

UTILIZAÇÃO DE HASTE SULCADORA E DISCO DUPLO POR TRÊS SAFRAS CONSECUTIVAS NO CULTIVO DE MILHO

Data de aceite: 02/06/2023

Arthur Gabriel Caldas Lopes

Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FCA/UNESP). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5760902349480218>

Kamilla Saldanha Simão

Engenheira Agrônoma pela Universidade de Brasília (UnB). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8490293241129677>

Tiago Pereira da Silva Correia

Professor de Máquinas Agrícola, Universidade de Brasília (UnB). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4449925191913751>

Aldir Carpes Marques Filho

Professor de Máquinas Agrícolas, Universidade Federal de Lavras (UFLA). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5546495390309109>

Paulo Roberto Arbex Silva

Professor de Máquinas Agrícolas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FCA/UNESP). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9994399667350249>

Pedro Henrique da Costa Mosca

Graduando em Engenharia Agrônômica, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FCA/UNESP) <http://lattes.cnpq.br/7479813788910431>

RESUMO: No sistema plantio direto o uso intensivo de máquinas pode causar compactação do solo ao longo dos anos. Os mecanismos de abertura de sulco das semeadoras-adubadoras podem auxiliar na descompactação. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da utilização de haste sulcadora e disco duplo durante três safras consecutivas no cultivo de milho. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, sendo dois tratamentos (disco duplo desencontrado – DD; e haste sulcadora – HS), com quatro repetições cada. Os tratamentos foram repetidos durante três safras consecutivas de cultivo do milho, de 2017/18, 2018/19 e 2019/20. As variáveis avaliadas foram consumo horário de combustível, conforme, resistência a penetração do solo e produtividade de grãos de milho. A produtividade de grãos de milho não diferiu entre DDD e HSF durante três safras consecutivas. Contudo, a resistência a penetração do solo é reduzida em 18,7% e o consumo horário de combustível elevado em até 16,5% na semeadura com haste sulcadora.

PALAVRAS-CHAVE: mecanismos sulcadores, plantio direto, semeadora-adubadora

USE OF FURROWER SHANK AND DOUBLE DISC FOR THREE CONSECUTIVE HARVESTS IN CORN CULTIVATION

ABSTRACT: In the no-tillage system, the intensive use of machines can cause soil compaction over the years. The furrow opening mechanisms of the seeder-fertilizer machines can help in decompacting. The objective of this study was to evaluate the effect of using a furrower or double disk during three consecutive corn crops. The experimental design used was completely randomized, with two treatments (double mismatched disc – DD; and furrower shank – HS), with four replications each. The treatments were repeated during three consecutive corn cultivation seasons, 2017/18, 2018/19 and 2019/20. The variables evaluated were hourly fuel consumption, resistance to soil penetration, and corn grain yield. Corn grain yield did not differ between DDD and HSF during three consecutive crops. However, the resistance to soil penetration is reduced by 18.7% and the hourly fuel consumption is increased by up 16.5% when sowing with a furrower shank.

KEYWORDS: furrowing mechanisms, no-tillage, fertilizer seeder

INTRODUÇÃO

De acordo com Bertollo e Levien (2019), na agricultura moderna o cultivo de culturas graníferas, safra após safra, ocorre predominantemente com dependência de mecanização agrícola, resultando o intenso tráfego de máquinas e a compactação do solo. Em sistema plantio direto, Chaves et al. (2012) esclarecem que os problemas oriundos do tráfego e compactação do solo, como aumento da densidade do solo, menor infiltração de água, aeração, desenvolvimento radicular e produtividade das culturas, podem ser potencializados em função de a mobilização do solo ser limitada às linhas de semeadura, por ação principalmente dos mecanismos sulcadores da máquina semeadora-adubadora.

Dentre as funções de uma semeadora-adubadora, Silva (2003) destaca o rompimento do solo e a abertura do sulco para deposição de fertilizantes e que para tanto a máquina pode ser equipada com mecanismos sulcadores do tipo disco duplo desencontrado ou haste sulcadora (Facão). Basicamente, a opção por um ou outro depende da intensidade de compactação do solo, dado pela resistência à penetração do mesmo e profundidade em que se deseja depositar o fertilizante.

Furlani et al. (2013) aponta que as hastes sulcadoras são propícias ao preparo localizado e descompactação superficial do sulco de semeadura, podendo o fertilizante ser depositado em profundidade de até 15 cm. Já os discos duplos são opção à abertura do sulco com mínimo revolvimento do solo, não descompactando e possibilitando a deposição do fertilizante em menor profundidade. Operacionalmente Portella (2001) explica que os mecanismos sulcadores diferem em função da energia demandada do trator para tracioná-los e romper o solo, sendo que os discos duplos requerem maior força vertical para penetrar o solo e menor esforço horizontal de tração e a haste sulcadora exige menor força vertical para penetração e maior esforço horizontal de força de tração para romper o solo devido trabalhar rompendo o solo em maior profundidade que os discos duplos e sem efeito de

rolamento.

Embora idealizadas para situações de solos compactados, produtores utilizam hastes sulcadoras safra após safra nas semeadoras-adubadoras, independentemente da condição do solo. Trogello et al. (2013) descrevem que a decisão pode influenciar o desempenho da operação de semeadura, tanto no aspecto da máquina semeadora-adubadora, como no das características agrônômicas da cultura. Portella (2001) e Garcia et al. (2011) indicam que aspectos possivelmente influenciados, além da demanda de tração são o consumo de combustível, a patinação dos rodados, a capacidade de campo efetiva, a distribuição longitudinal, profundidade e exposição das sementes no sulco e a produtividade de grãos.

Embora sejam conhecidas e difundidas as diferenças entre mecanismos sulcadores, informações técnico-científicas sobre o uso consecutivo e contínuo são escassas, especialmente sobre hastes sulcadoras.

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da utilização de diferentes mecanismos de abertura de sulco em semeadora-adubadora durante três safras consecutivas de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado durante as safras 2017/18, 2018/19 e 2019/20, em campo experimental do Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola da Fazenda Água Limpa (LAMAGRI/FAL), situada no núcleo rural Vargem Bonita - DF e pertencente à Universidade de Brasília. O solo da área experimental é caracterizado como Latossolo Vermelho-Amarelo (Rodolfo Junior et al., 2015), cultivado desde 2010 em sistema plantio direto e sucessão das culturas soja e milho. Segundo a classificação de Köppen o clima da região é do tipo Aw tropical, com verão chuvoso e quente e inverno seco e quente.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com dois tratamentos (disco duplo desencontrado – DDD; e haste sulcadora modelo Facão – HSF), com quatro repetições cada totalizando oito parcelas experimentais de 30 m de comprimento e 3,5 m de largura. Os tratamentos e suas respectivas parcelas foram mantidos inalterados durante as três safras consecutivas.

As sementes de milho utilizadas foram do híbrido AG3700 RR2, sendo adotada densidade de semeadura de 3,5 sementes m^{-1} , totalizando 70.000 plantas/há, adubação de base com 325 kg ha^{-1} do formulado NPK 04-30-16 e adubação de cobertura com 200 kg ha^{-1} de ureia, conforme recomendação agrônômica baseada em análise de solo.

Para a semeadura foi utilizado um trator modelo TM7020 (4x2 TDA) com potência de 149 cv e uma semeadora-adubadora Jumil modelo Magnum 3060PD, em velocidade média de deslocamento de 5,5 km h^{-1} . A semeadora-adubadora foi configurada com sete linhas de semeadura espaçadas de 0,5 m, equipada com mecanismo dosador de sementes do tipo disco horizontal e mecanismo dosador de adubo do tipo helicoidal de descarga por transbordo transversal. Os mecanismos sulcadores para deposição de fertilizantes

utilizados foram do tipo disco duplo desencontrado (DDD) de extremidade lisa e 15" de diâmetro, e do tipo haste sulcadora modelo Facão (HSF), de formato parabólico com ponteiros pontiagudas retas com inclinação 23° em relação ao solo. Os discos duplos desencontrados abrem sulco em profundidade de aproximadamente 6-10 cm e as hastes sulcadores de 10-15 cm.

As variáveis avaliadas foram resistência a penetração do solo (RP), consumo horário de combustível (Chc) e produtividade de grãos de milho (PG).

Os dados de RP foram obtidos através de metodologia descrita por Stolf et al. (2014), sendo utilizado um penetrômetro de impacto do tipo dinâmico, cuja medição se dá a partir de uma haste com ponta cônica introduzida ao solo por meio do impacto de uma massa de 4 kg em queda livre a 400 mm de altura. A RP foi avaliada em pré e pós semeadura com quatro repetições por parcela, sendo os dados coletados até a profundidade aproximada de 15 cm no perfil do solo. A RP foi obtida submetendo os dados à Equação 1.

$$RP = 5,6 + 6,89 \times (10 \times N/15) \quad (1)$$

Em que, RP é a resistência a penetração do solo em kgf cm⁻², e N é o número de impactos no penetrômetro para penetração da haste até 15 cm no perfil do solo.

Os dados de Chc foram obtidos através do método gravimétrico descrito por Ripoli (1991), que consiste na instalação de duas provetas graduadas de precisão 0,01 L no sistema de alimentação de combustível do motor do trator, uma na entrada da bomba injetora do motor e outra no retorno dos bicos injetores para o tanque, sendo o Chc dado pela diferença do volume de combustível entre as provetas e o tempo demandado para semeadura da parcela, extrapolados para L h⁻¹.

A produtividade de grãos foi obtida através da colheita mecanizada das parcelas com colhedora modelo JM-390, sendo os grãos colhidos pesados em balança digital suspensa de precisão 0,05 kg, modelo 1100-LB.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro, utilizando o software estatístico AgroEstat (Barbosa e Maldonado Junior, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância (ANOVA) das variáveis avaliadas são apresentados na Tabela 1.

Variável	ANOVA						
	MG	DP	EP	CV	DMS	Teste F	P valor
RP (kgf cm ⁻²)							
DDD	80,63	3,17	1,29	3,94	5,58	0,82 ^{NS}	0,546
HSF	65,42	2,53	1,03	3,87	4,45	49,85**	<0,0001
DDD x HSF 1 ^a safra	70,23	4,10	1,67	5,84	5,28	55,78**	<0,0001
DDD x HSF 2 ^a safra	71,09	1,01	0,41	1,42	1,30	1000,14**	<0,0001
DDD x HSF 3 ^a safra	71,66	0,86	0,35	1,20	1,10	1484,62**	<0,0001
Chc (L h ⁻¹)							
DDD	23,68	0,66	0,33	2,82	1,32	0,33 ^{NS}	0,730
HSF	27,19	0,24	0,12	0,88	0,47	85,86**	<0,0001
DDD x HSF 1 ^a safra	26,09	0,25	0,12	0,99	0,44	664,78**	<0,0001
DDD x HSF 2 ^a safra	24,91	0,24	0,12	0,97	0,42	282,65**	<0,0001
DDD x HSF 3 ^a safra	25,30	0,79	0,39	3,14	1,37	27,30**	0,0020
PG (kg ha ⁻¹)							
DDD	8330,7	171	85,52	2,05	337,69	0,17 ^{NS}	0,8442
HSF	8429,5	69,43	34,71	0,82	137,08	0,52 ^{NS}	0,6088
DDD x HSF 1 ^a safra	8358,3	135,14	67,57	1,61	233,83	1,55 ^{NS}	0,2599
DDD x HSF 2 ^a safra	8390,6	135,71	67,85	1,61	234,82	0,20 ^{NS}	0,6723
DDD x HSF 3 ^a safra	8390,9	120,14	60,07	1,43	207,88	2,52 ^{NS}	0,1635

MG: média geral. DP: desvio padrão da média. EP: erro padrão da média. CV: coeficiente de variação. DMS: diferença mínima significativa. ^{NS}não significativo. *significativo a 5% de probabilidade de erro. **significativo a 1% de probabilidade de erro. RP: resistência a penetração do solo. Chc: consumo horário de combustível. PG: produtividade de grãos. DDD: disco duplo desencontrado. HSF: haste sulcadora modelo facão.

Tabela 1. Resumo da análise de variância (ANOVA) para as variáveis avaliadas em função de diferentes tipos de mecanismos sulcadores e safras consecutivas de milho.

A variável resistência a penetração do solo (RP) não apresentou significância entre as safras semeadas com disco duplo desencontrado (DDD). Nas demais comparações realizadas com a variável RP (entre safras semeadas com haste sulcadora modelo facão – HSF, e entre mecanismos dosadores durante as safras – DDD x HSF 1^a safra, 2^a safra e 3^a safra), foram obtidas diferenças significativas. Assim como para RP, a variável consumo horário de combustível (Chc) não diferiu significativamente entre as safras semeadas com DDD. A variável produtividade de grãos (PG) não diferiu entre as safras semeadas e entre mecanismos sulcadores.

Os resultados de RP são apresentados na Figura 1.

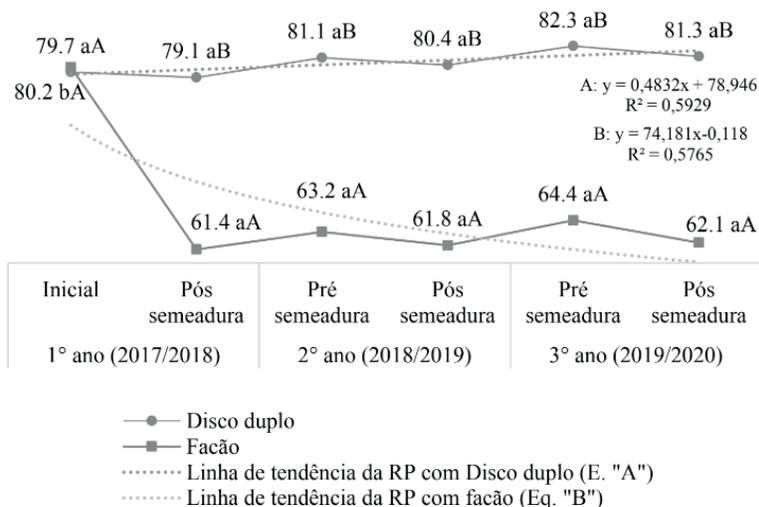


Figura 1. Resistência a penetração do solo (RP), em kgf cm^{-2} , na semeadura com disco duplo desencontrado (DDD) e haste sulcadora modelo facção (HSF) durante três safras consecutivas. (Letras minúsculas comparam médias entre safras com um mesmo mecanismo sulcador, e letras maiúsculas comparam médias entre mecanismos sulcadores. Letras diferentes indicam significância pelo teste estatístico utilizado).

Com DDD a RP não difere entre safras, sendo obtida média de $80,6 \text{ kgf cm}^{-2}$. Com HSF a RP diferiu apenas na pré semeadura da 1ª safra (2017/2018), quando reduziu de $80,2 \text{ kgf cm}^{-2}$ para $61,4 \text{ kgf cm}^{-2}$ na pós semeadura, diferença de 23,4%. A partir de então a RP com o HSF não diferiu entre pré e pós safras, sendo obtida média de $65,5 \text{ kgf cm}^{-2}$.

Entre mecanismos sulcadores a RP foi igual apenas na pré semeadura da 1ª safra (2017/2018), cuja média obtida foi de $79,9 \text{ kgf cm}^{-2}$, a partir de então a RP com HSF foi em média 18,7% menor que a RP com DDD.

Os resultados obtidos no HSF corroboram com os encontrados por Koakoski et al. (2007), que ao compararem disco duplo desencontrado e haste sulcadora, verificaram menor resistência a penetração do solo e maior porosidade do mesmo após semeadura com haste. Segundo os autores, entre as camadas de 10 cm e 15 cm de profundidade do solo, essas variáveis foram respectivamente 60% e 24,2% inferior às obtidas na semeadura com disco duplo.

Vizzotto (2014) avaliou o desempenho de mecanismos sulcadores na semeadura de uma safra de soja e constatou maior resistência à penetração do solo por hastes sulcadoras, o que eleva a exigência de força de tração e consumo energético da semeadora-adubadora. Além disso, após a semeadura com haste sulcadora foi verificado aumento de 75,7% da mobilização superficial do solo em relação a semeadura com disco duplo desencontrado.

Giacomeli et al., (2016) avaliaram a semeadura de uma safra de milho com haste sulcadora e disco duplo desencontrado e concluíram que após a operação a RP do sulco

aberto com a haste é em média 25% menor, a densidade do solo é reduzida em 12% e a produtividade de grãos 18,6% maior.

Os resultados de consumo horário de combustível (Chc) são apresentados na Figura 2.

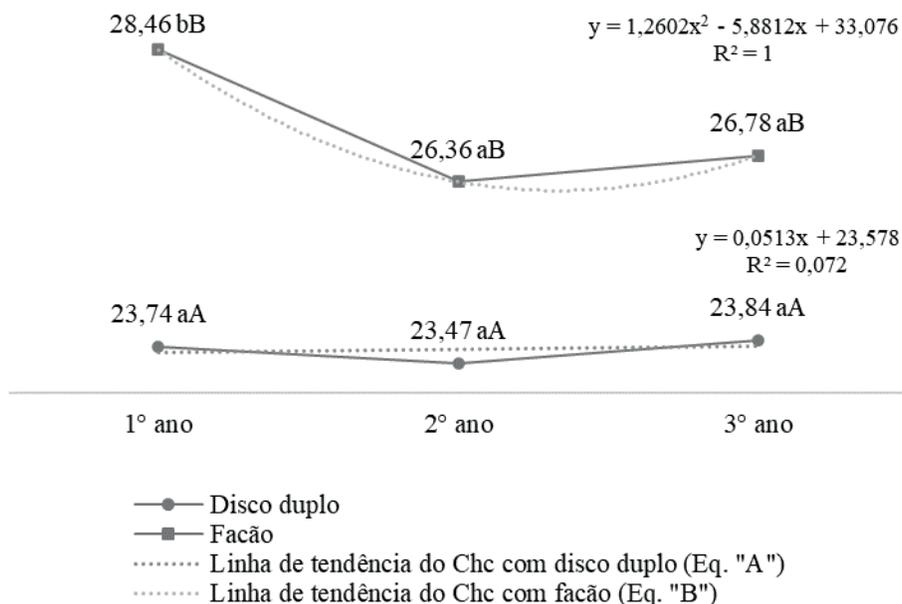


Figura 2. Médias do consumo horário de combustível (Chc), em L h⁻¹, da semeadura com disco duplo desencontrado (DDD) e haste sulcadora modelo facão (HSF) durante três safras consecutivas. (Letras minúsculas comparam médias entre safras com um mesmo mecanismo sulcador, e letras maiúsculas comparam médias entre mecanismos sulcadores. Letras diferentes indicam significância pelo teste estatístico utilizado).

O Chc entre safras com HSF reduziu de 28,46 L h⁻¹ na 1ª safra (2017/2018) para 26,36 L h⁻¹ na 2ª safra (2018/2019), diferindo em 7,37%. Da 2ª safra (2018/2019) para a 3ª safra (2019/2020) o Chc com HSF não diferiu, sendo obtida média de 26,57 L h⁻¹.

O Chc entre safras com DDD não diferiu, sendo obtida média de 23,68 L h⁻¹ entre elas.

Entre mecanismos sulcadores o Chc diferiu nas três safras, sendo respectivamente 16,5%, 10,9% e 11% menor para o DDD.

O resultado corrobora com Silva (2003), que verificou Chc 23% maior para semeadura com sulcador do tipo haste em relação ao disco duplo desencontrado. O autor associa o resultado à maior profundidade e área de solo mobilizada pela haste, conseqüentemente, maior força de tração do trator. Levien et al., (2011) trabalhando com semeadura direta de milho com dois tipos de sulcadores de adubo verificaram que o Chc foi 20% superior com a haste sulcadora em relação aos discos duplos.

Francetto et al., (2016), avaliaram o Chc e o requerimento médio de força de tração por mecanismos sulcadores de semeadoras-adubadora e concluíram que a da haste sulcadora é respectivamente 3,88% e 22,28% maior que o dos discos duplos desencontrados. Do mesmo modo, Souza et al., (2020) avaliando a estimativa da demanda energética de uma semeadora-adubadora também verificaram que a haste sulcadora demandou maior consumo de combustível do que quando foi usado o disco duplo.

Os resultados de produtividade de grãos de milho apresentados na Figura 3 e não diferiram significativamente entre os mecanismos sulcadores, assim como, não diferiu entre safras.

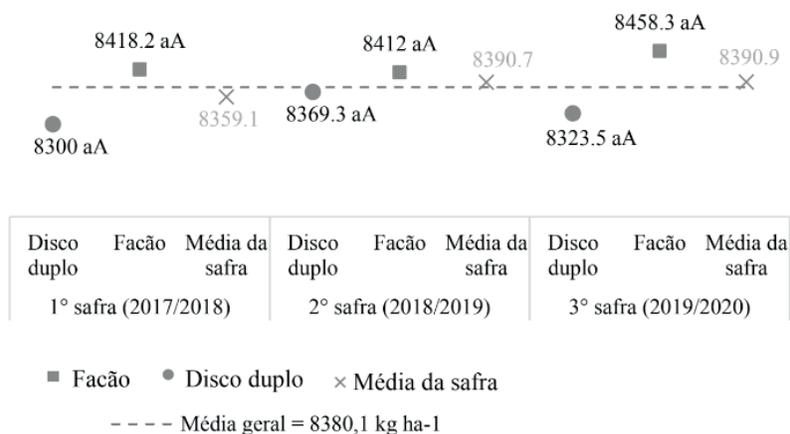


Figura 3. Médias de produtividade de grãos de milho (PG), em kg ha⁻¹, da semeadura com disco duplo desencontrado (DDD) e haste sulcadora modelo facção (HSF) durante três safras consecutivas. (Letras minúsculas comparam médias entre safras com um mesmo mecanismo sulcador, e letras maiúsculas comparam médias entre mecanismos sulcadores. Letras diferentes indicam significância pelo teste estatístico utilizado).

Entre mecanismos sulcadores foi obtida produtividade média de 8.359,1 kg ha⁻¹ na safra 2017/2018, 8.390,7 kg ha⁻¹ na safra 2018/2019 e 8.390,9 kg ha⁻¹ na de 2019/2020, média geral de 8.380,1 kg ha⁻¹ entre as safras.

Os resultados corroboram com o verificado por Trogello et al. (2013), que ao avaliarem os componentes de produtividade da cultura do milho em função da semeadura com disco duplo desencontrado e haste sulcadora, não identificaram diferenças significativas para produtividade de grãos, sendo obtida média de 8334,5 kg ha⁻¹.

Os resultados condizem também com o verificado por Modolo et al., (2019), que não verificaram diferenças de produtividade de milho entre semeadura com disco duplo desencontrado e haste sulcadora, sendo obtida média de 12604,50 kg ha⁻¹ entre elas. Diferenças foram verificadas apenas para mobilização do solo, maior com haste.

Seki et al., (2015) avaliando efeitos de práticas de descompactação do solo em

área de semeadura sobre sistema plantio direto concluíram que hastes sulcadoras na semeadora-adubadora não influenciaram a produtividade média de milho, sendo obtida média de 7843 kg ha⁻¹.

CONCLUSÃO

A produtividade de grãos de milho ao longo de três safras consecutivas não é influenciada pelo tipo de mecanismo de abertura de sulco (haste sulcadora ou disco duplo) utilizado na semeadora-adubadora.

A utilização de haste sulcadora diminuiu a resistência a penetração do solo e aumentou o consumo de combustível a partir da primeira semeadura.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JUNIOR, W.; **AgroEstat: sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos**. Jaboticabal, FCAV/UNESP, 2015.

BERTOLLO, A. M. e LEVIEN, R. Compactação do solo em Sistema de Plantio Direto na palha, **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 25, n.3, p. 208-218, 2019.

CHAVES, T. A.; ANDRADE, A. G.; LIMA, J. A. S.; PORTOCARRERO, H. Recuperação de áreas degradadas por erosão no meio rural. Niterói: **Programa Rio Rural**, 19p, 2012.

FRANCETTO, T. R.; ALONÇO, A. S.; BELLÉ, M. P.; VEIT, A. A.; SILVA, W. P. Força de tração e potência demandada por mecanismos de corte e sulcadores de semeadora-adubadora. Botucatu, SP. **Energia na Agricultura**., vol.31, n.1, p.17-23, março, 2016.

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 do milho. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n.6, p. 885-889, nov/dez, 2013.

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.

GIACOMELI, R.; MARCHESAN, E.; SARTORI, G. M. S.; DONATO, G.; SILVA, P. R. F.; KAISER, D. R.; ARAMBURU, B. B. Escarificação do solo e sulcadores em semeadora para cultivo de milho em Planossolos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.51, n.3, p.261-270, 2016.

KOAKOSKI, A.; SOUZA, C. M. A.; RAFULL, L. Z. L.; SOUZA, L. C. F.; REIS, E. F. Desempenho de semeadora-adubadora utilizando-se dois mecanismos rompedores e três pressões da roda compactadora. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.5, p.725-731, 2007.

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. **Ciências rural**, Santa Maria, RS, v.41, n.6, p.1003- 1010, 2011.

MODOLO, A. J.; ZDZARSKI, A. D.; SGARBOSSA, M.; JUNIOR, F. D. B. P.; TROGELLO, E.; DALLACORT, R. Plantabilidade e produtividade de milho sob palhada de aveia preta dessecada em diferentes épocas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 18, n. 3, p. 340-349, 2019.

PORTELLA, J. A. Semeadoras para plantio direto. Viçosa: **Aprenda Fácil**, 2001. 252 p.

RIPOLI, T. C. C. **Utilização do material remanescente da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*): equacionamento dos balanços energéticos e econômicos.**, 1991, 150p. Tese (Livre-docência), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1991.

RODOLFO JUNIOR, F.; ARAÚJO, L. G.; SOUZA, R. Q.; BATISTA, F. P. S.; OLIVEIRA, D. N. S.; LACERDA, M. P. C. Relações solo-paisagem em topossequências na Fazenda Água Limpa, Distrito Federal. Pesquisas Agrárias e Ambientais. **Nativa**, Sinop, v. 03, n. 01, p. 27-35, 2015.

SEKI, A. S.; SEKI, F. G.; JASPER, S. P.; SILVA, P. R. A.; BENEZ, S. H. Efeitos de práticas de descompactação do solo em área sob sistema plantio direto. Fortaleza, CE. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n.3, p.460-468, 2015.

SILVA, P. R. A. **Mecanismos sulcadores de semeadora-adubadora na cultura do milho (*Zea mays L.*) no sistema de plantio direto.** 2003. 84p. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2003.

SOUZA, C.M.A.; BOTTEGA, E.L.; RAFULL, L.Z.L.; ARCOVERDE, S.N.S. Estimativa da demanda energética de uma semeadora-adubadora de precisão em semeadura direta da soja. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 35, n. 4, p. 484-492, 2020

STOLF, R.; MURAKAMI, J. H.; BRUGNARO, C.; SILVA, L. G.; SILVA, L. C. F. da.; MARGARIDO, L. A. C. Penetrômetro de impacto Stolf – programa computacional de dados em Excel-VBA. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, p.774-782, 2014.

TROGELLO, E.; MODOLO, A. J.; SCARSI, M.; SILVA, C. L.; ADAMI, P. F.; DALLACORT, R. Manejos de cobertura vegetal e velocidades de operação em condições de semeadura e produtividade de milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.17, n.7, p.796–802, 2013.

VIZZOTTO, V. R. **Desempenho de mecanismos sulcadores em semeadora-adubadora sobre os atributos físicos do solo em várzea no comportamento da cultura da soja (*Glycine max l.*)**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria, 78p. Santa Maria, RS, Brasil, 2014.