através das Eq. 3 e Eq. 4.

$$Nt = Nm * \eta t \quad (3)$$

Onde: Nt – Potência utilizada na transmissão do motor (kW); Nm – Potência fornecida pelo motor (kW); ηt – Eficiência da transmissão (0,85).

$$N\delta = \frac{Ft * Vt * \delta}{3{,}6} \quad (4)$$

Onde:

Nδ – Potência utilizada pelo patinamento das rodas motrizes (kW); Ft – Força de tração (kN); Vt – Velocidade teórica de deslocamento (km h^{-1}); δ – Patinamento das rodas motrizes.

Os valores de resistência ao rolamento (kN) foram obtidos com a mesma célula de carga utilizada no experimento, acoplada a outro trator por uma corrente de aço fazendo a ligação com o trator de testes. O registro de cargas que representaram os valores de resistência ao rolamento do trator teste foram adquiridos com o motor ligado e a transmissão no modo neutro.

O patinamento das quatro rodas motrizes também foi avaliado através da instalação de sensores indutivos, modelo LM12-3004PC. Foram montados em todos os rodados do trator, onde no centro dos aros foram fixadas rodas dentadas, pelo lado externo, através de suportes adaptados para o trator.

Para a determinação da velocidade de trabalho, foi cronometrado o tempo que o trator demorou para percorrer os 50 m de cada parcela. Os valores de resistência ao rolamento (kN) do trator teste foram obtidos com a mesma célula de carga utilizada no experimento, instalada em outro trator e ambos interligados através de uma corrente de aço. Os dados foram adquiridos com o motor ligado e a transmissão no modo neutro.

A capacidade operacional do conjunto trator-semeadora foi estimada considerando uma eficiência operacional de 75%, largura de trabalho da semeadora de nove metros e a velocidade de deslocamento de acordo com a velocidade real obtida a campo. A determinação da capacidade operacional foi baseada na Eq. 5:

$$CO = \frac{Vr * L * Ef}{10} \quad (5)$$

Onde: CO – Capacidade operacional (ha h^{-1}); Vr – Velocidade real (km h^{-1}); L – Largura de trabalho (m); Ef – Eficiência operacional (adimensional);

Para a verificação da superfície de contato dos pneus sobre o solo, o trator foi posicionado sobre o terreno e o contorno destes foi demarcado com calcário calcítico, de coloração branca, a fim de verificar a impressão do pneu sobre o solo. A compactação do solo, nas diferentes intensidades de tráfegos, foi avaliada através de penetrômetria na profundidade de 0 a 0,4 m. Foram realizadas dez leituras em cada intensidade de tráfego (ST, TC, TCP e TA) no sentido transversal da linha de tráfego.

Para a avaliação do sistema de tráfego controlado em relação ao aleatório, as médias encontradas foram comparadas pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade, considerando o tráfego aleatório como variável testemunha, através do programa estatístico SAS (Statistical Analysis System, 2000).

Resultados e discussão

Para comparar a técnica do tráfego controlado, em relação ao sistema aleatório de movimentação das máquinas, foram realizadas comparações pelo teste de Dunnett, comparando as intensidades de tráfegos avaliadas em relação ao tráfego aleatório de máquinas (Tabela 1).

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Tabela 1. Força de tração, patinamento, velocidade real, potência na barra de tração, potência máxima fornecida pelo motor, utilização do motor e capacidade operacional, para a área sem tráfego (ST), com tráfego do trator + colhedora (TC) e com tráfego do trator + colhedora + pulverizador (TCP), com a diferença para o tráfego aleatório (TA), nas configurações de sulcadores disco duplo, disco duplo com haste e disco duplo sem haste.

Tráfego	Sistema sulcador		
	Disco duplo	Disco duplo com haste	Disco duplo sem haste
	---------- Força de tração (kN) ----------		
ST	19,14*	35,27	17,53*
TC	18,57*	38,33	16,06
TCP	18,48	37,18	16,17
TA	17,32	35,95	15,14
	---------- Patinamento (%) ----------		
ST	1,55	4,56	1,84
TC	0,28	2,83	1,15*
TCP	1,63	4,14	1,06*
TA	0,98	3,65	2,20
	---------- Velocidade real (km h^{-1}) ----------		
ST	4,39	4,29	4,39*
TC	4,46	4,29	4,46
TCP	4,39	4,22	4,50
TA	4,39	4,25	4,54
	---------- Potência na barra de tração (kW) ----------		
ST	23,34*	41,99	21,37
TC	23,03*	45,63	19,92
TCP	22,54	43,55	20,22
TA	21,12	42,46	19,09
	---------- Potência fornecida pelo motor (kW) ----------		
ST	42,16*	64,91	39,93*
TC	39,76	66,52	36,35
T CP	38,36	63,60	35,83
TA	38,64	64,14	36,98
	---------- Utilização do motor (%) ----------		
ST	26,69*	41,08	25,27*
TC	25,16	42,10	23,00
TCP	24,28	40,25	22,68
TA	24,46	40,60	23,40
	---------- Capacidade operacional (ha h^{-1}) ----------		
ST	2,77	2,70	2,77*
TC	2,81	2,70	2,81
TCP	2,77	2,66	2,84
TA	2,77	2,68	2,86

*Diferem do tráfego aleatório pelo Teste de Dunnett ($p \leq 0,05$).

Analisando o sistema de tráfego controlado com as suas diferentes intensidades, e comparando com a movimentação aleatória das máquinas sobre o solo, através do teste de Dunnett, observa-se diferença significativa na força de tração, com valores superiores ao encontrado no tráfego aleatório, na configuração de sulcador DD no tráfego TC, e também no uso do sulcador DDsH na área ST (Tabela 1).

A diferença na exigência de força de tração pode ter ocorrido pela maior resistência ao rolamento (Figura 1A), possivelmente provocada pelo aprofundamento dos pneus ao solo. Isto é identificado pela maior área de contato dos pneus (Figura 1B) na área ST quando comparado às

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

demais intensidades estudadas, demonstrando diferença nas configurações de sulcadores que demandaram menor força de tração (DD e DDsH). Quando observado a maior intensidade de tráfego (TCP), não se observa diferença significativa das configurações de sulcadores com o tráfego aleatório de máquinas (Tabela 1).

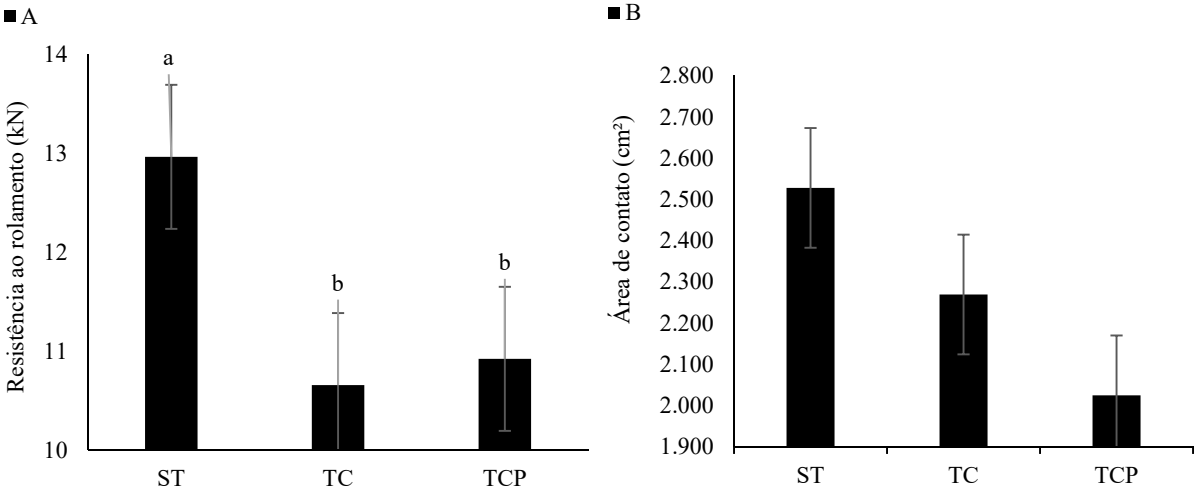

Figura 1. Resistência ao rolamento (A) e área de contato dos pneus (B) do trator agrícola em área sem tráfego (ST), com tráfego do trator + colhedora (TC) e com tráfego do trator + colhedora + pulverizador (TCP).

O patinamento das rodas motrizes do trator foi menor no tráfego do TC e TCP na configuração de DDsH quando comparado ao aleatório (Tabela 1). Essa menor porcentagem de patinamento observada nesta configuração pode ser justificada pela maior compactação existente nas linhas de tráfego das máquinas que, somados a condição de menor exigência de potência pela configuração DDsH, favoreceu a redução do patinamento quando comparado a situação de tráfego aleatório.

A velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora diferiu do TA apenas na situação ST com DDsH (Tabela 1). Furlani et al. (2005) relataram maior velocidade média na semeadura no sistema de plantio direto em relação ao preparo do solo com escarificador. A menor velocidade de deslocamento também pode ser justificada devido a maior resistência oferecida ao tráfego do trator em situação sem passagem de máquinas, deixando o solo menos compactado, promovendo o aprofundamento dos pneus, aumentando a área de contato (Figura 1B) e fazendo com que o conjunto trator-semeadora se desloque mais lentamente quando em menor quantidade de sulcadores na sua configuração.

A potência fornecida pelo motor do trator diferiu, com valores maiores, comparado ao TA apenas na situação ST nas configurações DD e DDsH (Tabela 1). Esse resultado também pode ser correlacionado a potência que o motor deve oferecer para que o trator possa se deslocar na área. Neste sentido, a área isenta de tráfego ofereceu maior resistência e, consequentemente, exigiu maior potência do motor. A configuração de DDcH pode não ter diferido do tráfego aleatório por ter apresentado valores maiores devido a utilização de hastes que, segundo Levien et al. (2011), por apresentarem elementos fixos de abertura de sulco, exigem maior força de tração quando comparado a elementos móveis.

Vale salientar que em uma situação de tráfego aleatório, comumente praticada nas propriedades agrícolas, todas as linhas da semeadora recebem hastes sulcadoras para promoverem uma melhor abertura de sulco na deposição do fertilizante. Neste trabalho, mesmo operando em área com tráfego aleatório de máquinas, a semeadora foi equipada com hastes apenas nas linhas de tráfego (DDcH). Essa característica, da semeadora estar equipada com 20% das linhas com hastes, pode ter contribuído para os resultados não terem diferido entre as intensidades de tráfego avaliadas comparadas ao tráfego aleatório.

A utilização do motor do trator agrícola seguiu o mesmo resultado da potência fornecida pelo

motor, diferindo do tráfego aleatório de máquinas com valores superiores, apenas na situação ST nas configurações DD e DDsH (Tabela 1). A maior utilização do motor pode ser justificada pela maior resistência ao rolamento oferecida na área ST quando comparada às demais intensidades (Figura 1A).

Essa maior resistência não foi observada pelo teste de Dunnett na configuração de DDcH na área isenta de tráfego, possivelmente pelo maior patinamento das rodas motrizes provocados pela maior exigência de tração que as hastes promovem. Segundo Conte et al. (2010), a maior profundidade do sulco de semeadura, e a localização do sulco sob o tráfego dos rodados do trator, demandam maior força de tração. Essa diferença, embora também não tenha sido significativa em relação ao tráfego aleatório, pode ser visualizada na Tabela 1.

A capacidade operacional diferiu do tráfego aleatório, com valores menores, apenas na situação ST com a utilização da configuração DDsH (Tabela 1). Isso demonstra menor capacidade operacional, quando se trafega em área isenta de tráfego sem o uso de sulcadores nas linhas por onde passam os rodados do trator, quando comparado ao tráfego aleatório de máquinas.

Os resultados encontrados neste trabalho demonstram muitas vantagens em se utilizar diferentes configurações de sulcadores nas semeadoras e no melhor desempenho do trator responsável por tracioná-las. Essa busca por novas alternativas de manejo nas operações que envolvem máquinas agrícolas contribui para a melhor utilização dos recursos, demandadas pelas constantes falhas cometidas no setor agrícola que comprometem sua eficiência. Neste sentido, a técnica do tráfego controlado mostrou-se uma importante ferramenta para o uso adequado das tecnologias disponíveis, principalmente, na tentativa de racionalização dos insumos e eficiência nas operações agrícolas.

Conclusões

Área isenta de tráfego, em relação ao tráfego aleatório com uso de sulcadores disco duplo e disco duplo sem haste, oferecem menor capacidade operacional e requerem maior potência e utilização do motor.

O patinamento das rodas motrizes do trator é menor no tráfego controlado de máquinas em relação ao tráfego aleatório com a utilização de disco duplo sem haste.

Referências

BERISSO, F. E.; SCHOJONNING, P.; LAMANDÉ, M.; WEISSKOPF, P.; STETTLER, M.; KELLER, T. Effects of the stress field induced by a running tyre on the soil pore system. **Soil and Tillage Research**, v. 131, p. 36-46, 2013.

CEPIK, C. T. C.; TREIN, C.R; LEVIEN, R.; CONTE, O. Força de tração e mobilização do solo por hastes sulcadoras de semeadoras-adubadoras. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 5, p. 561–566, 2010.

CHEN, H.; YANG, Y. Effect of controlled traffic system on machine fuel saving in annual two crops region in North China Plain. **Soil & Tillage Research**, v. 153, p. 137–144, 2015.

CONTE, O.; LEVIEN, R.; TREIN, C. R.; XAVIER, A. A. P.; DEBIASI, H. Demanda de tração, mobilização de solo na linha de semeadura e rendimento da soja, em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 10, p. 1.254-1.261, 2009.

CORTEZ, J. W.; OLSZEVSKI, N.; PIMENTA, W. A.; PATROCÍNIO FILHO, A. P; SOUZA, E. B. DE; NAGAHAMA, H. J. Avaliação da intensidade de tráfego de tratores em alguns atributos físicos de um Argissolo Amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 1000-1010, 2014.

FURLANI, C. E. A.; LOPES, A.; SILVA, R. P. Avaliação de semeadora-adubadora de precisão trabalhando em três sistemas de preparo do solo. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 2, p. 458-464, 2005.

LEVIEN, R.; FURLANI, C. E. A.; GAMERO, C. A.; CONTE, O.; CAVICHIOLI, F. A. Semeadura direta de milho com dois tipos de sulcadores de adubo, em nível e no sentido do declive do terreno. **Ciência Rural**, v. 41, n. 6, p. 1003-1010, 2011.

NUNES, M. R.; DENARDIN, J. E; PAULETTO, E. A.; FAGANELLO, A.; PINTO, L. F. S. Mitigation of clayey soil compaction managed under no tillage. **Soil and Tillage Research**, v. 148, p. 119–126, 2015.

ROQUE, A. A. O.; SOUZA, Z. M. DE; BARBOSA, R. S.; SOUZA, G. S. DE. Controle de tráfego agrícola e atributos físicos do solo em área cultivada com cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 7, p. 744-750, 2010.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. SAS/STATÒ. User's guide: statistics, versão 8.1.4. ed., Cary: **SAS Institute**, 2000. v. 2. CD-ROM.