

Avaliação do Desempenho de uma Adubadora Desenvolvida para Incorporação de Composto Orgânico em Sistema de Plantio Direto

Luiz Fernando Favarato¹, João Carlos Cardoso Galvão², Caetano Marciano de Souza³, João Paulo Lemos⁴, Darlan Nascentes Cunha⁵ e Guilherme de Sousa Paula⁶

¹Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, lfavarato@yahoo.com.br; ²Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, jgalvao@ufv.br; ³Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, cmsuoza@ufv.br; ⁴Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, agroslemos@hotmail.com; ⁵Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, darlannc@yahoo.com.br; ⁶Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, guilherme_825@hotmail.com.

RESUMO –A adubação orgânica no sistema de plantio direto orgânico é feita na superfície do solo, devido à falta de máquinas apropriadas para a incorporação do composto, apresentando o risco de volatilização de nitrogênio. Dessa forma, a incorporação mecânica do composto orgânico seria um meio de minimizar esses problemas. Objetivou-se avaliar o desempenho do conjunto trator-adubadora, quantificando o consumo de óleo diesel, demanda de potência e incorporação de composto orgânico no solo no sistema de plantio direto orgânico de milho. A avaliação foi realizada na Estação Experimental de Coimbra, da Universidade Federal de Viçosa, no mês de Fevereiro de 2011. Foram realizadas determinações de força de tração, a velocidade de deslocamento, demanda de potência, consumo horário e operacional de óleo diesel, índice de velocidade de emergência de plântulas de milho e incorporação do composto orgânico no solo. A adubadora poderá ser acionada e tracionada por tratores de baixa potência, menor que 40 cv. O conjunto trator-adubadora foi eficiente em incorporar o adubo orgânico ao solo na camada de 0-4 cm de profundidade.

Palavras-chave - volatilização, cultivo orgânico, potência, *Zea mays* L.

Introdução

O sistema de plantio direto orgânico integra o benefício da conservação do solo do plantio direto com a produção orgânica de alimentos. A aplicação do composto orgânico nesse sistema é feita na superfície do solo, o que possivelmente diminui a absorção de nutrientes pelas raízes e acarreta perdas de nitrogênio por volatilização de NH₃. A perda por volatilização de NH₃ do nitrogênio lábil da decomposição do adubo orgânico pode diminuir seu benefício à cultura principal (Janzen e Meginn, 1991).

Dessa forma, a incorporação mecânica do composto orgânico, somente na linha de plantio, através de enxadas rotativas, consiste em um meio de minimizar o problema da volatilização da NH₃, além de maximizar os efeitos físicos, químicos e biológicos do mesmo, sem fugir a concepção do sistema de plantio direto.

No entanto, os cultivos no sistema de plantio direto orgânico são feitos com as máquinas utilizadas no sistema de plantio direto tradicional como semeadoras-adubadoras que depõem de sistemas de distribuição e incorporação para adubos químicos. Isso acontece porque no mercado de máquinas não se encontra uma semeadora-adubadora que faça a distribuição e incorporação do adubo orgânico e semeadura simultaneamente.

O não desenvolvimento de projetos de máquinas para tal fim, por parte das grandes empresas, se dá pela pouca demanda do mercado de máquinas específicas para o plantio direto orgânico, pois este novo sistema de cultivo ainda é pouco divulgado, com poucos agricultores que o praticam, necessitando ainda de estudos para ser aperfeiçoado.

Avaliar o desempenho de protótipos é uma ferramenta indispensável à indústria de máquinas agrícolas. Nesse momento do ciclo de vida do produto, é interessante a interação entre instituições de pesquisa e indústria. As principais saídas de tal círculo virtuoso são a melhoria dos equipamentos, com o retorno oferecido à indústria pela instituição de pesquisa na forma de relatórios técnico-científicos, melhoria das práticas agrícolas que envolvem máquinas e mecanização, em benefício dos agricultores e aumento da produção científica do país de uma maneira sólida, com ênfase na realidade das empresas e dos produtores rurais (Dias, 2009).

Objetivou-se avaliar o desempenho do conjunto trator-adubadora, quantificando o consumo de óleo diesel, demanda de potência, incorporação de composto orgânico no solo e índice de velocidade de emergência de plântulas de milho no sistema de plantio direto orgânico.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado na Estação Experimental de Coimbra pertencente à Universidade Federal de Viçosa, na cidade de Coimbra, MG, no mês de Fevereiro de 2011. A área caracteriza-se, climaticamente, por temperatura média anual de 19°C e precipitação média anual de 1.300 a 1.400 mm, concentrada, principalmente, durante o período de outubro a março, com média anual de umidade relativa do ar de 80 a 85% e temperatura média, neste período, de 23°C.

Os testes foram realizados em um Argissolo Vermelho-Amarelo, fase terraço, segundo Embrapa (1999), classe de solo muito utilizada na região para a cultura do milho. O solo é classificado por textura muito argilosa (770 g kg⁻¹ de argila), apresentando densidade média de 1,05 g dm⁻³. O teor de água no solo situava-se na faixa considerada friável para este solo, recomendada para operações de semeadura.

A adubadora foi montada no Laboratório de Máquinas Agrícolas do Departamento de Engenharia Agrícola, utilizando o chassi de uma semeadora-adubadora FNI-HOWARD Rotacaster, modelo RT 6010, com duas linhas de plantio espaçadas de 0,80 m, na qual foi desenvolvido e acoplado um sistema de distribuição de composto orgânico tendo como referência um protótipo da Van Dick Metalúrgica Indústria e Comércio. A máquina é montada no sistema de engate de três pontos do trator e possui mecanismo de abertura do sulco tipo preparo localizado acionado pela tomada de potência.

Para determinação da demanda de potência foram utilizados dois tratores com potência nominal do motor de 80 cv, disponíveis para a realização das avaliações, sendo um Agrale modelo 5080.4 Turbo 4x2 TDA (tração dianteira auxiliar) para acionar a adubadora e um Valtra modelo 800 4x2 TDA para tracionar o conjunto trator-adubadora. A avaliação foi realizada em duas etapas (Figura 2), sendo três repetições para cada. A primeira etapa consistiu na avaliação com a adubadora acoplada e a segunda etapa sem adubadora. Para a determinação da força de tração utilizou-se uma célula de carga marca KRATOS, com capacidade de 50 kN e fator de correção 583,64. Determinou-se a leitura média da célula de carga e o tempo gasto para percorrer uma distância de 20 m. Com estes dados foram calculadas a força de tração requerida e a velocidade de deslocamento. Através dos valores de força de tração e velocidade de deslocamento foi obtida a potência demandada, utilizando a equação (1):

$$P = \frac{F \times V}{1000} \quad eq. (1)$$

em que:

P = Potência, kW;

F = Força de tração, N; e,

V = Velocidade de deslocamento, m s⁻¹.

O consumo de combustível foi determinado utilizando um trator Valtra modelo 800 4x2 TDA adaptado com um fluxômetro para tracionar e acionar a adubadora com a rotação do motor correspondente a 540 rotações por minuto na tomada de potência do trator. Para o cálculo do consumo de combustível foram determinados o volume de combustível e o tempo gasto para percorrer uma distância de 20 m, conforme a equação (2).

$$Ch = \frac{3,6 C}{t} \quad eq. (2)$$

em que:

Ch = consumo horário de combustível, L h⁻¹;

C = volume de combustível na unidade experimental, mL; e,

t = tempo gasto na unidade experimental, s.

A capacidade de trabalho teórica média foi determinada em função da velocidade de deslocamento do conjunto trator-adubadora e largura da faixa trabalhada conforme a equação (3).

$$Ct = \frac{V \times L}{10} \quad eq. (3)$$

em que:

Ct = capacidade de trabalho teórica, ha h⁻¹;

V = velocidade de deslocamento do conjunto, km h⁻¹; e,

L = largura da faixa trabalhada pelo conjunto, m.

O consumo operacional de combustível foi determinado em função do tempo gasto para trabalhar uma área correspondente a um hectare e o consumo horário de combustível conforme a equação (4).

$$Co = T \times Ch \quad eq. (4)$$

em que:

Co = consumo operacional de combustível, L ha⁻¹;

T = tempo gasto para trabalhar um hectare, h ha⁻¹; e,

Ch = consumo horário de combustível, L h⁻¹.

Para a avaliação da incorporação do composto orgânico e índice de velocidade de emergência foi realizado um experimento utilizando um delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições, seguindo um esquema fatorial 2x2, sendo o primeiro fator constituído pela incorporação do composto orgânico com a adubadora e sem aplicação de composto (testemunha) e o segundo fator pela presença e ausência de palhada.

Cada parcela foi constituída de doze linhas de plantio espaçadas de 0,80 m e comprimento de dez metros. Nas parcelas com a presença de palhada foi utilizado o milho como fonte da mesma, totalizando 4 t ha⁻¹. Após o preparo das parcelas foi realizado a semeadura manual da variedade UFV M100 de milho, preconizando um espaçamento de 0,20 m entre plantas.

Foram feitas coletas de solo em uma linha de plantio de cada parcela nas camadas de 0-2, 2-4, 4-6, 6-8, 8-10 cm de profundidade, utilizando um tubo de metal com diâmetro de 75 mm e comprimento de 120 mm, recortado em sessões de 20 mm. As amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Análise de Solo Viçosa para determinação do teor de carbono orgânico.

Os resultados das avaliações de incorporação de composto orgânico foram submetidos à análise de variância e médias, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Resultados e Discussão

Com base na Tabela 1 observa-se que a potência demandada para tracionar somente o trator utilizado na segunda etapa da avaliação foi de 2,02 kW (2,75 cv) e a demanda de potência do conjunto trator-adubadora na primeira etapa da avaliação foi de 3,98 kW (5,43 cv), desta forma, a potência demandada pela adubadora foi de 1,96 kW (2,68 cv) a uma velocidade de trabalho de 3,3 km h⁻¹, com base neste resultado, nota-se que a adubadora poderá ser tracionada e acionada por tratores de baixa potência, até 40cv segundo Anfavea (2011). O valor de demanda de potência para cada linha da adubadora (0,98 kW) pode ser considerado baixo quando comparado ao valor de 3,57 kW por linha de plantio obtido de uma

semeadora-adubadora dotada do mecanismo de disco de corte de palhada e facção para deposição de adubo trabalhando em um solo com textura argilosa sob sistema de semeadura direta com uma velocidade de trabalho de $3,4 \text{ km h}^{-1}$ (Furlani et al., 2008).

Este menor valor deve-se ao mecanismo de trabalho da adubadora, pois quando as enxadas rotativas são acionadas pela tomada de potência do trator, funcionam como se fossem um eixo auxiliar empurrando o conjunto trator-adubadora, diferentemente da semeadora-adubadora utilizada por Furlani et al. (2008), que somente é tracionada.

O consumo horário de óleo diesel da adubadora (Tabela 2) apresentou-se equivalente ao obtido por Reis et al. (2002), que trabalhou com uma semeadora-adubadora rotacaster com duas linhas de plantio em diferentes tores de água em um Argissolo com textura argilosa e obteve o valor médio de $4,14 \text{ L h}^{-1}$. O consumo horário de óleo diesel por linha de plantio da adubadora adaptada ($2,44 \text{ L h}^{-1} \text{ linha}^{-1}$) apresentou-se próximo ao valor de uma semeadora-adubadora de semeadura direta tradicional ($2,50 \text{ L h}^{-1} \text{ linha}^{-1}$) composta por disco de corte e facção sulcador, utilizada por Furlani et al. (2008).

Isto ocorre devido ao fato da adubadora necessitar ser acionada pela tomada de potência do trator, o que contribui para maior consumo de óleo diesel. No entanto, o consumo operacional de óleo diesel do conjunto trator-adubadora ($18,74 \text{ L ha}^{-1}$) foi três vezes maior que o consumo operacional do conjunto trator-semeadora-adubadora de semeadura direta tradicional ($6,3 \text{ L ha}^{-1}$) obtido por Furlani et al. (2008).

Este maior consumo operacional deve-se ao fato do conjunto trator-adubadora possuir baixa capacidade de trabalho teórica média ($0,26 \text{ ha h}^{-1}$) comparada a do conjunto trator-semeadora-adubadora de semeadura direta tradicional ($1,3 \text{ ha h}^{-1}$).

A incorporação do composto orgânico no perfil do solo está representada na Figura 1 pelos teores médios de carbono orgânico até 10 cm de profundidade. Observa-se que o maior teor de carbono orgânico ($5,20 \text{ dag kg}^{-1}$) foi obtido na profundidade de 0-2 cm com a incorporação do adubo orgânico na área com a presença de palhada. Para os tratamentos com a aplicação do composto orgânico nota-se que na medida em que se aprofunda no perfil do solo ocorre uma redução nos teores de carbono orgânico, no entanto, percebe-se que, para tais tratamentos, um efeito mais pronunciado nas profundidades de 0-2 e 2-4 cm mostrando a eficiência da adubadora em incorporar o composto orgânico no solo podendo contribuir com a minimização do processo de volatilização do nitrogênio na forma de NH_3 e aumentar o contato do mesmo com as raízes das plantas.

Para os tratamentos sem a aplicação do composto orgânico (testemunha) com a presença de palhada observa-se que não houve diferença estatística entre as profundidades

sendo os valores situados próximos a 3,00 dag kg⁻¹. Já para a testemunha sem a presença de palhada apenas a profundidade de 8-10 cm diferiu das demais apresentando o menor valor (2,50 dag kg⁻¹).

Conclusões

A adubadora poderá ser acionada e tracionada por tratores de baixa potência, menor que 40 cv.

O conjunto trator-adubadora foi eficiente em incorporar o adubo orgânico ao solo na camada de 0-4 cm de profundidade.

Referências Bibliográficas

ANFAVEA. Anuário estatístico. Disponível em: <http://www.anfavea.com.br>. Acesso em: 10 abr. de 2012.

CRUZ, C.C.; ALVARENGA, R.C.; NOVOTNY, E.H.; PEREIRA FILHO, I.A.; SANTANA, D.P.; PEREIRA, F.T.F. & HERNANI, L.C. Sistema plantio direto. Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção. Versão Eletrônica – 3.ed. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/mandireto.htm>. Acesso em: 10 de abr. de 2012.

DIAS, M. A.; LOPES, J. C.; CORRÊA, N. B.; DIAS, D. C. F. S. Germinação de sementes e desenvolvimento de plantas de pimenta malagueta em função do substrato e da lâmina de água. *Revista Brasileira de Sementes*, v.30, n.3, p.115-121, 2008.

DIAS, V. O. Desempenho de dois protótipos de semeadoras-adubadoras para plantio direto. 2009. 82 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)– Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS, 2009.

FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P.; FILHO, A. C.; 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 Ciências do Solo*, v.32, p.345-352, 2008.

HAFEZ, A.A.R. Comparative changes in soil-physical properties induced by mixtures of manures from various domestic animals. *Soil Science*, v.118, p.53-59, 1974.

JANSEN, H. H.; MCGINN, S. M. Volatile loss of nitrogen during decomposition of legume green manure. *Soil Biology and Biochemistry*, v.23, p.193-297, 1991.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, v.2, p.176-177, 1962.

NUNES, J. C. S.; ARAUJO, E. F.; SOUZA, C. M.; BERTINI, L. A.; FERREIRA, F. A. Efeito da palhada de sorgo localizada na superfície do solo em características de plantas de soja e milho. *Revista Ceres*, v.50, p.115-126, 2003.

REIS, E. F.; VIEIRA, L. B.; SOUZA, C. M.; SCHAEFER, C. E. G. R.; FERNANDES, H. C. Avaliação do desempenho de duas semeadoras-adubadoras de plantio direto em diferentes teores de água em um solo argiloso. Engenharia na Agricultura, v.10, p.61-68, 2002.

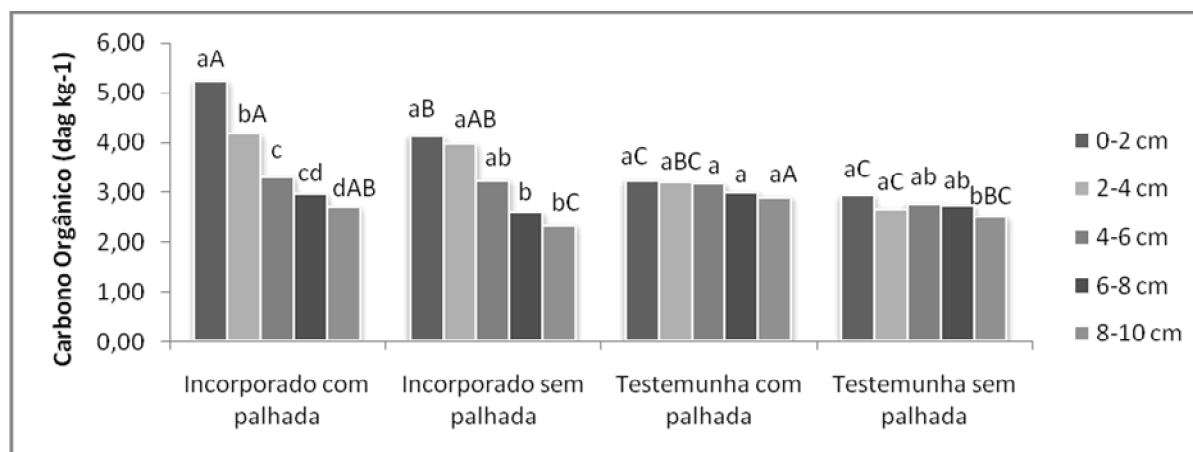
WEIL, R.R. & KROONTJE, W. Physical condition of a Davidson Clay Loam after five years of heavy poultry manure applications. Journal of Environmental Quality, v.8, p.387-392, 1979.

Tabela 1 - Valores de velocidade, força de tração e potência, da primeira (com adubadora) e da segunda (sem adubadora) etapas da avaliação da demanda de potência de uma adubadora para sistema orgânico de semeadura direta. Viçosa - MG, 2012

Repetição	Sem adubadora			Com Adubadora		
	Velocidade (m s ⁻¹)	Força (N)	Potência (kW)	Velocidade (m s ⁻¹)	Força (N)	Potência (kW)
1	0,92	1774,30	1,63	0,91	4098,06	3,73
2	0,91	2346,65	2,14	0,90	4498,71	4,05
3	0,93	2461,12	2,29	0,90	4670,42	4,20
Média	0,92	2194,02	2,02	0,90	4422,40	3,98

Tabela 2 - Valores capacidade de trabalho teórica, consumo horário de óleo diesel e consumo operacional de óleo diesel do conjunto trator-adubadora para sistema orgânico de semeadura direta. Viçosa - MG, 2012

Repetição	Capacidade de Trabalho (ha h ⁻¹)	Consumo horário (L h ⁻¹)	Consumo operacional (L ha ⁻¹)
1	0,26	4,96	18,73
2	0,25	4,76	18,74
3	0,26	4,90	18,74
Média	0,26	4,87	18,74



Barras seguidas pelas mesmas letras minúsculas não apresentaram diferença significativas entre profundidades dentro de cada tratamento. Barras seguidas pelas mesmas letras maiúsculas não apresentaram diferença significativas entre tratamentos dentro da mesma profundidade, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 1 – Valores médios de carbono orgânico em função da incorporação de adubo orgânico e presença e ausência de palhada.