

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**DESEMPENHO DE SEMEADORA-ADUBADORA EM
FUNÇÃO DE SULCADORES, PROFUNDIDADES E
VELOCIDADES DE OPERAÇÃO**

MATEUS DE OLIVEIRA COARESMA
NÉLIO RODRIGO OJEDA CANTEIRO

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2017

DESEMPENHO DE SEMEADORA-ADUBADORA EM FUNÇÃO DE SULCADORES, PROFUNDIDADES E VELOCIDADES DE OPERAÇÃO

MATEUS DE OLIVEIRA COARESMA
NÉLIO RODRIGO OJEDA CANTEIRO

Orientador: PROF. DR. CRISTIANO MÁRCIO ALVES DE SOUZA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal da Grande Dourados, como
parte das exigências para conclusão do curso de
Engenharia Agrícola.

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

C652d Coaresma, Mateus De Oliveira

Desempenho de semeadora-adubadora em função de sulcadores,
profundidades e velocidades de operação / Mateus De Oliveira Coaresma, Nélio
Rodrigo Ojeda Canteiro -- Dourados: UFGD, 2017.

28f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Cristiano Marcio Alves de Souza

TCC (Graduação em Engenharia Agrícola) -Faculdade de Ciências Agrárias,
Universidade Federal da Grande Dourados.

Inclui bibliografia

1. Preparo reduzido. 2. Emergência a campo. 3. Mecanização agrícola. 4.
Milho. 5. Qualidade de semeadura. I Nélio Rodrigo Ojeda Canteiro II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

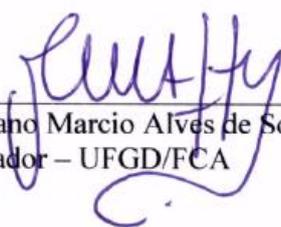
DESEMPENHO DE SEMEADORA-ADUBADORA EM FUNÇÃO DE SULCADORES, PROFUNDIDADES E VELOCIDADES DE OPERAÇÃO

Por

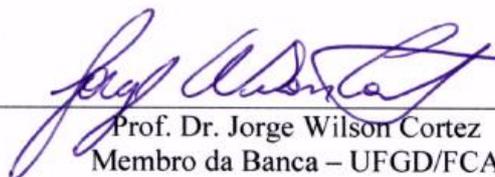
MATEUS DE OLIVEIRA COARESMA
NÉLIO RODRIGO OJEDA CANTEIRO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos exigidos para
obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÍCOLA

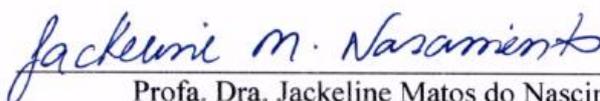
Aprovado em: 29 de março de 2017.



Prof. Dr. Cristiano Marcio Alves de Souza
Orientador – UFGD/FCA



Prof. Dr. Jorge Wilson Cortez
Membro da Banca – UFGD/FCA



Profa. Dra. Jackeline Matos do Nascimento
Membro da Banca – Unigran

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecemos a Deus, que nos permitiu que este momento fosse vivido, trazendo alegria aos nossos pais e a todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

Agradecemos a Universidade Federal da Grande Dourados, por nos proporcionar a realização deste curso.

Ao nosso orientador, professor Cristiano Márcio Alves de Souza, pela paciência, dedicação e ensinamentos que nos possibilitaram a realização deste trabalho.

Aos nossos familiares que nos incentivaram e apoiaram durante toda a caminhada acadêmica.

A todos os nossos amigos da faculdade, que se dedicaram na realização deste trabalho.

A todos professores e técnicos, que se disponibilizaram em nos ajudar.

SUMÁRIO

| | Página |
|---|--------|
| RESUMO | V |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 3 |
| 2.1. Cultura do Milho..... | 3 |
| 2.2. Sistema de Cultivo | 3 |
| 2.3. Semeadora-Adubadora..... | 5 |
| 2.4. Qualidade de Semeadura..... | 8 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS..... | 10 |
| 3.1. Área experimental | 10 |
| 3.2. Implantação experimental e tratamentos..... | 10 |
| 3.2.1. Caracterização da semeadora-adubadora | 11 |
| 3.2.2. Caracterização do trator | 12 |
| 3.2.3. Caracterização da grade pesada | 12 |
| 3.2.4. Caracterização da grade niveladora | 13 |
| 3.2.5. Caracterização da semeadura, adubação e controle de plantas daninhas | 14 |
| 3.3. Avaliações..... | 14 |
| 3.3.1. Resistência do solo à penetração..... | 14 |
| 3.3.2. Profundidade de plantio | 14 |
| 3.3.4. Percentagem e índice de velocidade de emergência de plântulas | 14 |
| 3.3.5. Distribuição longitudinal de sementes | 15 |
| 3.3.6. Capacidades de trabalho e energia consumida..... | 15 |
| 3.4. Análise estatísticas | 16 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 17 |
| 4.1. Qualidade de semeadura | 17 |
| 4.2. Desempenho da semeadora-adubadora..... | 18 |
| 5. CONCLUSÃO..... | 22 |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 23 |

RESUMO

COARESMA, M.O; CANTEIRO, N.R.O. **Desempenho de semeadora-adubadora em função de sulcadores, profundidades e velocidades de operação.** 2017. 28f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrícola). Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS.

O desenvolvimento eficaz da cultura do milho, no cultivo mínimo, tem como uma das variáveis consideráveis, a correta adequação dos componentes de regulação e a velocidade de deslocamento da semeadora-adubadora durante a semeadura. O trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de uma semeadora-adubadora utilizando-se dois sulcadores, duas profundidades de deposição da semente e três velocidades de operação na semeadura do milho, em preparo reduzido. A semeadora utilizada foi a uma Baldan PPSOLO *speed box* 4500. Para montagem do experimento foi adotado o esquema de parcelas subdivididas, em que as parcelas constituíram o tipo de mecanismo sulcador (haste sulcadora ou disco duplo) e as subparcelas três velocidades de deslocamento (3,20; 5,15; 7,32 km h⁻¹) e duas profundidades de semeadura (35 e 40 mm), no delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. As variáveis analisadas foram o índice de velocidade de emergência de plântulas, a emergência a campo, os espaçamentos aceitáveis, falhos e duplos, a força na barra de tração, a potência do motor, a energia consumida por hectare e as capacidades de campo efetiva e operacional. A qualidade de semeadura foi influenciada pelo tipo de sulcador e pela profundidade de deposição das sementes, sendo que o disco-duplo trabalhando a 35 mm de profundidade proporcionaram os melhores resultados. As capacidades de campo da semeadora avaliada aumentaram conforme aumento da velocidade de deslocamento, entretanto não foram afetadas pelos tipos de sulcadores usados e as profundidades até 40 mm. A força exigida na barra de tração não é afetada pela variação da velocidade de semeadura em preparo do solo com cultivo mínimo, entretanto a potência exigida no motor do trator aumenta e a energia demandada por hectare diminui.

Palavras-chave: preparo reduzido, emergência a campo, mecanização agrícola, milho, qualidade de semeadura.

1. INTRODUÇÃO

Um dos principais cereais produzidos no mundo é o milho (*Zeamays L.*), pois fornece produtos para a alimentação humana, animal e matéria-prima para a indústria (MORAES e BRITO, 2010).

A cultura do milho foi cultivada em mais de 15,5 milhões de hectares na safra 2013/2014, com produtividade média de 5,18 Mg ha⁻¹ (CONAB, 2015), sendo que, nos últimos anos, têm-se observado relevantes incrementos na produtividade de grãos dessa cultura (HÖRBE et al., 2013). Isso se deve a mudanças tecnológicas recentes, tais como avanços no melhoramento genético, qualificação das adubações de base e de cobertura, modernização da mecanização agrícola, uso de irrigação e aprimoramento na gestão dos recursos agrícolas pela adoção da agricultura de precisão (AP).

Atualmente há três possíveis sistemas de cultivos de serem usados na produção: o convencional, que inclui aração, gradagem, semeadura e cultivos subsequentes; o cultivo mínimo ou preparo reduzido, em que o número de operações convencionais de revolvimento do solo é diminuído, e o plantio direto, definido como aquele no qual o solo sofre a menor movimentação que garanta a germinação e crescimento satisfatório das plantas.

A região centro-sul do Estado de Mato Grosso do Sul tem aumentado o uso de sistema conservacionista, e o fato de a maioria das áreas apresentar solos muito argilosos, com a manutenção da umidade nesses solos, pode ocorrer em problemas de restrição física ao bom desempenho das culturas de produção agrícola (KOAKOSKI et al., 2007).

A utilização do cultivo mínimo e o sistema de plantio direto proporcionam redução no número de operações agrícolas, diminui a erosão laminar, bem como o carregamento de fertilizantes e agrotóxicos para os mananciais de água e possibilita maior conservação da umidade do solo (CASTRO FILHO et al., 1991; NASCENTE e CRUSCIOL, 2012).

Os sulcadores utilizados na abertura dos sulcos são discos ou hastes, que rompem a camada compactada superficial do solo, descompactando e aumentando a sua porosidade. Entretanto, quando a camada está abaixo da capacidade de ataque dos sulcadores das semeadoras, pode haver a necessidade de uso de outra operação tal como a subsolagem ou a aração. Assim, torna-se oportuno o estudo da semeadura feita por semeadoras-adubadoras desenvolvidas para plantio direto em condições de solo sob preparo reduzido.

Para o bom desenvolvimento de uma cultura agrícola, as sementes devem ser depositadas nos sulcos com largura e profundidade suficientes para se obter um adequado contato e cobertura da semente com o solo. A regulagem dos sulcadores permite variar a

profundidade do sulco, atendendo assim as especificações da diversidade de sementes. Normalmente, para o milho a semeadura se concentra entre 3 a 7 cm de profundidade, sendo a profundidade média adotada de 5 cm. Caso essas sementes sejam semeadas em maior profundidade, poderá causar prejuízos à emergência das plântulas, diminuindo a população de plantas da cultura na área. (EMBRAPA, 1996).

Os principais fatores que afetam o desempenho dos sulcadores são o seu próprio projeto, a textura, a densidade e a resistência à penetração do solo, a quantidade de palhas e a pressão exercida pela semeadora. Quando se utiliza diferentes mecanismos de abertura de sulco, como disco duplo e haste sulcadora, espera-se que ocorram variação na qualidade da semeadura (REIS et al., 2004).

Outro fator que pode influenciar na qualidade de semeadura do milho é a velocidade de operação, que está relacionada diretamente com o disco dosador de sementes dentro do reservatório de sementes e na patinagem da roda motriz da semeadora, ocasionando alterações na uniformidade de distribuição e na deposição adequada no solo, interferindo na densidade ideal de plantas na área. O aumento da velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora modifica a velocidade periférica do disco perfurado, ocasionando danos mecânicos às sementes e comprometendo a ocupação dos furos dos discos perfurados (MANTOVANI et al., 1999)

A velocidade é um dos parâmetros que mais influência no desempenho de semeadoras, e este parâmetro afeta a distribuição longitudinal de sementes no sulco de semeadura (DELAFOSSÉ, 1986). A uniformidade de espaçamento entre as plantas distribuídas na linha pode influenciar, por sua vez, na produtividade dessa cultura. Plantas distribuídas de forma desuniforme implicam aproveitamento ineficiente dos recursos disponíveis, como luz, água e nutrientes (PINHEIRO NETO et al., 2008).

Para otimização do conjunto trator-semeadora, é necessário o conhecimento da força de tração exercida sobre a semeadora e o requerimento de cada tipo de mecanismo sulcador. As hastes formam o sulco de semeadura com maiores profundidades do que os discos duplos, com conseqüente aumento da mobilização do solo, esforços de tração e exigência de potência nos tratores (ARAÚJO et al., 1999; OLIVEIRA et al., 2000).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a ação de dois mecanismos rompedores de solo, três velocidades de operação e duas profundidades de semeadura sobre o desempenho de uma semeadora-adubadora na implantação da cultura do milho safrinha.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cultura do Milho

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de milho, ficando atrás somente dos Estados Unidos e China. No Brasil a cultura possui área cultivada de 15,12 milhões de hectares. A produção estimada para safra atual é de 80 milhões de toneladas que possuem como principal destino a fabricação de ração (CONAB, 2016).

Cultivado em diferentes sistemas produtivos, o milho é semeado principalmente nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul. O grão é transformado em óleo, farinha, amido, margarina, xarope de glicose, flocos para cereais matinais e ração (CONAB, 2015). É uma planta de ciclo vegetativo variado, entre 100 e 180 dias, em função da caracterização dos genótipos (superprecoce, precoce e tardio), período esse compreendido entre a semeadura e a colheita. Além disso, é uma planta C4, sendo extremamente eficiente na conversão de CO₂, apresentando altas taxas de fotossíntese líquida, mesmo em elevados níveis de luz (ALVES, 2007).

O milho constitui um dos principais insumos para o segmento produtivo, sendo utilizado com destaque na alimentação de animal, em especial na suinocultura, na avicultura e na bovinocultura de leite, tanto na forma “in natura”, como na forma de farelo, de rações ou de silagem. Na alimentação humana, o milho é comumente empregado na forma “in natura”, como milho verde, e na forma de subprodutos, como pão, farinha, massas (BULL e CANTARELLA, 1993) e atualmente na produção de etanol (ALVES, 2007). Na cadeia produtiva de suínos e aves são consumidos aproximadamente 70% do milho produzido no mundo e entre 70 e 80% do milho produzido no Brasil.

O consumo de milho que se destina a alimentação humana representa apenas 13% do total. Ou seja, significa dizer que a participação do milho na alimentação é bem reduzida, se comparada àquela de produção de ração animal (MIRANDA et al., 2008). Entretanto, mesmo sendo um percentual baixo, os derivados do milho são de suma importância principalmente na alimentação de regiões com baixa renda (CRUZ et al., 2007).

2.2. Sistema de Cultivo

O uso e manejo adequado do solo devem proporcionar condições favoráveis para a germinação de sementes, crescimento das raízes e também deve colocar a disposição das culturas, a água e os nutrientes que necessitam, além de contribuir para o controle de pragas, doenças e plantas daninhas (TAVARES et al., 2012).

De acordo com Cunha et al. (2011), os sistemas de preparo do solo mais utilizados são o preparo convencional, o cultivo reduzido e o plantio direto. O preparo convencional do solo é caracterizado por sua mobilização intensiva na camada arável, aumentando a possibilidade de translocação de argila no perfil, a compactação do solo, as erosões e a oxidação da matéria orgânica (ANDRADE et al., 2009). Para o cultivo reduzido entende-se o uso de escarificadores ou subsoladores para o rompimento de camadas compactadas e a manutenção de cobertura vegetal sobre o solo, sendo uma alternativa de manejo conservacionista (FUENTES-LLANILLO et al., 2013).

O preparo convencional do solo pode ser definido como o revolvimento de camadas superficiais para reduzir a compactação, incorporar corretivos e fertilizantes, aumentar os espaços porosos e, com isso, elevar a permeabilidade e o armazenamento de ar e água (SANTIAGO e ROSSETTO, 2007b). O revolvimento do solo promove o corte e o enterro das plantas daninhas e auxilia no controle de pragas e patógenos do solo e, além disso, esse processo facilita o crescimento das raízes das plantas.

Dessa forma, o preparo convencional é realizado, basicamente, com aração e gradagens, cujo arado efetua o corte, elevação, inversão e queda, com um efeito de esboroamento de fatias de solo denominadas de leivas. A grade complementa esse trabalho, diminuindo o tamanho dos torrões na superfície, além de nivelar o terreno. Entretanto, tal prática pode acarretar sérios problemas com o passar dos anos (GABRIEL FILHO et al., 2000).

A erosão é um problema oriundo do uso excessivo e inadequado de arado e grade, através da compactação do solo nas camadas subsuperficiais. Essas camadas compactadas tendem a aumentar a erosão, pois dificultam a infiltração da água da chuva, saturando rapidamente o solo, e com isso aumentando o escoamento superficial da água que arrasta consigo as partículas do solo (CAMARGO, 1983).

O cultivo reduzido não implica na redução da profundidade de trabalho no solo, mas no número de operações necessárias para dar condições ao estabelecimento das culturas. O princípio básico do preparo reduzido é manter somente a cobertura estritamente necessária, observando-se o teor de água do solo e principalmente, a profundidade de preparo que deve ser modificada em cada período de cultivo (CAMARGO e ALLEONI, 1997).

É um sistema intermediário ao preparo convencional e o plantio direto. Segundo Embrapa (2005), o cultivo mínimo consiste no revolvimento mínimo do solo e na manutenção dos resíduos vegetais, realizando-se escarificações e gradagens leves. Dentre as vantagens de se implantar o cultivo mínimo está a redução da erosão, a resistência a degradação do solo e a

melhora da produtividade das culturas (AMARAL SOBRINHO e MAZUR, 2005). Outra importante vantagem é a redução do uso de maquinários em relação ao sistema de preparo do solo convencional, o controle de plantas daninhas, como a tiririca (*Cyperusrotundus*) e a grama-seda (*Cynodondactylon*) (SANTIAGO e ROSSETT, 2007a).

Um dos maiores avanços no processo produtivo da agricultura brasileira foi a introdução do sistema de plantio direto (SPD) no sul do Brasil, a partir do início da década de 1970. Seu objetivo básico inicial foi controlar a erosão hídrica. O SPD teve crescimento mundial significativo, sendo, utilizado em quase 117 milhões de hectares (FAO, 2012). O sistema vem, também, se expandindo no Brasil, desde a década de 1970, ultrapassando no ano agrícola 2010/2011, 25 milhões de hectares (FEBRAPDP, 2012).

O plantio direto é um sistema de cultivo conservacionista na qual procura-se manter o solo sempre coberto por plantas em desenvolvimento e por resíduos vegetais. Essa cobertura tem por finalidade protegê-lo do impacto das gotas de chuva, do escoamento superficial e das erosões hídrica e eólica (CRUZ et al., 2006).

O SPD é um sistema de semeadura no qual a semente e o adubo são colocados diretamente no solo não revolvido. É aberto somente um sulco, de profundidade e largura suficientes para garantir uma boa cobertura e contato da semente com o solo. O controle de plantas daninhas, é geralmente feito com herbicidas aplicados antes ou depois da instalação da cultura, eliminando as operações de aração, gradagens, escarificações e outros métodos convencionais de preparo do solo (MACHADO e SILVA, 2001).

A utilização do sistema de preparo conservacionista proporciona redução dos custos de produção, maior economia de combustível, em função da ausência das operações de preparo generalizado, permitindo melhor racionalização no uso de máquinas e implementos. O plantio direto é um sistema de cultivo conservacionista em que a semeadura é efetuada sem as etapas do preparo convencional. É necessário manter-se o solo sempre coberto por plantas em desenvolvimento e por resíduos vegetais (CRUZ et al., 2009).

A erosão é muito menor quando o sistema de manejo do solo é o SPD. Esta é, aliás, a primeira motivação para a adoção do sistema: menor ocorrência de perdas de terra, água e nutrientes por erosão em relação aos sistemas convencionais (arados ou grades) de preparo do solo (MARIA, 1999).

2.3. Semeadora-Adubadora

O processo de semeadura busca a adequada distribuição longitudinal das sementes no solo, aliada à correta profundidade de deposição das mesmas para se obter estande correto

e uniforme (ALMEIDA et al., 2010). É uma das etapas que exigem maior perfeição em sua execução, pois pode comprometer a rentabilidade da atividade agrícola (ROS et al., 2011).

A semeadora é a máquina mais importante para o sucesso do plantio direto. Além da distribuição uniforme e da colocação adequada para garantir a germinação, a semeadora sob plantio direto desempenha a função de abertura do sulco e descompactação do solo, fazendo o corte da palha e o rompimento do solo na linha de semeadura. Comparando-se com a semeadora convencional, que trabalha sobre solo previamente preparado, pode-se concluir que, para semeadoras de mesma capacidade, a necessidade de tração será bem maior para as de plantio direto (CHAPLIN et al., 1988).

A semeadura realizada sob restos vegetais das culturas anteriores é definida como semeadura direta. Durante o processo de implantação de uma lavoura na semeadura direta, os aspectos mais relevantes para seu sucesso estão relacionados com o desempenho da semeadora-adubadora no que se refere ao corte eficiente dos restos culturais, à abertura e ao fechamento dos sulcos e à correta distribuição de semente e do fertilizante no solo (VALE, 2009; JASPER, 2011).

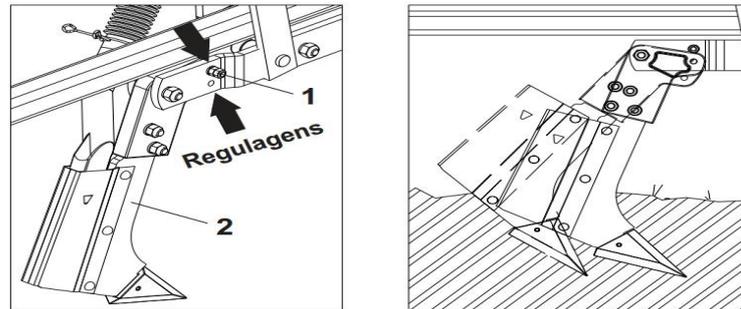
As semeadoras de precisão são máquinas agrícolas que enterram as sementes em sulcos, uma a uma, a distâncias regulares, segundo a densidade de semeadura preestabelecida (ABNT, 1996). Para a implantação das culturas, existem vários tipos de semeadoras, com diversos sistemas para a dosagem de sementes. Dentre os mais utilizados, estão os sistemas mecânicos com discos perfurados horizontais e os sistemas pneumáticos (TOURINO, 2009).

Na cultura do milho, não há compensação da falta de plantas por perfilhamento ou produção de floradas; sendo assim, a atividade deve receber atenção especial, de forma a assegurar uma população uniforme, com chances de alcançar o potencial produtivo e a rentabilidade (EMBRAPA, 2012).

Nas semeadoras-adubadoras nacionais existem basicamente dois tipos de sistemas de abertura de sulco, que são: sulcador disco duplo e do tipo haste sulcadora. O disco duplo apresenta vantagens de mobilizar uma quantidade menor de solo, necessitar menor quantidade de força de tração e também apresenta menor índice de embuchamento de palha. Em contrapartida, as hastes sulcadoras facilitam o rompimento da camada superficial muitas vezes compactada no sistema de integração lavoura-pecuária, melhorando o desenvolvimento radicular e vegetativo das culturas (GERMINO, 2006).

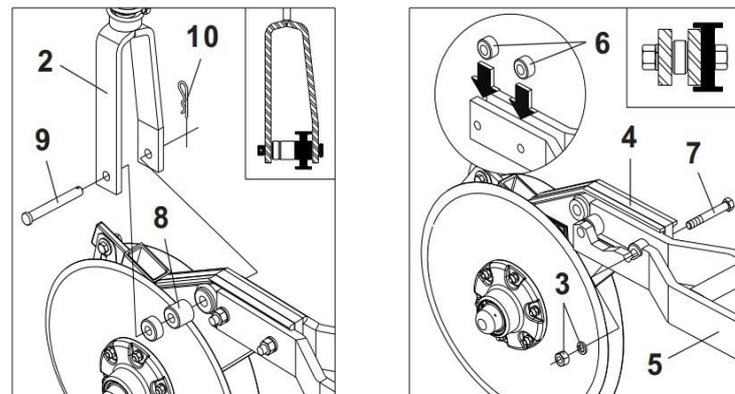
A utilização de haste sulcadora (Figura 1) para deposição do adubo em detrimento dos discos duplos (Figura 2) vem crescendo entre os agricultores. Basicamente, a explicação resume-se no fato do mecanismo tipo haste romper melhor as camadas compactadas e

também por trabalharem melhor em solos mais argilosos, diminuindo as perdas de tempo e insumos por embuchamento.



Fonte: Baldan (2008).

FIGURA 1. Haste sulcadora de semeadora-adubadora.



Fonte: Baldan (2008).

FIGURA 2. Disco-duplo de semeadora-adubadora.

A haste sulcadora possui ângulo de ataque para facilitar sua penetração no solo, evitando a necessidade de transferência total de peso da máquina na penetração dos discos de corte dos resíduos e dos discos de distribuição das sementes no solo, facilitando um preparo localizado com uma profundidade estabilizada entre 8 a 15 cm na deposição do fertilizante (CASÃO JÚNIOR et al., 1998 e PORTELLA, 1997).

Vários fatores afetam a qualidade de operação da semeadura, dentre eles a semente, o solo, a máquina, o clima e o operador. Com relação ao material propagativo, merecem destaque a distribuição e a cobertura das sementes. A influência da máquina se dá pelo tipo de mecanismo dosador e sua forma de acionamento pelo tipo de sulcador, e pelo tipo de mecanismos de cobertura da semente (BALASTREIRE, 1987).

2.4. Qualidade de Semeadura

Os aspectos mais relevantes para o sucesso da lavoura no plantio direto estão relacionados com o desempenho da semeadora-adubadora no que se refere ao corte e a colocação de sementes e fertilizantes em profundidades corretas e em contato com o solo. Também é importante que as máquinas apresentem adequada regularidade, com distribuição precisa de sementes e fertilizantes (EMBRAPA, 1994).

Silva (2002) cita a profundidade de semeadura como o fator que mais influência na emergência e no desenvolvimento vegetativo da cultura do milho, o que, mostra a relativa importância de uma regulação correta de profundidade para garantir um bom estande de plantas.

Na operação de semeadura, o estande adequado e a uniformidade de distribuição de sementes são apontados como fatores influentes na produtividade do milho (DELAFOSSÉ, 1986). A correta dosagem de semente e fertilizante pela semeadora é uma importante etapa no processo de semeadura em qualquer cultura, enquanto o processo eficiente de dosagem de sementes consiste na sua distribuição uniforme, de acordo com os padrões recomendados para a cultura (MERCANTE, 2005)

As semeadoras devem apresentar características especiais para efetuarem semeadura eficiente, sendo a regulação, os parâmetros que irá contribuir para a obtenção do bom desempenho do equipamento (SATTLER, 1996).

Anderson (2001) cita que se a semeadora-adubadora não possuir precisão nos mecanismos dosadores de sementes e fertilizantes a semeadura pode ficar comprometida, e que a uniformidade na distribuição de fertilizantes deve ser mantida independentemente de variações nas engrenagens, velocidade de deslocamento da máquina e quantidade de produto no reservatório. Avaliando a carga no depósito de adubo observaram que com reservatório cheio ocorre maior distribuição de adubo, e à medida que o reservatório esvazia ocorre diminuição na dose de adubo aplicada (FURLANI, 2005).

A revisão da semeadora é indicada a cada entressafra para verificar se há peças desgastadas ou quebradas da safra anterior. É importante realizar uma inspeção geral nos elementos de corte e de deposição de adubo, engrenagens, correntes de transmissão, discos duplos de corte, limitadores de profundidade, compactadores, condutores de adubo e semente e principalmente nos seus componentes de distribuição. As regulagens e componentes devem ser inspecionados diariamente durante todo o plantio para que o equipamento tenha o desempenho desejado. A lubrificação do equipamento deve ser feita no início e durante todo o período de utilização, de acordo com as orientações do fabricante (GREGORIN, 2015).

As semeadoras-adubadoras trabalhando com velocidade constante, à medida que distribuem as sementes no solo, podem sofrer variações de densidade ocasionadas pela necessidade de cada cultivar. Assim quando se aumenta a densidade de semeadura, o sistema dosador tem que distribuir mais semente por metro, tornando-se menos eficiente (ANDERSON, 2001)

A melhor máquina é aquela que atende aos requisitos da semente para germinação e desenvolvimento da planta. Não há semeadora-adubadora universal para todas as situações de solo, cobertura vegetal, topografia e distribuição de sementes e fertilizantes (GASSEN e GASSEN, 1996).

Para Portella et al. (1993) as semeadoras de SPD devem apresentar algumas características especiais para facilitar o corte da palha e o fluxo desta, sem causar embuchamentos. Algumas delas são citados por Carvalho (2004): disco de corte, que tem por função cortar os restos culturais e a haste sulcadora que deve ter espessura inferior a 2 cm, com ângulo de ataque de 20 a 25 graus em relação à superfície do solo, podendo a haste ter formatos reto, inclinado ou parabólico. As características das hastes resultam em menor movimentação de solo e em menor esforço de tração e penetração.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área experimental

O trabalho foi realizado no Laboratório de Projetos de Máquinas e no Laboratório de Sistemas Integrados de Produção de Oleaginosas da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), sediada no município de Dourados-MS (latitude 22°13'16"S, longitude 54°17'01"W e altitude de 430 m). Os experimentos de campo foram realizados na Fazenda Experimental da UFGD, localizada zona rural de Dourados-MS.

O clima regional classificado pelo sistema internacional de Köppen é do tipo Am, monçônico, com inverno seco precipitação média anual de 1.500 mm e temperatura média anual de 22°C (ALVARES et al., 2013). A topografia da área experimental apresenta declividade média de 2%.

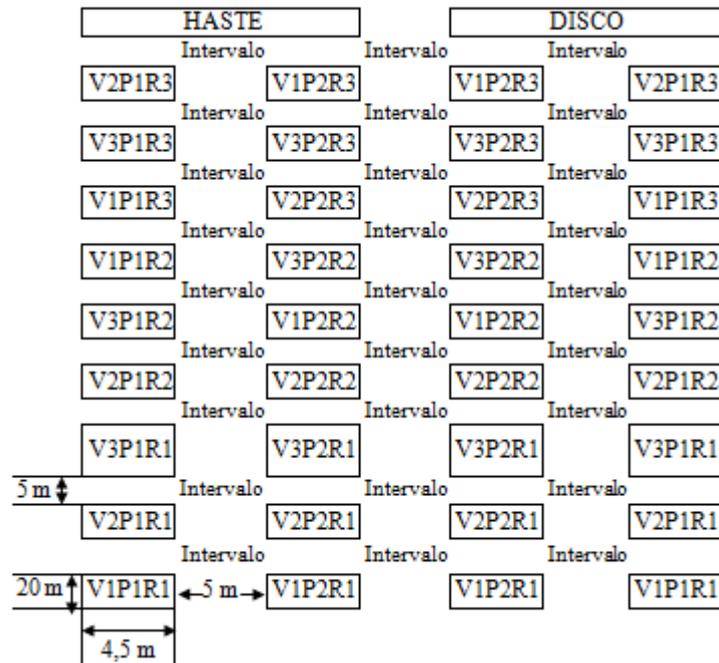
A área experimental teve grande infestação de plantas daninhas como capim colônio (*Panicum maximum* Jacq.) e capim-amargoso (*Digitaria insularis*). Na área foram realizados os manejos das plantas daninhas, usando o preparo reduzido do solo com uma gradagem pesada e uma grade niveladora, no dia 17 de fevereiro de 2017.

Os estudos foram feitos em solo classificado como Latossolo Vermelho Distroférico, textura argilosa, classe representativa da maioria dos solos do centro-sul de MS.

3.2. Implantação experimental e tratamentos

Para montagem do experimento foi adotado o esquema de parcelas subdivididas, em que as parcelas constituíram o tipo de mecanismo sulcador (haste sulcadora ou disco duplo) e as subparcelas três velocidades de deslocamento (3,20; 5,15 e 7,32 km h⁻¹) e duas profundidades de semeadura (35 e 40 mm), no delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. O croqui com as combinações de fatores do experimento distribuídas a campo está apresentado na Figura 3.

As coletas de dados foram feitas no dia do plantio e até 17 dias após a emergência. Cada unidade experimental ocupou uma área de 90 m², sendo 20 m de comprimento por 4,5 m de largura.



V: velocidade; P: profundidade de sementeira. R: repetição.

FIGURA 3. Croqui de montagem do experimento no campo.

3.2.1. Caracterização da semeadora-adubadora

Os testes foram realizados com uma semeadora-adubadora Baldan, modelo PPSOLO *speed box* 4500 (Figura 4), com 5 linhas de plantio, largura de trabalho 4480 mm, peso aproximando 4100 kg. Foi utilizada uma semeadora-adubadora de plantio direto com as seguintes características: mecanismo de corte de palha tipo disco liso, mecanismo de distribuição de semente tipo disco perfurado horizontal, mecanismo de distribuição de adubo tipo rotor acanalado e rodas compactadoras com possibilidades de regulagens. Os níveis de pressão das rodas compactadoras foram determinados de acordo com as regulagens disponíveis na semeadora-adubadora.



FIGURA 4. Semeadora Baldan, modelo PP SOLO 4500 Solografic.

3.2.2. Caracterização do trator

Foi utilizado um trator New Holland (Figura 5), 4x2 TDA, massa com operador de 3.410 kg, cilindrada de 3.908 cm³ e potência no motor a 2.400 rpm de 88 cv.

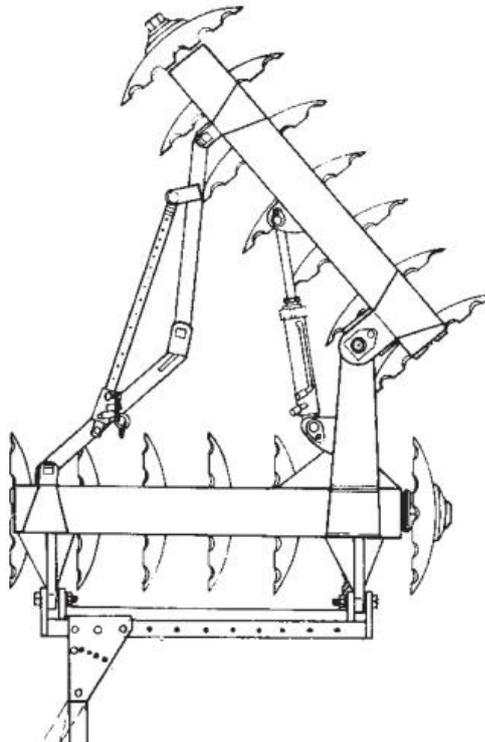


FIGURA 5. Trator utilizado no experimento.

3.2.3. Caracterização da grade pesada

Na área experimental foi realizado o manejo das plantas daninhas usando preparo reduzido do solo, com uma gradagem pesada e uma grade niveladora, no dia 17 de fevereiro de 2017.

Para realização dessa atividade foi utilizado uma grade pesada da marca Baldan (Figura 6), com 10 discos; largura de trabalho de 1530 mm.

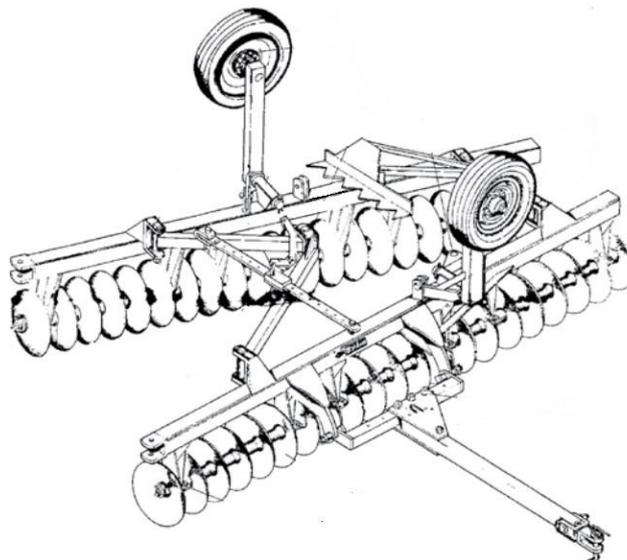


Fonte: Baldan (1998).

FIGURA 6. Grade pesada utilizada no experimento.

3.2.4. Caracterização da grade niveladora

Para realização da operação de nivelamento foi utilizado a grade niveladora da marca baldan (Figura 7), com 28 discos e largura de trabalho de 2350 mm.



Fonte: Baldan (1998).

FIGURA 7. Grade niveladora utilizado no experimento

3.2.5. Caracterização da semeadura, adubação e controle de plantas daninhas

A semeadura foi efetuada com uma semeadora-adubadora de plantio direto. A adubação foi feita de acordo com as exigências da cultura e as necessidades do solo. A máquina foi regulada visando a distribuição equivalente a 55.000 sementes de milho por hectare, espaçamento de 90 cm entre linhas.

O manejo de plantas daninhas pós semeadura foi efetuado com o uso de herbicidas específicos, conforme as espécies de plantas daninhas presentes e recomendações agronômicas.

3.3. Avaliações

3.3.1. Resistência do solo à penetração

Aos três dias após a semeadura foi determinada a resistência do solo à penetração sobre a linha de plantio, utilizando-se um penetrômetro modelo Falker para a obtenção do índice de cone (ROS et al., 2011) de 0 a 200 mm de profundidade, com três repetições por parcela experimental. A resistência do solo à penetração média na área foi de 1.866,73 kPa.

3.3.2. Profundidade de plantio

A profundidade de plantio foi avaliada em uma faixa de 10 m em cada parcela, eliminando-se áreas próximas à bordadura, de acordo com a metodologia utilizada por Oliveira et al. (2000). Após a germinação do milho, corta-se a parte aérea rente à superfície do solo e, após a coleta dos mesocótilos com as sementes removidas, determina-se a distância entre a semente e a superfície do solo. As profundidades de semeadura obtidas foram de 35 e 40 mm.

3.3.4. Percentagem e índice de velocidade de emergência de plântulas

A percentagem e o índice de velocidade de emergência de plântulas foram avaliados em um comprimento de 20 m nas linhas centrais de plantio, com quatro repetições. O número de sementes inicial foi determinado de acordo com a uniformidade de distribuição de sementes da semeadora-adubadora. A contagem das plântulas emergidas foi feita diariamente por cerca de 17 dias. Os resultados do total de plântulas emergidas foram expressos em percentagem.

A determinação do índice de velocidade de emergência das plântulas foi feita, conforme metodologia descrita por Maguire (1962). Calculando-se o número de plântulas emergidas a cada dia foi possível obter o índice de velocidade de emergência das plântulas, conforme a Equação 1.

$$IVE = E_1/N_1 + E_2/N_2 + \dots + E_n/N_n \quad (1)$$

em que,

IVE - índice de velocidade de emergência, plantas dia⁻¹;

E₁, E₂, E_n - número de plantas emergidas, computadas na primeira, segunda e última contagem;

N₁, N₂, N_n - número de dias da semeadura, dia.

3.3.5. Distribuição longitudinal de sementes

A uniformidade de distribuição longitudinal de sementes foi obtida utilizando-se a metodologia apresentada por Kurachi et al. (1989). As distâncias entre sementes foram obtidas por meio de uma régua graduada em uma faixa de 4 m em cada unidade experimental, eliminando-se áreas próximas à bordadura. Determinando-se a percentagem de espaçamentos aceitáveis ($X_{ref} < X_i < 1,5 X_{ref}$), falhos ($X_i > 1,5 X_{ref}$) e duplos ($X_i < 0,5 X_{ref}$).

3.3.6. Capacidades de trabalho e energia consumida

Os parâmetros capacidade de trabalho, força de tração, potência do motor e energia exigida pela semeadora-adubadora foram determinados durante todos os testes de semeadura do milho. A capacidade de trabalho foi avaliada pela determinação das capacidades de campo efetiva e operacional, levando em consideração o rendimento de campo para obtenção dessa última, conforme descrito em Queiroz et al. (2015).

A força de tração foi determinada utilizando-se uma célula de carga em formato de Z, com capacidade de máxima de 50 kN. Na Figura 8 está apresentada a célula de carga (a) e o dispositivo (b) que foi usado para alojar a célula, para evitar a sua flexão durante os testes.

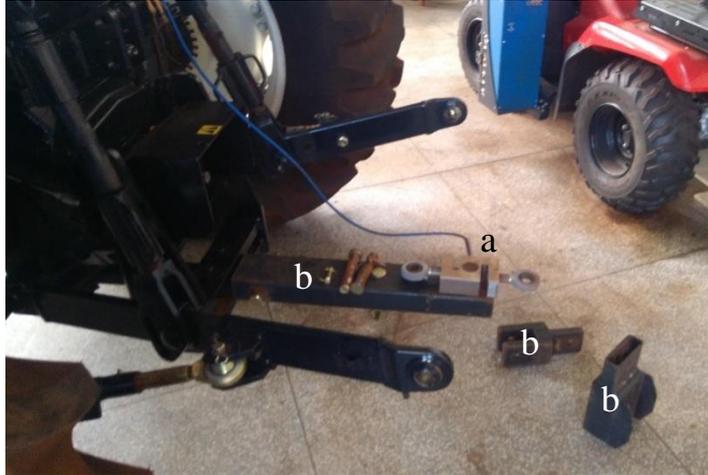


FIGURA 8. Célula de carga (a) e dispositivo usado para alojá-la (b).

A potência exigida pela semeadora-adubadora na barra de tração do trator foi determinada pelo produto da força de tração pela velocidade de deslocamento do conjunto trator-maquina, sendo seus valores expressos em kW.

A potência demanda no motor do trator foi determinada utilizando-se uma eficiência de 72% entre a potência na barra e a potência na TDP (ASAE, 2006) e uma eficiência de transmissão do motor para a TDP de 87,5% (ASAE, 2003).

A energia consumida por hectare de milho semeado foi determinada pelo quociente da potência demandada no motor do trator pela capacidade de campo operacional de semeadura feita pela máquina (QUEIROZ et al., 2015).

3.4. Análise estatísticas

Os dados foram submetidos às análises de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. As análises de regressão foram feitas considerando a significância dos coeficientes, o coeficiente de determinação e o estudo do fenômeno, com 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa computacional SAEG, versão 9.1.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Qualidade de sementeira

O resumo da análise de variância e as médias dos dados de índice de velocidade de emergência de plântulas, emergência a campo, espaçamentos aceitáveis, falhos e de sementes duplas para os fatores sulcador de solo, velocidade de deslocamento e profundidade de deposição de sementes estão apresentados no Quadro 1.

O índice de velocidade de emergência de plântulas, a emergência a campo, os espaçamentos aceitáveis e falhos foram afetados pela ação dos sulcadores de solo, sendo que o disco-duplo apresentou maiores valores para todas variáveis, entretanto a haste proporcionou menor espaçamentos falhos.

QUADRO 1. Resumo da análise de variância e médias do índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE), emergência a campo (SE), espaçamentos aceitáveis (NOR), falhos (FAL) e de duplos (MUL) para sulcador (S), velocidade (V) e profundidade (P)

| FV | GL | Quadrados médios | | | | |
|---|----|-------------------------|----------|----------|--------|----------|
| | | IVE | SE | NOR | MUL | FAL |
| S | 1 | 0,4032* | 401,334* | 814,151* | 42,453 | 492,100* |
| Erro(a) | 4 | 0,0448 | 30,629 | 130,569 | 70,301 | 88,291 |
| V | 2 | 0,0340 | 9,366 | 248,814 | 52,975 | 109,345 |
| V×S | 2 | 0,0474 | 28,066 | 29,501 | 11,675 | 57,103 |
| P | 1 | 0,0434 | 32,111 | 676,0* | 1,913 | 607,622 |
| P×V | 2 | 0,277×10 ⁻⁰⁵ | 2,250 | 0,711 | 16,133 | 19,213 |
| P×S | 1 | 0,0092 | 5,126 | 273,463 | 59,375 | 119,415 |
| S×V×P | 2 | 0,0075 | 1,335 | 0,411 | 24,585 | 25,935 |
| Resíduos | 20 | 0,0424 | 19,889 | 134,916 | 36,447 | 165,171 |
| Sulcador | | | | | | |
| Disco-duplo | | 3,27 a | 81,18 a | 51,74 a | 6,35 a | 51,42 a |
| Haste sulcadora | | 3,06 b | 74,50 b | 42,23 b | 4,23 a | 44,03 b |
| Velocidade de sementeira (km h⁻¹) | | | | | | |
| 3,20 | | 3,18 a | 78,18 a | 46,01 a | 4,34 a | 49,63 a |
| 5,15 | | 3,23 a | 79,15 a | 45,40 a | 7,53 a | 47,07 a |
| 7,32 | | 3,10 a | 76,20 a | 49,54 a | 4,00 a | 46,48 a |
| Profundidade de sementeira (mm) | | | | | | |
| 35 | | 3,21 a | 78,78 a | 51,32 a | 5,06 a | 43,62 a |
| 40 | | 3,14 a | 76,90 a | 42,65 b | 5,52 a | 51,83 a |

*Significativo a 5%, pelo teste F. Médias seguidas por letras iguais não difere entre si, pelo teste de Tukey a 5%. FV - fatores de variação. GL - graus de liberdade.

A profundidade de deposição de sementes influenciou os dados de espaçamentos normais, onde o maior valor foi observado na profundidade de 35 mm. Não houve efeito da velocidade de deslocamento sobre os dados de todas as variáveis estudadas.

4.2. Desempenho da semeadora-adubadora

O resumo da análise de variância e as médias das capacidades efetiva e operacional de campo, a força exigida na barra de tração, a potência demanda no motor do trator e a energia consumida por hectare de milho semeado estão apresentados no Quadro 2.

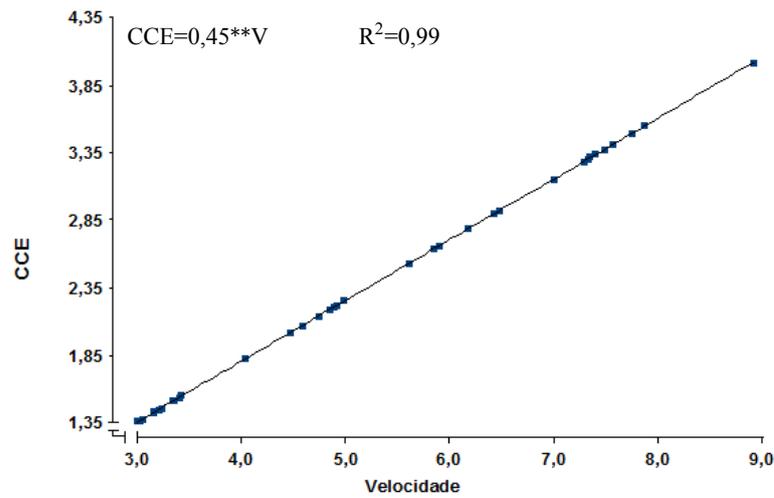
As capacidades efetiva e operacional de campo, a potência e a energia consumida por hectare foram influenciadas pela velocidade de deslocamento da semeadora-adubadora, enquanto a força, a potência e a energia consumida foram influenciadas pela interação entre a ação do sulcador de solo e a profundidade de semeadura. Houve aumento da potência com o incremento da velocidade e diminuição da energia demanda, enquanto a força não foi influenciada pela velocidade.

QUADRO 2. Resumo da análise de variância e médias das capacidades efetiva (CCE) e operacional (CCO) de campo, a força exigida na barra de tração (Fb), a potência demanda no motor do trator (Pm) e a energia consumida por hectare (EPH) de milho semeado

| FV | GL | Quadrados médios | | | | |
|--|----|------------------|---------|---------|---------|----------|
| | | CCE | CCO | Fb | Pm | EPH |
| S | 1 | 0,0584 | 0,0665 | 0,0487 | 3,6269 | 0,9487 |
| Erro(a) | 4 | 0,1841 | 0,1539 | 1,7947 | 8,7076 | 13,975 |
| V | 2 | 10,635* | 6,9808* | 12,878 | 957,64* | 80,997* |
| V×S | 2 | 0,0605 | 0,0508 | 6,1606 | 65,208 | 18,536 |
| P | 1 | 0,0111 | 0,0089 | 21,814* | 180,48* | 61,426 |
| P×V | 2 | 0,0106 | 0,0089 | 3,0637 | 24,801 | 11,488 |
| P×S | 1 | 0,0214 | 0,0130 | 98,937* | 360,01* | 435,05* |
| S×V×P | 2 | 0,0025 | 0,0015 | 3,3918 | 2,6261 | 30,805 |
| Resíduos | 20 | 0,0599 | 0,0493 | 4,2399 | 34,155 | 15,157 |
| Sulcador | | | | | | |
| Disco-duplo | | 2,39 a | 1,35 a | 7,15 a | 17,11 a | 13,68 a |
| Haste | | 2,31 a | 1,26 a | 7,23 a | 16,48 a | 14,00 a |
| Velocidade de semeadura (km h⁻¹) | | | | | | |
| 3,20 | | 1,44 c | 0,60 c | 7,15 a | 10,06 b | 16,81 a |
| 5,15 | | 2,32 b | 1,21 b | 6,84 a | 15,48 b | 13,02 ab |
| 7,32 | | 3,30 a | 2,09 a | 7,58 a | 24,85 a | 11,69 b |
| Profundidade de semeadura (mm) | | | | | | |
| 35 | | 2,37 a | 1,33 a | 7,11 a | 17,12 a | 13,54 a |
| 40 | | 2,33 a | 1,28 a | 7,27 a | 16,48 a | 14,13 a |

*Significativo a 5%, pelo teste F. Médias seguidas por letras iguais não difere entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

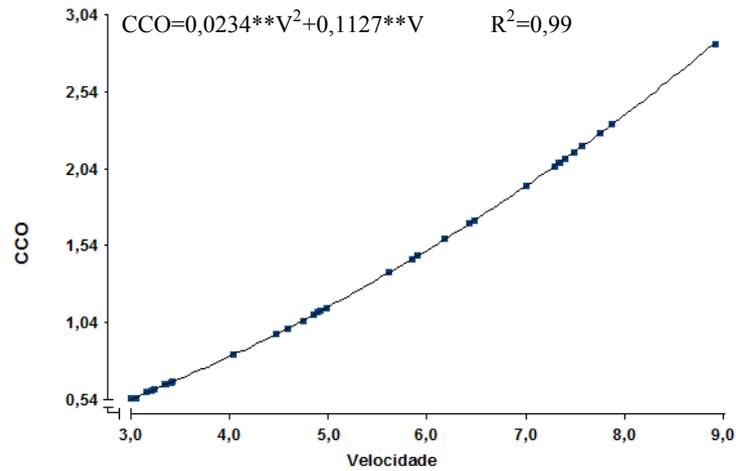
A capacidade efetiva de campo aumentou com incremento da velocidade de deslocamento da semeadora-adubadora, com taxa linear com ganho de $0,45 \text{ ha h}^{-1}$ por unidade de velocidade aumentada (Figura 9). Esse resultado era esperado considerando as relações entre o tamanho da semeadora e o espaçamento entre linhas adotado na semeadura, além do trator ser equipado com sistema de piloto automático, como a unidade de teste era a nível experimental a capacidade efetiva de campo se igualou aqueles prevista em cálculos teóricos.



**Significativo a 1%, pelo teste t.

FIGURA 9. Capacidade efetiva de campo (CCE, ha h^{-1}) da semeadora-adubadora em função da velocidade de operação (km h^{-1}).

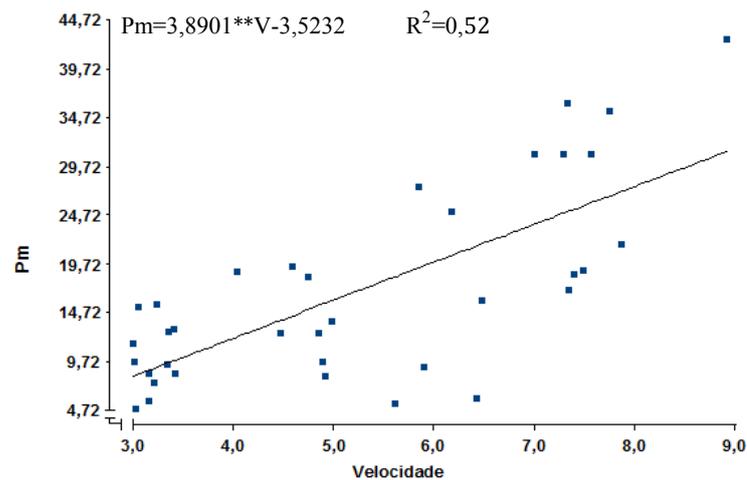
A capacidade de campo operacional teve comportamento quadrático de seus valores com aumento da velocidade de deslocamento da máquina (Figura 10). Esse resultado pode ser explicado pelo fato do aumento da velocidade de deslocamento diminuir o tempo máquina, enquanto são mantidos os tempos de manobras e de interrupção, apresentando maior rendimentos de campo nas maiores velocidades.



**Significativo a 1%, pelo teste t.

FIGURA 10. Capacidade operacional de campo (CCO, ha h⁻¹) da semeadora-adubadora em função da velocidade de operação (km h⁻¹).

A potência demandada no motor do trator aumentou linearmente com o incremento da velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora-adubadora (Figura 11). O aumento da velocidade de deslocamento acarreta em maior demanda de energia por unidade de tempo, sendo que de acordo com o modelo selecionado, a velocidade mínima para manter a energia cinética do conjunto é 0,91 km h⁻¹.



**Significativo a 1%, pelo teste t.

FIGURA 11. Potência demanda no motor do trator (Pm, kW) para tracionar a semeadora-adubadora em função da velocidade de operação (km h⁻¹).

A força exigida na barra de tração, a potência demanda no motor e a energia demanda para semear um hectare de milho tem seus maiores valores quando foi usado a maior profundidade de 40 mm (Quadro 3).

Por outro lado, quando a haste sulcadora foi usada na menor profundidade apresentou resultados semelhantes de força e potência ao obtido com o uso do disco-duplo, enquanto na maior profundidade houve diferença entre seus valores para todas as variáveis estudadas. Somente a energia demandada foi afetada pelos sulcadores, na menor profundidade, sendo que o disco-duplo apresentou maior valor, enquanto na maior profundidade de semeadura o resultado foi o contrário.

QUADRO 3. Médias da força exigida na barra de tração, potência demanda no motor e energia demanda para semear um hectare de milho em função do sulcador de solo e da profundidade de semeadura

| Sulcador do solo | Profundidade de semeadura (mm) | |
|------------------|---|----------|
| | 35 | 40 |
| | Força na barra (kN) | |
| Disco-duplo | 4,87 aB | 9,43 Ba |
| Haste sulcadora | 4,79 aB | 9,66 Aa |
| | Potência no motor (kW) | |
| Disco-duplo | 11,08 aB | 23,15 Aa |
| Haste sulcadora | 11,08 aB | 21,88 Ba |
| | Energia demanda (kWh ha ⁻¹) | |
| Disco-duplo | 9,48 aB | 17,87 Ba |
| Haste sulcadora | 9,22 bB | 18,78 Aa |

Médias seguidas por letras iguais, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não difere entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

5. CONCLUSÃO

A qualidade de sementeira foi influenciada pelo tipo de sulcador e pela profundidade de deposição das sementes, sendo que o disco-duplo trabalhando a 35 mm de profundidade proporcionaram os melhores resultados.

As capacidades de campo da semeadora avaliada aumentaram conforme aumento da velocidade de deslocamento, entretanto não foram afetadas pelos tipos de sulcadores usados e as profundidades até 40 mm.

A força exigida na barra de tração não é afetada pela variação da velocidade de sementeira em preparo do solo com cultivo mínimo, entretanto a potência exigida no motor do trator aumenta e a energia demandada por hectare diminui.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Semeadora de precisão: ensaio de laboratório/método de ensaio**. São Paulo: ABNT, 1996. 21p.
- ANDERSON, C. Avaliação técnica de semeadoras-adubadoras para plantio direto. **Plantio Direto**, Passo Fundo, n.66, p.28-32, 2001.
- ALMEIDA, R.A.S.; SILVA, C.A.T.; SILVA, S.L. Desempenho energético de um conjunto trator-semeadora em função do escalonamento de marchas e rotações do motor. **Agrarian**, Dourados, v.3, n.7, p.63-70, 2010.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2013.
- ALVES, G.C. **Efeito da inoculação de bactérias Diazotróficas dos gêneros Herbaspirillum e Bulkhorderia em genótipos de milho**. 2007. 65p. Dissertação de mestrado. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ.
- AMARAL SOBRINHO, N.M.B.; MAZUR, N. Soil preparation and nutrient losses by erosion in the culture cucumber. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 6, p. 572- 577. 2005.
- ANDRADE, C.; ALCÂNTARA, F. A.; MADEIRA, N. R.; SOUZA, R. F. Erosão hídrica em um Latossolo Vermelho cultivado com hortaliças sob diferentes sistemas de manejo. In: **Anais... CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO**, 32, 2009.
- ARAÚJO, T.M., HIGUCHI, N.; CARVALHO, J.A. Comparison of formula for biomass content determination in a tropical rain forest site in the state of Pará, Brazil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.117, n.1-3, p.43-52, 1999.
- ASAE - American Society of Agricultural Engineers. Agricultural Machinery Management Data. **ASAE Standards D497.5**. St. Joseph, p.391-398, 2006.
- ASAE - American Society of Agricultural Engineers. Agricultural machinery management. **ASAE Standards EP496.2**. St. Joseph, p.367-372, 2003.
- BALASTREIRE, L.A. **Máquinas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1987. 307p.
- BALDAN. **Manual de instruções: grade tubarão de arrasto – GTA**. Matão: Baldan, 1998. 20p. Disponível em: <http://www.baldan.com.br/conteudo-arquivo/150>
- BALDAN. **Manual de instruções: semeadora de precisão solo - PPSOLO Speed Box 4500**. Matão: Baldan, 2008. 51p. Disponível em: <http://www.baldan.com.br/conteudo-arquivo/744>

- BALDAN. NV/NVP - **Séries 28 a 56 discos**. Matão: Baldan, 1998. 2p. Disponível em: <http://www.baldan.com.br/conteudo-arquivo/182>
- CAMARGO, O.A.; ALLEONI, L.R.F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1997. 94p.
- BULL, L.T; CANTARELLA, H. **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba. POTAFOS, 1993. p.02.
- CAMARGO, O.A. **Compactação do solo e desenvolvimento de plantas**. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 44p.
- CARVALHO, R.G. **Plantio Direto**. 2004. 35f. Monografia (Graduação em Agronomia) Faculdades Associadas de Uberaba, FAZU. 2004.
- CASÃO JÚNIOR, R.; ARAÚJO, A.G.; RALISCH, R.; SILVA, A.L.; LADEIRA, A.S.; SILVA, J.C.; MACHADO, P.; ROSSETO, R. Avaliação do desempenho da semeadora adubadora Magnum 2850 PD no basalto paranaense. **Circular do Instituto de Agronomia do Paraná**, Londrina, n.105, p.1-47, 1998.
- CASTRO FILHO, C. Tillage methods and soil and water conservation in Southern Brasil. **Soil Tillage and Research**, Amsterdam, v.20, n.2-4, p.271-293, 1991.
- CHAPLIN, J.; JENANE, C.; LUEDERS, M. **Drawbar energy use for tillage operations on loamy sand**. Saint Joseph: ASAE, 1988.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos – Safra 2014- 2015**. 2015. Disponível em: . Acesso em: 14 mar. 2015.
- CONAB - Companhia nacional de abastecimento. **Safra 2015/2016**. Disponível: em<[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16-05-27-09-24-04-boletim grãos](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16-05-27-09-24-04-boletim_grãos), maio 2016.
- CRUSCIOL, C.A.C. Water supplied by sprinkler irrigation system for upland rice seed production. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 1, p. 34-42, 2012.
- CRUZ, J.C. et al. **Manejo de solos: sistema plantio direto**. 2006.
- CRUZ, J.C.; FERREIRA, A.S. et al. **Cultivo do Milho: Sistema de Produção 2**. EMBRAPA milho e sorgo, versão eletrônica – 3. ed., 2007.
- CRUZ, S.C.S.; PEREIRA, F.R.S.; BICUDO, S.J.; SANTOS, J.R., ALBUQUERQUE, A.W.; MACHADO, C.G. Consórcio de milho e *Brachiaria decumbens* em diferentes preparos de solo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.31, n.4, p.633-639, 2009.
- CUNHA, E.Q.; STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A.; FERREIRA, E.P.B.; DIDONET, A.D.; LEANDRO, W.M. Sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura na produção orgânica

de feijão e milho. I - Atributos físicos do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.35, n.2, p.603-611, 2011.

MARIA, I.C. Erosão e terraços em plantio direto. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.17-22, 1999.

DELAFOSSSE, R.M. **Máquinas sembradoras de grano grueso: descripción y uso**. Santiago: Oficina Regional de La FAO para America Latina y el Caribe, 1986. 48p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Avaliação do desempenho de plantadoras diretas para culturas de verão. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. Passo Fundo: EMBRAPA, 1994. s.p.

EMBRAPA - Embrapa Centro de Pesquisa de Arroz e Feijão. **Glossário**. Goiânia. 2005.

EMBRAPA. **Sistema de produção do milho**. 2012. Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/plantio.htm. Acesso em: 29 mar. 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA – EMBRAPA. **Recomendações técnicas para o cultivo do milho**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996. 204p.

FEBRAPDP - Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha. **Evolução da área cultivada em sistema plantio direto na palha no Brasil**. Ponta Grossa: 2012. Disponível em: http://www.febrapdp.org.br/download/PD_Brasil_2013.I.pdf.

FUENTES-LLANILLO, R.; GUIMARÃES, M.F.; TAVARES FILHO, J. Morfologia e propriedades físicas de solo segundo sistemas de manejo em culturas anuais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.5, p.524-530, 2013.

FURLANI, C.E.A.; SILVA, R.P.; LOPES, A.; CORTINHAS NETO, A.; REIS, G.N. Efeito do passo da helicóide e da carga no reservatório na distribuição de adubo. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 34, 2005, Canoas. **Anais...** Jaboticabal: SBEA, 2005. CDRom.

GABRIEL FILHO, A.; PESSOA, A.C.S.; STROHHAECKER, L.; HELMICH, J. J. Preparo convencional e cultivo mínimo do solo na cultura de mandioca em condições de adubação verde com ervilhaca e aveia preta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 6, p. 953-957, 2000.

GERMINO, R. **Ensaio comparativo em dois modelos de hastes sulcadoras para semeadoras-adubadoras de plantio direto**. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu, 2006.

- GASSEN, D.; GASSEN, F. **Plantio Direto o caminho do futuro**. Passo Fundo: Aldeia Sul, 1996. 207p.
- GREGORIN, I.R.S. **A importância da regulação da plantadeira na qualidade do plantio de milho 2015**. Disponível em: <http://www.pioneersementes.com.br/blog/52/a-importancia-da-regulagem-da-plantadeira-na-qualidade-do-plantio-de-milho>. 2015.
- HÖRBE, T.A.N. Optimization of corn plant population according to management zones in Southern Brazil. **Precision Agriculture**, v.14, n.4, p.450-465, 2013.
- JASPER, R.; JASPER, M.; ASSUMPCÃO, P.S.M.; ROCIL, J.; GARCIA, L.C. Velocidade de semeadura da soja. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p.102-110, 2011.
- KURACHI, S.A.H.; COSTA, J.A.S.; BERNARDI, J.A.; COELHO, J.L.D.; SILVEIRA, G. 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.249-62, 1989.
- 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.
- MACHADO, P.L.O.A.; SIVA, C.A. Soil management under no-tillage systems in the tropics with special reference to Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Amsterdam, v. 61, n.1/2, p.119-130, 2001.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p.176-77, 1962.
- MANTOVANI, E.C.; MANTOVANI, B.H.M.; CRUZ, I.; MEWES, W.L.C.; OLIVEIRA, A.C. Desempenho de dois sistemas distribuidores de sementes utilizados em semeadoras de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.1, p.93-98, 1999.
- MERCANTE, E.; SILVA, S.L.; MODOLO, A.J.; SILVEIRA, J.C.M. Demanda energética e distribuição de sementes de milho em função da velocidade de duas semeadoras. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, p.424-428, 2005.
- MIRANDA, G.V.; GALVÃO, J.C.C. **Tecnologia de produção de milho**, Lavras: UFV, 2008.
- MORAES, D.F.; BRITO, C.H. **Análise de possível correlação entre as características morfológicas do colmo do milho e o acamamento**. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, 2010, 16p.

- NASCENTE, A.S.; CRUSCIOL, C.A.C. Cover crops and herbicide timing management on soybean yield under no tillage system. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.2, p.187-192, 2012.
- OLIVEIRA, V.B. Caracterização biológica e sorológica de isolados de potyvirus obtidos de cucurbitáceas no Nordeste brasileiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.25, n.4, p.628-636, 2000.
- PINHEIRO NETO, R.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; BORTOLOTTI, V.C.; PINHEIRO, A.C. Desempenho de mecanismos dosadores de semente em diferentes velocidades e condições de cobertura do solo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.30, n.5, p.611-617, 2008.
- PORTELLA, J. A.; FAGANELLO, A.; SATTLER, A. Máquinas e implementos para Plantio Direto. In: EMBRAPA. **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1993. p.29-36.
- PORTELLA, J.A.; SATLER, A.; FAGANELLO, A. Índice de emergência de plântulas de soja e de milho em semeadura direta no Sul do Brasil. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.17, n.1, p.71-78, 1997.
- QUEIROZ, D.M.; PINTO, F.A.C.; SOUZA, C.M.A. **Engenharia de sistemas agrícolas**, Dourados: UFGD, 2015, 173p.
- REIS, E.F.; FERNANDES, H.C.; SCHAEFER, C.E.G.R.; ARAÚJO, E.F. Avaliação de mecanismos rompedores e compactadores em semeadura direta. **Engenharia na Agricultura**, v.12, p.212-221, 2004.
- 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.
- SANTIAGO, A. D.; ROSSETTO, R. **Cultivo mínimo**. Brasília, DF, 2007b. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/canadeacucar/arvore/CONTAG01_85_22122006154841.html>
- SANTIAGO, A. D.; ROSSETTO, R. **Preparo convencional**. Brasília, DF, 2007a. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/canadeacucar/arvore/CONTAG01_84_22122006154841.html>
- SATTLER, A. Escolha de semeadoras e a importância dos elementos rompedores em Plantio Direto. In: Conferência Anual de Plantio Direto, 1, Passo Fundo, 1996. **Anais...** Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. p.13-16.
- SILVA, R.P. **Efeito das rodas compactadoras submetidas a cargas verticais em profundidades de semeadura nas características agrônômicas do milho (*Zea mays* L.)**.

Jaboticabal 2002. 129p. Tese de Doutorado. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista.

TAVARES, L.A.F.; BENEZ, S.H.; SILVA, P.R.A. Características agronômicas e demanda energética de cultivares de soja sob efeito dos sistemas de preparo do solo. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v.27, n.4, p.92-108, 2012.

TOURINO, M.C.C.; REZENDE, P.M.; SILVA, L.A.; ALMEIDA, L.G.P. Semeadoras-adubadoras em semeadura convencional de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.1, p.241-245, 2009.

VALE, W.G.; GARCIA, R.F.; THIEBAUT, J.T.L.; GRAVINA, G.A. Caracterização estatística de variáveis usadas para ensaiar uma semeadora-adubadora em semeadura direta e convencional. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.31, n.4, p.559-567, 2009.