



CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Semeadoras-adubadoras da atualidade e sua compatibilidade com tratores de baixa potência

Current planters and their compatibility with low-power tractors

Edson Lambrecht¹; Mauro Fernando Ferreira²; Fabricio Ardais Medeiros³; Ângelo Vieira dos Reis⁴

RESUMO

O presente trabalho objetivou a análise da compatibilidade entre os conjuntos tratores e semeadoras-adubadoras existentes atualmente no mercado brasileiro. Procurou-se identificar as diferentes concepções e mecanismos utilizados pelas semeadoras-adubadoras, assim como sua adequação aos modelos de tratores de quatro rodas de baixa potência no motor. Observou-se que há uma quantidade reduzida de opções de semeadoras de pequeno porte, de até três linhas, compatíveis com os tratores de baixa potência. Verificou-se que uma relação entre a massa do trator e a da semeadora abaixo de 8,94 pode comprometer a estabilidade longitudinal do conjunto. E que a distância entre eixos é uma das variáveis de maior influência na estabilidade deste conjunto. Portanto, há necessidade de constituir novos estudos que possam adaptar estas máquinas, quando se trata de agricultura de base familiar, aos tratores existentes atualmente no mercado e assim obter a estabilidade do conjunto e segurança necessária para o operador destas.

Palavras-chave: *análise de conjuntos agrícolas; estabilidade longitudinal; mecanização agrícola; semeadoras de pequeno porte.*

ABSTRACT

The present work aimed at the analysis of the compatibility between tractors and planters sets currently available in the Brazilian market. The aim was to identify the different conceptions and mechanisms used in planters, as well as their suitability for the models of low power four-wheel tractors. It has been observed that there are a reduced number of options of small seeders, of up to three rows, compatible with low power tractors. It has been found that a mass ratio between tractor and planter below 8.94 may compromise the longitudinal stability of the set. And that the wheelbase is one of the variables of greatest influence on the stability of this set. Therefore, there is a need to establish new studies that can couple these machines, when it comes to family-based farming, to the tractors currently on the market and thus achieve the stability of the set and the necessary safety for the operator.

Keywords: *Analysis of agricultural machines sets; longitudinal stability; agricultural mechanization; small seeders.*

¹IFRSul - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, Pelotas/RS - Brasil.
^{2; 3; 4} UFPel - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas/RS – Brasil

1. INTRODUÇÃO

O agricultor familiar é o maior usuário das semeadoras de pequeno porte e é considerado como protagonista de um dos principais seguimentos do espaço agrário do país. Carmo (1999) se refere a agricultura familiar como um arranjo familiar de produção agrícola que contraria o modelo patronal, no qual há completa separação entre gestão e trabalho, pois no modelo familiar estes fatores estão intimamente relacionados e levam em consideração as necessidades e objetivos da família.

Porto (2002) enfatiza que, apesar de ocuparem em torno de 40% da área total dos estabelecimentos pesquisados, a agricultura familiar tem capacidade de gerar empregos por unidade de área de 7,3 vezes maior que a agricultura exercida nas propriedades não familiares.

Segundo o Censo Agropecuário (IBGE 2006), divulgado em 2009, o número de estabelecimentos familiares representou 84,4% da totalidade das propriedades agrícolas, onde a região sul possui 19,2% deste total, sendo que nesta o Rio Grande do Sul possui 9,6%, Paraná 8,0% e Santa Catarina 4,3%, tal fato por si só justifica a necessidade de desenvolvimento de tecnologias para este segmento.

A maioria das operações agrícolas empregadas na produção agrícola podem ser mecanizadas, resultando eficiência das atividades e retorno financeiro ao produtor, desde que bem conduzidas, empregando tecnologia e maquinário adequado (KLAVER, 2013).

Niemczewski et al. (2011) estudaram e analisaram o chassi de semeadoras-adubadoras, existentes atualmente no mercado brasileiro, procurando determinar as diferentes concepções existentes de acordo com as características do agricultor de base familiar. Esse estudo apontou na direção de uma concepção mais simplificada, que seria a de menor custo final, mais adequada a tratores de baixa potência de quatro rodas e com tração dianteira auxiliar (TDA).

O desafio maior da agricultura familiar é adaptar e organizar seu sistema de produção a partir das tecnologias disponíveis (PORTUGAL, 2004).

Com o objetivo de analisar a estabilidade longitudinal de tratores com potência de até 42,0 kW de potência no motor e semeadoras-adubadoras com acoplamento aos três pontos do sistema de levante hidráulico, com até 3 linhas de semeadura e adubação, Lambrecht et al. (2015) estudaram 11 marcas e 32 modelos de tratores e 11 marcas e 32 modelos de semeadoras-adubadoras. Este estudo foi realizado com dados levantados de 2013 à 2015 e obtiveram 1.024 combinações possíveis entre tratores e semeadoras adubadoras, tendo observado que 352 (34,38%) delas permaneceriam estáveis, as demais podem comprometer a estabilidade longitudinal e a dirigibilidade do trator.

Nesta análise Lambrecht et al. (2015) verificaram que as semeadoras-adubadoras, lançadas nos últimos anos no mercado brasileiro, não acompanharam as modificações de alguns modelos de tratores de baixa potência e de quatro rodas como: a diminuição de seu comprimento, largura, massa e distância entre eixos. Estas modificações, apesar de parecerem bem-vindas, modificam suas características, pois apesar de manterem a mesma força no levante hidráulico, quando comparados aos modelos de tratores mais antigos com potências equivalentes, ao diminuir a distância entre eixos alteram a posição do centro de gravidade e conseqüentemente diminuem a estabilidade longitudinal dos conjuntos.

Considerando estas afirmações questionou-se o quanto os equipamentos disponíveis atualmente no mercado são compatíveis, levando em consideração que a agricultura de base familiar geralmente utiliza tratores de baixa potência.

Para complementar o estudo de Lambrecht et al, (2015) objetivou-se neste trabalho analisar os conjuntos trator-semeadora, considerando a estrutura física (massa) das semeadoras e dos tratores de até 42,0kW de potência no motor existentes no mercado nacional, assim como os sistemas de abertura, fechamento e recobrimento de sulcos, das semeadoras-adubadoras da atualidade, geralmente utilizados na agricultura de base familiar.

Estabilidade do conjunto trator-semeadora

Dando continuidade ao trabalho de Lambrecht et al, (2015) foi feita uma relação entre a massa dos tratores e a massa das semeadoras, para tanto utilizou-se de uma metodologia que utilizou os dados levantados por Lambrecht et al, (2015). Estes dados foram armazenados em uma planilha eletrônica onde formaram dois grupos: o primeiro proporcionou uma análise dos conjuntos não estáveis e estáveis em relação as massas dos conjuntos, no segundo foram agrupados modelos com mesma distância entre eixos onde obteve-se então o resultado percentual da quantidade de tratores estáveis em relação ao total de tratores.

Na análise destas relações obtiveram-se os seguintes resultados: foram relacionados primeiramente os conjuntos não estáveis, os quais apresentaram uma relação de massas mínima de 0,83 e máxima de 8,94. No segundo momento relacionaram-se os conjuntos estáveis com relação de massas mínima de 2,32 e máxima de 15,53. Percebe-se que existe um intervalo de valores da relação massa do trator e massa da semeadora variando de 2,32 à 8,94 em que não se pode afirmar conclusivamente sobre a estabilidade do conjunto, isso se deve ao fato de as variáveis distância entre eixos e distância do eixo traseiro aos olhais do levante hidráulico apresentarem diferentes valores para cada modelo de trator, modificando, assim, as características das combinações e influenciando significativamente nas relações de massa calculadas. De uma forma genérica, se pode dizer, então, que nas relações entre massas abaixo de 8,94 podem-se ter problemas de instabilidade longitudinal do conjunto trator-semeadora.

Considerando a variável distância entre eixos confeccionou-se um gráfico para se observar seu comportamento (Figura 1). Observa-se que conforme se aumenta a distância entre eixos o percentual de conjuntos estáveis aumenta. Podem-se notar dois pontos que se destoam na curva, no terceiro ponto (11,5%) e no nono ponto (21,9%), no terceiro ponto temos um pico de aumento devido ao fato de termos um modelo de trator com massa maior, ou seja, de 1.629,5kg enquanto a média é de 1.277,7kg. Já o nono ponto está em declínio em relação à curva, neste caso é justamente o contrário, pois há dois modelos de tratores com massa abaixo da média dos demais. Esta constatação confirma as afirmações de Lambrecht et al. (2015).

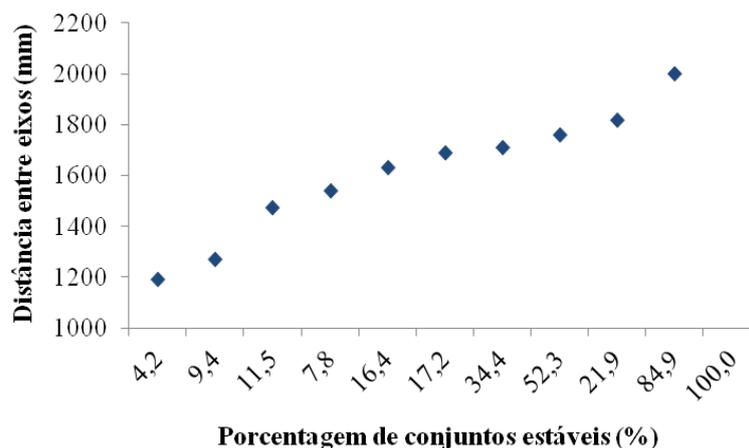


Figura 1. Gráfico relacionando a distância entre eixos e a variação percentual deste em relação a estabilidade longitudinal do conjunto trator-semeadora.

Máquinas agrícolas para propriedades familiares

Segundo Teixeira (2008), as indústrias de máquinas agrícolas, em geral, priorizam o desenvolvimento de equipamentos que atendem a demanda de médios e grandes agricultores, criando uma lacuna no desenvolvimento de máquinas e implementos adequados técnica e economicamente às pequenas propriedades rurais. Como alternativa muitos desses agricultores realizam, de forma empírica, adaptações e desenvolvimento de equipamentos tecnologicamente limitados.

No mercado há poucas opções de equipamentos que se adéquem a agricultura familiar estes, na maioria das vezes, possuem uma necessidade de demanda de esforço tratório não condizente com a realidade disponível nas propriedades, além de serem demasiadamente grandes e caros (NIEMCZEWSKI, 2012).

Semeadoras-adubadoras para tratores de baixa potência

Coelho (1996) define uma máquina para semeadura como aquela destinada a dosar certa quantidade de sementes e lançá-las no solo de acordo com um adequado padrão de distribuição. As principais funções de uma semeadora são: abrir o sulco de semeadura, dosar sementes, depositá-las no sulco, cobri-las e compactar o solo em torno delas. (REIS & FORCELLINI, 2002). Atualmente, a maioria das máquinas disponíveis no mercado são dotadas de mecanismos simultâneos, ou seja, desempenham as operações de adubação e semeadura simultaneamente (MACHADO et al., 2005).

Silva, Daniel & Peche Filho (2003) estudaram as semeadoras-adubadoras mais representativas do mercado nacional e apresentaram um índice de adequação para as mesmas. Verificaram que 73% dos equipamentos nacionais de então eram mais indicados para as pequenas e médias propriedades, possuindo de três a doze linhas de semeadura e adubação. Porém os autores não especificam a potência necessária do trator para tracionar e/ou de levante hidráulico.

Segundo Niemczewski (2012) para tratores de quatro rodas com baixa potência, até 18,0 kW com tração dianteira auxiliar (TDA), nota-se que há poucas opções de escolha de semeadoras consideradas adequadas, e que as existentes não satisfazem as necessidades do agricultor de ser mais compacta e de ter baixa massa.

Analisando-se as constatações dos autores pode-se dizer que as semeadoras-adubadoras existentes no mercado atual são confeccionadas na grande maioria para estruturas altamente mecanizadas onde poucos modelos, ou nenhum, se adéquam integralmente a uma estrutura de base familiar.

Mecanismos na linha de uma semeadora-adubadora

O sistema responsável por desempenhar a função de cortar a palha, abrir o sulco para semear e adubar e a sustentação destas estruturas em uma semeadora-adubadora é denominada de linha de semeadura (Figura 1). Esta é acoplada ao chassi da máquina sendo composta por elementos para cortar a palha, abrir um sulco no solo, fertilizar em dose e profundidade regulada, abrir o sulco da semente, dosar a quantidade de sementes em profundidade e quantidade regulada, cobrir o sulco e compactá-lo (ORTIZ-CAÑAVATE, 1995) e (MACHADO et al., 2005).



Figura 2. Exemplo de mecanismos mais comuns utilizados nas linhas de semeadura e adubação.
Fonte: Massey Ferguson, (2014).

Conforme Medeiros (2013) atualmente existem no mercado brasileiro, basicamente, dois principais mecanismos de abertura do sulco para deposição de semente e de adubo: o de disco duplo, usados tanto para semente quanto para o adubo e o de haste sulcadora, empregado majoritariamente para adubo. O mesmo autor relata que o sistema de disco duplo proporciona menor mobilização do solo e requer menor esforço de tração, além de diminuir o embuchamento, caso haja restos culturais sobre o solo. O sistema sulcador de haste possui como grande vantagem a capacidade de romper com maior facilidade camadas adensadas de solo superficiais. No entanto, para mobilizar solos com cobertura vegetal, é necessário o uso de disco de corte a fim de realizar o corte da palha evitando embuchamentos.

Mecanismos dosadores

A ABNT (1996) define mecanismo dosador como: mecanismo que transfere o material, semente ou fertilizante, do reservatório para o componente de deposição, atendendo requisitos de densidade de semeadura ou razão de distribuição, em ambos os casos, preestabelecida.

Reis & Forcellini (2003) estudando diversos autores no que tange os dispositivos dosadores e enumeraram alguns fatores que notadamente influem no desempenho desses dispositivos, sendo os principais: características das sementes, relação de tamanho e forma das células e sementes, rotação do disco dosador de sementes, desgaste dos componentes mecânicos, regulagens, melhoradores de fluxo, geometria do reservatório de sementes, conformidade de fabricação e desempenho de mecanismos auxiliares.

Os mecanismos distribuidores de sementes mais frequentes são os discos horizontais e pneumáticos, sendo que correspondem respectivamente a 79,6% e 20,4% do total de mecanismos dosador nas semeadoras brasileiras tracionadas por trator de quatro rodas (FRANCETTO et al, 2012).

As semeadoras de precisão para pequenas propriedades existentes no mercado brasileiro utilizam dosadores do tipo disco horizontal, principalmente devido à simplicidade tecnológica e a consequente redução de custo em relação aos outros tipos de dosadores utilizados para sementes graúdas, como os de funcionamento pneumático (TEIXEIRA, 2008).

Ferreira et al. (2007) afirmam que, para a dosagem de fertilizante, os mecanismos diferem entre si, em sua construção, sendo oferecidas no mercado diferentes opções. Entre estas estão o mecanismo dosador do tipo helicoidal de rosca sem-fim colocado abaixo do depósito de adubo. Relatam também que o mecanismo dosador para fertilizante do tipo rosca sem-fim é oferecido como opção em aproximadamente 65,1% dos modelos disponíveis no mercado brasileiro. Bonotto et al., (2013) avaliaram três mecanismos dosadores do tipo sem-fim, dois com sistema de regulação de fluxo e outro com descarga por gravidade, um modelo de rotor acanalado e outro do tipo disco estrela, dentre os dosadores avaliados concluíram o dosador sem-fim com sistema de regulação de fluxo do tipo transbordo transversal obteve as menores variações. Isto justifica a escolha deste tipo de dosador.

Mecanismos de discos de corte

O SPD, em que se faz a semeadura sob restos culturais, exige dispositivos específicos para cortar a palha, permitindo que os sulcadores não arrastem e/ou passem sobre os restos da cultura anterior, fundamental para este tipo de plantio. O corte do material sobre o solo e a uniformidade de semeadura é alcançado com a utilização de discos cortadores de palha que trabalham à frente dos sulcadores nos quais molas agem sobre estes forçando-os a trabalharem rodando e cortando os restos culturais (OLIVEIRA, et al., 2000).

Segundo a norma ASAE S477 (2003), os discos de corte de palha, cortam e/ou orientam os resíduos na superfície do solo, na área da linha de semeadura e adubação, precedendo todas as outras ferramentas de abertura de sulco melhorando assim o desempenho dos componentes que se seguem.

Portella (2001) descreve que os discos de corte, destinam-se a cortar a palha abrindo um sulco no solo, por onde passarão os elementos destinados à deposição de sementes e fertilizantes, apresentando os mais diferentes diâmetros e formatos, como: disco de borda lisa; disco estriado; corrugado; ondulado e disco plano recortado.

Silva (2003) pesquisou 278 semeadoras-adubadoras de plantio direto, enfocando os modelos dos discos de corte de palha, obtendo o seguinte resultado: 94,2% possuíam disco liso (LS); 6,1% ondulado (OD); 3,6% corrugado (CR); 7,0% estriado (ET) e 0,4% recortado (RC). Outra análise desenvolvida pelo mesmo autor, abordando o diâmetro destes, resultou que: 95 semeadoras apresentavam discos de diâmetro de 0,457m, portanto em 34,1% das máquinas, sendo este o de melhor relação de desempenho x demanda; 5 semeadoras empregavam o diâmetro de 0,356m, 1,8% das máquinas; 24 possuíam diâmetro de 0,381m, 8,6% das máquinas; 41 apresentavam diâmetro de 0,406m, 14,7% das máquinas; 27 com 0,432m, 9,7% das máquinas; 36 com 0,508m, 12,9% das máquinas; e 50 modelos, correspondendo a 18% das máquinas, não continham esta informação.

A utilização de discos de corte com diâmetros inferiores a 0,40m, segundo Sattler (1996), em solos com elevada densidade de palha (acima de $10.000\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), ocasiona o embuchamento dos sulcadores.

Sulcadores

Para Schlosser (1997) e Machado et al. (2005), os sulcadores são ferramentas responsáveis pela abertura do sulco para deposição de semente e adubo. O posicionamento dos sulcadores é um fator importante, eles devem ser capazes de depositar o fertilizante abaixo e/ou ao lado das sementes e nunca junto a elas, pois, caso isso ocorra, aquelas mais sensíveis poderão ser prejudicadas, isso devido ao efeito de salinização que pode causar redução da germinação e emergência destas sementes.

Coelho (1996) define sulcador como sendo o elemento responsável pela abertura do sulco à profundidade predeterminada. Cepik, Trein & Levien (2005) afirmaram que as funções de um sulcador no sistema de semeadura direta incluem a descompactação e mobilização do solo em subsuperfície e em profundidade estipuladas tecnicamente. Entretanto, seu trabalho deve causar a mínima mobilização possível na superfície do solo evitando a retirada da cultura de cobertura de sobre a linha de semeadura e adubação.

De acordo com Sattler (1996), a eficiência no rompimento do solo no sistema de plantio direto, baseia-se em três aspectos, que são: o corte da palha; o fluxo desta pelos sulcadores e a abertura dos sulcos de sementes e fertilizantes. O bom desempenho nesta função será oriundo da combinação entre a geometria dos elementos rompedores com o arranjo, distribuição na linha e regulagem aplicada a estes.

Os principais tipos de sulcadores são descritos por Machado et al. (2005), como: haste ou facão; disco duplo; sistema guilhotina; sapata; disco simples liso e disco simples ondulado. Em função do preparo de solo, existem diversos modelos e combinações de sulcadores conforme a melhor adequação para forma e quantidade dos resíduos da cultura de cobertura, teor de água e compactação do solo, profundidade de semeadura, velocidade e mobilização da linha de semeadura (ASAE, 1995).

Sulcador tipo haste

Os sulcadores do tipo haste ou facão, descritos por Sattler (1996), são empregados preferencialmente para abertura de sulcos destinados a deposição de fertilizante, sendo seu desempenho otimizado quando montados sobre estruturas pantográficas, pois são projetados para trabalhar com ângulo de ataque bem definidos, sendo empregados para colocar fertilizantes a profundidades de 0,10 a 0,15m (TRÖGER, 2010).

A haste ou facão é um tipo de sulcador muito comum e usado nos cultivos mínimos e SPD, proporcionando maior movimentação de solo e, conseqüentemente, o aumento da perda do teor de água no sulco (CHAUDHURI, 2001).

Segundo a ASAE (1995), o mecanismo sulcador tipo haste é montado na linha de semeadura vertical ou com ângulo na direção do deslocamento da máquina, sendo utilizado para a penetração em solos com menor teor de água.

Segundo Portella (2001), as hastes devem ter espessura inferior a 0,02m, com ângulo de ataque de 20° a 25° em relação à superfície do solo, podendo apresentar diversos formatos (reto, inclinado ou parabólico). Estas características resultam em movimentação reduzida do solo, menor esforço de tração e maior facilidade de penetração. O mesmo autor relata que quando se trabalha com hastes sulcadoras é necessária a colocação de um disco de corte frontal e próximo a haste para obter-se um desempenho satisfatório na adubação, no corte da palha e abertura do sulco.

As hastes com ponteiros são elementos que rompem o solo, exigindo maiores esforços de tração e consumo de combustível, quando comparadas aos discos duplos. Entretanto, o rompimento de camadas compactadas em conjunto com a operação de semeadura, torna-se uma prática tecnicamente viável, uma vez que se racionaliza o uso das máquinas, podendo-se até eliminar operações prévias de escarificação do solo (SILVA et al., 2003).

Germino & Benez (2006) afirmam que, o rompimento das camadas compactadas utilizando-se hastes sulcadoras durante a semeadura proporciona melhor desenvolvimento vegetativo das culturas, além de postergar o uso de escarificadores e subsoladores. Tem como desvantagem, o fato de que os sulcadores tipo facão demandam mais energia durante a operação.

Segundo Tröger (2010) sulcadores tipo facão com desarme automático, são pivotados em um chassi, dotados de um mecanismo com mola, que evita a quebra da ponteira e/ou facão quando os mesmos encontram um objeto rígido. Segundo Balastreire (2005), a regulagem correta da pressão da mola de segurança, se faz importante para evitar a quebra do facão, recomendando que esta encontre-se pouco tencionada em solos arenosos e muito tensionada em solos argilosos.

Discos sulcadores

Podem ser simples (um disco) ou duplos (dois discos). Os sulcadores de disco simples podem ser do tipo disco inclinado, não muito utilizado por ser pouco preciso; disco ondulado, normalmente esse tipo é utilizado em semeadoras de plantio direto em associação com outro sulcador colocado a sua frente (MACHADO et al., 2005).

Para Macintire, Gray & Sharp (1986), sulcadores do tipo discos possuem uma capacidade razoável de corte dos resíduos e de penetração em solos argilosos, quando possuem pequeno diâmetro. Entretanto, seu desempenho não é totalmente satisfatório, devido à variação da profundidade de trabalho ocorrendo uma tendência inerente dos discos flutuarem sobre camadas duras do solo.

Para Casão Júnior (2005), o uso de discos duplos é recomendado para solos com baixa resistência à penetração, caracterizados por apresentarem uma textura média ou arenosa, baixa densidade ou que sejam ricos em matéria orgânica e sem compactação superficial.

Coelho (1998) cita também o sulcador do tipo triplo disco, onde se tem um disco para o corte de palhada, associado a um disco duplo utilizado na unidade semeadora no SPD.

Mecanismos cobridores e compactadores de sulco

Para o recobrimento dos sulcos abertos pelos mecanismos sulcadores, são utilizados os órgãos de recobrimento ou recobridores, cuja função, além de cobrir a semente e o fertilizante, é compactar o solo próximo das sementes lateralmente ou acima dela, evitando a formação de espaços com ar e

permitindo que estas tenham uma maior quantidade de umidade a sua disposição. Deve ser evitada a compressão do solo sobre a semente, pois, caso ela seja demasiada, poderá causar problemas à germinação e/ou emergência das plantas (MACHADO et al., 2005). Os mesmos autores informam que os órgãos de recobrimento podem ser de diferentes tipos e formatos, a exemplo dos sulcadores.

Os cobridores de sulco, segundo Balastreire (2005), podem ser de chapas dobradas em formato adequado para a operação, de discos reguláveis para se obter a quantidade de cobertura adequada ou de rodas em "V", com regulagem do ângulo de abertura entre as rodas.

Segundo Pacheco (1994) e Silva et al. (2006), as rodas compactadoras têm a função de melhorar o contato entre o solo e a semente reduzindo os espaços vazios, para obter-se adequada absorção de umidade, garantindo melhor germinação, isto é obtido por meio da aplicação de pressão lateral e/ou sobre o sulco de semeadura, provocando leve compactação e deixando o solo diretamente sobre as sementes, solto o suficiente para facilitar a emergência das plântulas.

A compactação do sulco pode ser feita, segundo Balastreire (2005), por roda compactadora com alívio central, rolos compactadores ou duas rodas compactadoras individuais, com distância e ângulo entre elas variáveis.

Segundo Delafosse (1986), rolos compactadores de rodas de borracha, em condições de solo úmido e muito trabalhado, causa a formação de crostas superficiais, bem como a tendência de uma maior emergência de plantas concorrentes sobre a linha de semeadura.

2. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao término da análise das semeadoras-adubadoras e de seus mecanismos de linha constatou-se que a maioria dos equipamentos disponíveis no mercado seguem tendências, ou seja, as combinações de mecanismos mais comumente encontrados para uma concepção de linha de semeadura são formadas por disco de corte com borda lisa para o corte dos resíduos culturais, haste sulcadora para formação do sulco de deposição de fertilizantes e rosca sem fim para sua dosagem, dosador de disco horizontal e disco duplo para o sulco da semente, assim como mecanismos recobridores do tipo rodas em "V".

Verificou-se que as semeadoras atuais continuam com uma constituição semelhante em termos de estrutura do chassi, sistemas dosadores, mecanismos rompedores e cobrimento de solo. Isto se dá pelo fato das indústrias seguirem o que há de conhecido nos projetos de uma semeadora-adubadora, além de seguirem pesquisas existentes sobre os atuais sistemas de linhas e de eficiência dos mecanismos estudados. Porém, não acompanharam as modificações feitas nos tratores de baixa potência e com isso possibilitando o comprometimento da estabilidade longitudinal e a dirigibilidade do trator.

Verificou-se que uma relação entre a massa do trator e semeadora abaixo de 8,94 pode comprometer a estabilidade longitudinal do conjunto e que a distância entre eixos é uma das variáveis de maior influência na estabilidade deste conjunto.

Verifica-se que há a necessidade de realizar novas pesquisas para configurar estas máquinas aos tratores existentes atualmente no mercado quando se trata de agricultura de base familiar e assim obter a estabilidade do conjunto e segurança necessária para o operador destas.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Projeto de norma 04:015:06-010/1996: Semeadoras e distribuidoras de fertilizantes ou corretivos - terminologia: definições**. São Paulo: ABNT, 1996.
- ASAE S477. American Society of Agricultural Engineers. **Terminology for Soil-Engaging Components for Conservation-Tillage Planters, Drills, and Seeders**. ASAE S477: ASAE STANDARDS, 1995. p. 312–317.
- ASAE S477. American Society of Agricultural Engineers. **Terminology for Soil-Engaging Components for Conservation-Tillage Planters, Drills, and Seeders**. ASAE S477: ASAE STANDARDS, 2003. p. 346–351.
- BALASTREIRE, L. A. **Máquinas Agrícolas**. Piracicaba, S.P.: Ed. Manole Ltda, 2005. v. 1p. 307 a 322.
- BONOTTO, G. J.; ALONÇO, A. dos S.; BEDIN, P. R.; ALTMANN, A. S.; MOREIRA, L. J. Distribuição longitudinal de fertilizantes por dosadores de semeadoras-adubadoras em linhas. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa - MG, V.21 N.4, Julho/Agosto 2013.
- CARMO, R. B. A. A Questão Agrária e o Perfil da Agricultura Brasileira. In: XXXVII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural. **Anais...** Foz do Iguaçu, PR: 1999.
- CASÃO JÚNIOR, R. Discos duplos ou hastes em semeadoras de plantio direto? **Revista plantio direto**. Passo Fundo, RS: Aldeia Norte Editora, Jul/Ago, 2005.
- CEPIK, C. T. C.; Trein, C.R. & Levien, R. Força de tração e volume de solo mobilizado por haste sulcadora em semeadura direta sobre campo nativo, em função do teor de água no solo, profundidade e velocidade de operação. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal: mai/ago, 2005. v. 25p. 447–457.
- CHAUDHURI. Performance evaluation of various types of furrow openers on seed drills-a review. **Journal of Agricultural Engineering Research**. Londres: 2001. v. 79p. 125–137.
- COELHO, J. L. D. Ensaio e certificação de máquinas para semeadura. Máquinas agrícolas: ensaios e certificação. Piracicaba S.P.: **Fundação de Estudos Agrários Luis de Queiroz**, 1996. p. 551–570.
- COELHO, J. L. D. **Avaliação de elementos sulcadores para semeadoras-adubadoras utilizadas em sistemas conservacionistas de manejo de solo**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas - Campinas, S.P. 1998.
- DELAFOSSÉ, R. M. **Máquinas sembradoras de grano grueso : descripción y uso : [Apuntes de Maquinaria Agrícola]**. Santiago de Chile: 1986. p. 48.
- FRANCETTO, T. R.; DAGIOS, R. F.; FERREIRA, M. F. & ALONÇO, A. dos S. Mecanismos dosadores de sementes e fertilizantes presentes nas semeadoras-adubadoras de precisão no Brasil. In: XLI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2012. **Anais...** Londrina - PR, Brasil: 2012. DOI: 10.13140/2.1.2304.8488.

- FERREIRA, M. F.; OLIVEIRA, A. de; MACHADO, R. L. T.; REIS, Â. V. dos & MACHADO, A. L. T. Desempenho de distribuidores de adubo tipo rosca sem fim por transbordo e por gravidade em função do nivelamento longitudinal do dosador. **Revista Tecno-Lógica**, v. 11, n. 1 e 2, p. 37–40, 2007.
- GERMINO, R. & BENEZ, S. H. Ensaio comparativo em dois modelos de hastes sulcadoras para semeadoras-adubadoras de plantio direto. **Eng. Agrícola** - Botucatu. 2006.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística. **Censo Agropecuário 2006 – Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação: notas técnicas**. Rio de Janeiro: 2009, 2006.
- KLAVER, P. P. C. **Programa computacional para otimização da lastragem de tratores agrícolas**. 80f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2013.
- LAMBRECHT, E., FERREIRA, M. F., MEDEIROS, F. A., & REIS, Â. V. dos. Relação de equilíbrio entre tratores e semeadoras adubadoras de baixa potência: determinação da estabilidade longitudinal em função das características dimensionais e ponderais. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 23, n. 4, p. 355, 2015.
- MACHADO, A. L. T.; REIS, Â. V. dos; MORAES, M. L. B. de & ALONÇO, A. dos S. **Máquinas para preparo do solo, semeadura, adubação e tratamentos culturais**. 2a. ed. Pelotas, R.S.: Ed. Universitária UFPel, 2005. v. 1p. 253.
- MACINTIRE, D.; GRAY, A. G. & SHARP, M. J. The development and fields trials of the a blade coulter for introducing seed into the soil. **Journal Agricultural Engineering Research**, v. 41, p. 43–51, 1986.
- MEDEIROS, F. A. **Desenvolvimento de uma semeadora adubadora para plantio direto com sulcador rotativo acoplado em tratores de rabiças**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Universidade Federal de Pelotas - Pelotas. 2013.
- NIEMCZEWSKI, B. K.; REIS, Â. V. dos; MACHADO, R. L. T. & MACHADO, A. L. T. Levantamento de concepções de chassis de semeadoras-adubadoras acopladas por engate de três pontos. (B. K. Niemczewski et al., Eds.)In: XL Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2011. **Anais...** Cuiabá - MT, Brasil: 2011.
- NIEMCZEWSKI, B. K. **Desenvolvimento de chassi de uma semeadora-adubadora de quatro linhas para tratores de baixa potência**. Pelotas: Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Universidade Federal de Pelotas. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, 2012. p. 88.
- OLIVEIRA, M. L.; VIEIRA, L. B.; MANTOVANI, E. C.; SOUZA, C. M. & DIAS, G. P. Desempenho de uma semeadora-adubadora para plantio direto, em dois solos com diferentes tipos de cobertura vegetal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília: 2000. v. 35p. 1455–1463.
- ORTIZ-CAÑAVATE, J. **Las máquinas agrícolas y su aplicación**. Mundi-Prensa - Madri. 1995.
- PACHECO, E. P. **Avaliação de uma semeadora-adubadora de precisão com modificações no tubo condutor de sementes**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Viçosa M.G. 1994.

- PORTELLA, J. A. **Semeadoras para plantio direto**. Viçosa, MG: Ed. Aprenda Fácil Ltda, 2001. p. 252.
- PORTO, V. H. F. Agricultura familiar na zona sul do Rio Grande do Sul: caracterização socio-econômica. **Embrapa Clima Temperado**. Documentos no 87. Pelotas: 2002. p. 93.
- PORTUGAL, A. D. O desafio da Agricultura Familiar. **Revista Agroanalysis**, 2004.
- REIS, Â. V. dos & FORCELLINI, F. A. Functional analysis in the evaluation of four concepts of planters. **Cienc. Rural** [online]. 2002, vol.32, n.6, pp.969-975. ISSN 1678-4596. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782002000600009>.
- REIS, A. V. dos & FORCELLINI, F. A. Análise da Precisão Funcional da Semeadora. **Revista Tecnológica**, p. 90–104, 2003.
- SATTLER, A. Escolha de semeadoras e a importância dos elementos rompedores em plantio direto. **Conferência Anual de Plantio Direto**. Passo Fundo - RS: 1996. p. 13–6.
- SCHLOSSER, J. F. **Máquinas para implantação e condução de culturas**. Caderno didático. Departamento de Engenharia Rura/CCR/UFSM. Santa Maria R.S.: 1997. p. 49.
- SILVA, M. R. da. **Classificação de semeadoras-adubadoras de precisão para o sistema plantio direto conforme o índice de adequação**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola - Campinas, S.P. 2003.
- SILVA, M. R. da; DANIEL, L. A. & PECHE FILHO, A. **Sistematização de informações 7 em catálogos de semeadoras-adubadoras de precisão para o sistema plantio direto**. In: XXXII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. Anais... Goiana, GO: 2003.
- SILVA, P. R. A.; BENEZ, S. H.; SILVA, A. R. B. & GERMINO, R. M. D. Influência de mecanismo sulcador de semeadora-adubadora em parâmetros agrônômicos na cultura do milho (zea mays l.). In: XXXII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. **Anais...** Goiana, GO: 2003.
- SILVA, R. P.; FURLANI, C. E. A.; LOPES, A.; NASCIMENTO, A. & CÂMARA, F. T. Efeitos da roda compactadora de semeadoras sob cargas verticais na deformação do solo com dois teores de água. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal: 2006. v. 26p. 511–519.
- TEIXEIRA, S. S. **Projeto conceitual de uma semeadora de milho e feijão voltada para a agricultura familiar de base ecológica**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar – Mecanização agrícola. Universidade Federal de Pelotas - Pelotas. 2008.
- TRÖGER, H. C. H. **Análise de sulcadores de adubo empregados em semeadoras-adubadoras para agricultura familiar**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Universidade Federal de Pelotas - Pelotas. 2010.