

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

RODRIGO BERGER DA SILVA

**DESEMPENHO DE SEMEADORAS NO PLANTIO DE SOJA NO
MUNICÍPIO DE SANTA IZABEL DO OESTE, PARANÁ**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2015

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

RODRIGO BERGER DA SILVA

**DESEMPENHO DE SEMEADORAS NO PLANTIO DE SOJA NO
MUNICÍPIO DE SANTA IZABEL DO OESTE, PARANÁ**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2015

RODRIGO BERGER DA SILVA

**DESEMPENHO DE SEMEADORAS NO PLANTIO DE SOJA NO
MUNICÍPIO DE SANTA IZABEL DO OESTE, PARANÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Alcir José Modolo

PATO BRANCO

2015

Silva, Rodrigo

Desempenho de Semeadoras no Plantio de Soja no Município de Santa Izabel do Oeste, Paraná / Rodrigo Berger da Silva .

Pato Branco. UTFPR, 2015

58 f. : il. ; 30 cm

Orientador: Prof. Dr. Alcir José Modolo

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. Pato Branco, 2015.

Bibliografia: f. 51 – 55

1. Agronomia. 2. Semeadora. 3. Soja. 4. Plantio. 5. Desempenho. I. Modolo, Alcir José, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. III. Título.

CDD: 630



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Pato Branco
Departamento Acadêmico de Ciências Agrárias
Curso de Agronomia



TERMO DE APROVAÇÃO
Trabalho de Conclusão de Curso - TCC

**DESEMPENHO DE SEMEADORAS NO PLANTIO DE SOJA NO MUNICÍPIO DE
SANTA IZABEL DO OESTE, PARANÁ**

por
RODRIGO BERGER DA SILVA

Monografia apresentada às 8 horas 30 min. do dia 25 de novembro de 2015 como requisito parcial para obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÔNOMO, Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo-assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Banca examinadora:

Prof. Dr. José Ricardo da Rocha Campos
UTFPR

Maicon Sgarbossa
UTFPR

Prof. Dr. Alcir José Modolo
UTFPR
Orientador

A "Ata de Defesa" e o decorrente "Termo de Aprovação" encontram-se assinados e devidamente depositados na Coordenação do Curso de Agronomia da UTFPR Câmpus Pato Branco-PR, conforme Norma aprovada pelo Colegiado de Curso.

Dedico este trabalho àqueles que contribuíram para meu êxito, meus pais Adair e Clenir, minha namora Joviani, toda minha família, meus amigos, aos professores e à Deus

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Adair e Clenir e toda minha família pela paciência e apoio durante a graduação.

A minha namorada Joviani pelo companheirismo fornecido no decorrer desse período.

Aos amigos e colegas da graduação, Jessica, Luryan e Mariana pelos momentos passados juntos ao longo deste período.

Ao professor Dr. Alcir José Modolo, pela orientação deste trabalho.

Aos professores da instituição pelo conhecimento transmitido.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná, por ter proporcionado a realização desta conquista.

“Todo mundo pensa em mudar o mundo, mas ninguém pensa em mudar a si mesmo”.

(Leon Tolstoi)

RESUMO

SILVA, Rodrigo Berger da. Desempenho de semeadoras no plantio da cultura da soja no município de Santa Izabel do Oeste, Paraná. 58 f. TCC (Curso de Agronomia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2015.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o desempenho de semeadoras-adubadoras utilizadas no plantio da cultura da soja. As avaliações foram realizadas em lavouras comerciais no município de Santa Izabel do Oeste – Paraná, sendo avaliado o desempenho de 16 semeadoras durante o plantio da safra 2014/2015. Todas as avaliações foram realizadas com a presença do operador da máquina, a fim de evitar qualquer contato operacional com a mesma, analisando parâmetros da máquina, do operador e plantabilidade. A coleta de dados se deu em parte com a aplicação de um questionário respondido por entrevista pelo operador e/ou responsável, levantando informações sobre a marca, modelo, ano de fabricação da semeadora, tempo de experiência e treinamento do operador. A identificação dos mecanismos de abertura do sulco de fertilizantes, tipos de dosadores de fertilizante e semente e tipo de sistema de compactação do sulco ocorreu via observação da máquina, enquanto que, a velocidade de plantio foi obtida através do tempo médio gasto que o conjunto levava para percorrer 30 metros. O volume de solo mobilizado e a profundidade de sulco foram estimados com a utilização de um perfilômetro. Já a estimativa da quantidade de matéria seca se deu pela extrapolação de quatro amostras de uma área 0,25 m², que foram secas em estufa a 65°C por 48 horas e determinado sua massa. O teor de umidade do solo se deu pelo método gravimétrico padrão com base no solo seco em estufa a 105-110°C e a distribuição longitudinal das sementes foi realizada pela contagem dos espaçamentos entre 20 sementes, em 3 pontos de coleta para cada máquina. Foi identificado 6 modelos de semeadoras com tempo de serviço de até 12 anos. Todas apresentavam sistema de distribuição de sementes por disco alveolado horizontal, devido basicamente o custo de aquisição ser menor. Quanto aos sulcadores de adubo, foram identificados 4 tipos (disco duplo, disco ondulado, guilhotina e haste), sendo que as máquinas que utilizavam o dispositivo tipo haste, em média atingiram maior profundidade de sulco, enquanto que, o dispositivo guilhotina, o maior volume de solo mobilizado. Verificou-se que a velocidade de plantio ficou entre 5,67 e 7,80 km h⁻¹ e o teor de umidade solo variou de 23,33 à 30,16% com uma cobertura de matéria seca sobre o solo entre 2.946 à 6.680 kg ha⁻¹. O desempenho das semeadoras quando a distribuição das sementes em sua grande maioria foi considerada regular, embora a velocidade de plantio em sua grande maioria tenha ficado acima dos 6,0 km h⁻¹, e nem um operador possuía treinamento específico.

Palavras-chave: Semeadora. Plantio. Soja. Desempenho.

ABSTRACT

SILVA, Rodrigo Berger da. Seeders performance in soybean planting in Santa Izabel do Oeste, Paraná. 58 f. TCC (Course of Agronomy) - Federal University of Technology - Paraná. Pato Branco, 2015.

This work was carried out to evaluate the seeder-fertilizer performance used in the planting of the soybean crop. The evaluations were conducted in commercial fields in the municipality of Santa Izabel do Oeste - Paraná, being evaluated the performance of 16 seeders for planting the 2014/2015 crop. All evaluations were performed in the presence of the machine operator in order to avoid any operational contact with it, analyzing machine parameters, the operator and plantability. The data collection was carried out in part with the application of a questionnaire answered by interview by the operator and / or guardian, raised information about the brand, model, year of manufacture of the sower, experience, time and operator training. The identification of fertilizer furrow opening mechanisms, types of fertilizer and seed dispensing and type of groove compression system, occurred via observation of the machine, while the planting speed was obtained from the average time that all took to travel 30 meters. The volume of soil disturbed and groove depth were estimated using a profilometer. Meanwhile, the estimate of the amount of dry matter is given by the extrapolation of four samples of 0.25 m², were dried at 65 ° C for 48 hours and its mass determined. The soil moisture content was given by the standard gravimetric method based on dry soil in an oven at 105-110 ° C and the longitudinal distribution of the seeds was accomplished by counting the spacing between the seeds 20 in three sampling points for each machine. It was identified 6 models of planters with time up to 12 years' service. All had seed distribution system for horizontal honeycomb disk, because basically the cost of acquisition is lower. As for the furrow openers for fertilizer, 4 types have been identified (double disc wavy disc cutter and shaft), and the machines used the rod-like device, on average they reached deeper groove, while the guillotine device, the greater soil volume mobilized. It was found that the planting rate was between 5.67 and 7.80 km h⁻¹ and the soil moisture content ranged from 23.33 to 30.16% dry matter with a cover over the soil between 2.946 to 6.680 kg ha⁻¹. The performance of seeders when the distribution of seeds for the most part was considered regular, although the planting speed for the most part has stayed above the 6.0 km h⁻¹, and not an operator had specific training.

Keywords: Seeder. Planting. Soybean. performance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Componentes de uma semeadora-adubadora para plantio direto.....	21
Figura 2: Disco de distribuição de semente horizontal com mecanismo dosador de sementes.....	23
Figura 3: Dosador pneumático de sementes.....	23
Figura 4: Tipos de dosadores de fertilizantes: a) Sem-fim com transbordo transversal; b) Sem-fim com descarga com gravidade; c) Sem-fim com descarga e transbordo lateral; d) Rotor Acanalado e, e) Disco estrela.....	24
Figura 5: Modelos de discos, liso, estriado, ondulado e recortado.....	25
Figura 7: Disco ondulado para deposição de fertilizantes.....	26
Figura 8: Rodas Limitadoras de profundidade.....	27
Figura 9: Tipos de rodas compactadoras de semente.....	28
Figura 10: Perfilômetro utilizado para determinação da profundidade de sulco e área de solo mobilizado.....	32
Figura 11: Distribuição das semeadoras de acordo com as marcas utilizadas pelos agricultores.....	35
Figura 12: Distribuição das semeadoras quanto ao tempo de uso (anos).....	36
Figura 13: Exemplo de transmissão de potência em linhas pantográficas: a) transmissão via eixo cardan, b) transmissão via corrente.....	37
Figura 14: Dosador de fertilizantes Sfil, modelo SS 10000, posicionado transversalmente ao deslocamento da máquina.....	38
Figura 15: Frequência de uso dos mecanismos de abertura de sulco pelos agricultores.....	39
Figura 16: Frequência da distribuição de palha nas lavouras ($t\ h^{-1}$).....	41
Figura 17: Frequência de semeadoras quanto ao teor de umidade do solo.....	42
Figura 18: Desempenho das semeadoras quando a distribuição das sementes.....	43
Figura 19: Distribuição das sementes de soja em função da velocidade de deslocamento.....	44
Figura 20: Presença de palhada no sulco de semeadura.....	45
Figura 21: Volume de solo mobilizado ($m^3\ ha^{-1}$) em função dos mecanismos de abertura do sulco..	46
Figura 22: Profundidade de sulco na semeadura da soja (cm) em função do tipo de mecanismos sulcadores.....	47
Figura 23: Tipos de ponteira disponíveis para uso em sulcadores do tipo haste guilhotina.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Limites de tolerância para as variações dos espaçamentos (Xi) entre sementes e o tipo de espaçamento considerado.....	33
--	----

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FEBRAPDP	Federação Brasileira de Plantio Direto e Irrigação
IAPAR	Instituto Agrônômico do Paraná
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PR	Unidade da Federação – Paraná

LISTA DE ABREVIATURAS

H	Hora
ha.	Hectare
Kg	Quilogramas
m ²	Metros quadrados
m ³	Metros cúbicos
T	Tonelada

LISTA DE SÍMBOLOS

Σ Somatório

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
2 OBJETIVOS.....	17
2.1 GERAL.....	17
2.2 ESPECÍFICOS.....	17
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
3.1 CULTURA DA SOJA.....	18
3.2 SISTEMA PLANTIO DIRETO.....	18
3.3 SEMEADORAS-ADUBADORAS PARA O PLANTIO DIRETO.....	19
3.3.1 Constituição das Semeadoras.....	21
3.3.1 Chassi.....	21
3.3.2 Sistema de acoplamento e transporte.....	22
3.3.3 Sistema de acionamento e transmissão.....	22
3.3.4 Dosador de Sementes.....	22
3.3.5 Dosador de Fertilizantes.....	24
3.3.6 Unidade de Corte da Cobertura Vegetal.....	25
3.3.7 Abridores de Sulco para Fertilizantes.....	25
3.3.8 Sistema de Controle de Profundidade de Sulco para Sementes.....	27
3.3.9 Sistema de Compactação do Sulco.....	27
3.4 DESEMPENHO DE SEMEADORAS-ADUBADORAS.....	28
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	30
4.1 PROCEDIMENTOS DE VISITA.....	30
4.2 PROCEDIMENTO DE INSPEÇÃO.....	30
4.3 AVALIAÇÕES REFERENTES AS SEMEADORAS.....	30
4.3.1 Modelo e Tempo de Uso da Semeadora.....	30
Foi realizado o levantamento sobre a marca, modelo, ano de fabricação da semeadora e tipo de chassi (pivotado ou pantográfico).....	31
4.3.2 Tipo de Sulcador Utilizado.....	31
4.3.3 Mecanismo de Distribuição das Sementes.....	31
4.3.4 Tipo de Rodas Compactadoras.....	31
4.3.5 Velocidade de Plantio.....	31
4.3.6 Teor de Umidade do Solo.....	31
4.3.7 Cobertura Vegetal Sobre a Superfície do Solo.....	32
4.3.8 Profundidade de Sulco e Área de Solo Mobilizada.....	32
4.3.9 Distribuição Longitudinal das Sementes.....	33

4.3.10 Presença de Sementes Sobre a Superfície do Solo.....	34
4.4 ANÁLISE DE DADOS.....	34
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	35
5.1 CARACTERIZAÇÃO E DESCRIÇÃO SEMEADORAS-ADUBADORAS.....	35
5.2 DISTRIBUIÇÃO DE SEMENTES.....	42
5.3 VOLUME DE SOLO MOBILIZADO.....	45
6 CONCLUSÕES.....	48
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	49
REFERÊNCIAS.....	50
APÊNDICES.....	54

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max*) é uma das principais culturas cultivadas no Brasil. Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2015), a área cultivada com a cultura na safra 2014/2015, supera os 32 milhões de hectares com produção de 96,24 milhões de toneladas, o que representa 58% da área cultivada com grãos no Brasil e 47% da produção total.

Entre os aspectos que influenciou o sucesso da cultura da soja, pode-se destacar o sistema de plantio direto. Segundo a Federação Brasileira de Plantio Direto e Irrigação (FEBRAPDP, 2014) a área cultivada com soja nesse sistema de cultivo representa mais de 80% da área total cultivada.

Várias são as vantagens apontadas por Fidelis et al. (2003) ao sistema de plantio direto sobre a produção agrícola, entre as quais se podem destacar a redução do consumo de combustíveis, maior conservação da umidade do solo, melhoria na porosidade do solo e conseqüentemente maior propensão a obtenção de maiores rendimentos na cultura. Porém, de acordo com Mahl (2006) a palhada sobre a superfície do solo pode ser um obstáculo para as semeadoras-adubadoras.

As semeadoras-adubadoras destinadas ao plantio direto diferenciam das demais em virtude de algumas características necessárias, tais como disco de corte e sulcador, que possuem a finalidade de cortar a palha e a abertura do sulco para a deposição de fertilizantes e sementes além dos demais componentes como dosador de sementes (ARAÚJO & CASÃO JUNIOR, 2001).

De acordo com Embrapa (2010) um estande de plantas adequado e ausência de falhas na semeadura é considerado fundamental para obter-se altos rendimentos na cultura soja, além de propiciar maior rentabilidade ao produtor por melhor aproveitamento de sementes, fertilizantes e herbicidas.

Assim sendo, a realização da operação de semeadura da cultura em condições adequadas de campo, como umidade do solo, aliado as semeadoras em bom estado de funcionamento que promovam a distribuição e deposição das sementes de maneira adequada, vão contribuir para obter-se maior rendimento e rentabilidade na cultura por parte dos produtores rurais.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Identificar e avaliar o desempenho das semeadoras-adubadoras utilizadas no plantio da cultura da soja (*Glycine max*) no município de Santa Izabel do Oeste, no estado do Paraná.

2.2 ESPECÍFICOS

Identificar as principais máquinas utilizadas no plantio da soja, bem como caracterizá-las quanto aos principais componentes utilizados;

Identificar se os operadores realizaram treinamento de capacitação, bem como o tempo de profissão dos mesmos;

Verificar o tempo de uso das semeadoras-adubadoras utilizadas;

Avaliar a umidade do solo e a quantidade de biomassa durante o plantio da cultura;

Avaliar o desempenho das semeadoras-adubadoras durante o plantio, considerando a profundidade de sulco, área de solo mobilizada, uniformidade de distribuição de sementes e a porcentagem de sementes descobertas na linha de semeadura.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 CULTURA DA SOJA

A soja é uma das culturas mais importantes cultivada no mundo, seus grãos são utilizados pela indústria química, alimentícia e pela agroindústria na extração de óleo vegetal e alimentação animal (COSTA NETO & ROSSI, 2000).

Segundo EMBRAPA (2004), o primeiro registro de cultivo no Brasil trata-se de 1914 no município de Santa Rosa no estado do Rio Grande do Sul, porém, foi somente após a década 60 que seu cultivo passou a representar uma cultura economicamente importante.

A produção nacional saltou de aproximadamente 10 milhões de toneladas no final dos anos 70 para mais de 96 milhões de toneladas na safra 2014/2015, representando um aumento de 860%. Neste mesmo período a área cultivada aumentou em 360%, atingindo 32,09 milhões de hectares na safra 2014/2015, enquanto isso a produtividade média das lavouras no Brasil subiu de 1.748 kg ha⁻¹ na safra 1976/1977 para 2.999 kg ha⁻¹ na safra 2014/2015, o que representa um ganho superior a 71% (CONAB, 2015)

Vários fatores contribuíram para tal salto de produtividade na cultura, principalmente com a pesquisa e desenvolvimento de cultivares de soja mais adaptadas as condições de produção brasileira, aliada ao desenvolvimento de novas práticas de cultivo, entre esses o plantio direto (EMBRAPA, 2004) impulsionado pelo desenvolvimento de máquinas e equipamentos, como as semeadoras-adubadoras mais eficientes (FREITAS, 2011).

3.2 SISTEMA PLANTIO DIRETO

A colonização dos estados da região sul do Brasil, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, foi realizada em sua grande maioria por imigrantes europeus. A partir dos anos 50 ocorreu a abertura de áreas para exploração agrícola de maneira mais intensiva, sendo empregado o modelo tecnológico baseado na

agricultura europeia, caracterizado pelo revolvimento do solo e incorporação da massa vegetal (CASÃO JUNIOR et al., 2008).

Ainda segundo os autores, o revolvimento constante do solo acabou trazendo sérios problemas para aos agricultores, tais como a erosão, perda de solo e assoreamentos de cursos hídricos. A partir dos anos 70 alguns agricultores pioneiros passaram a utilizar o sistema de plantio direto, com o objetivo de diminuir esses problemas.

Cruz et al. (2001) define plantio direto como o processo em que a semeadura é realizada sem o revolvimento do solo, na qual a semente é colocada em sulcos que propiciem sua adequada cobertura e contato com o solo. Para Oliveira et al. (2012), o sistema de plantio direto consiste na mobilização mínima do solo em todos os aspectos, tais como grau de fragmentação e volume de solo mobilizado e ainda complementam afirmando que a mobilização realizada é suficiente apenas para colocar as sementes ou partes vegetativas das plantas, preservando os restos culturais das culturas anteriores na superfície.

A adoção do sistema de plantio direto sem o revolvimento do solo traz inúmeras vantagens. Cavichioli (2011) destaca a economia de combustível e melhora da atividade biológica do solo em virtude da conservação da matéria orgânica que também contribui para a diminuição dos problemas de erosão.

Embora a conservação dos restos culturais sobre a superfície solo seja de fundamental importância para as melhorias nas condições físicas, biológicas e química solo, para Mahl (2006) a palhada sobre a superfície do solo pode ser um obstáculo para as semeadoras-adubadoras.

3.3 SEMEADORAS-ADUBADORAS PARA O PLANTIO DIRETO

O desenvolvimento de máquinas para o plantio direto para as condições brasileiras ocorreu em grande parte a partir dos anos 80. Segundo Siqueira (2007), as semeadoras-adubadoras de plantio direto, diferentes das semeadoras para o plantio convencional, são máquinas adaptadas para realizarem a implantação da cultura em terrenos onde não foi realizado o preparo convencional

do solo e visa a mobilização mínima do solo, apenas nas linhas de semeaduras e conservação da presença de cobertura vegetal.

Essas semeadoras são divididas em dois grupos: semeadoras de precisão e de fluxo contínuo. De acordo com Canova (2010), as semeadoras de fluxo contínuo, distribuem as sementes no solo de forma contínua, sendo normalmente utilizada na semeadura de sementes miúdas e que exigem uma alta população de plantas, tais como trigo e aveia. Já as semeadoras de precisão distribuem as sementes em sulco de semeadura em linha e intervalos regulares de acordo com a densidade de semeadura requerida, sendo normalmente utilizadas na semeadura das culturas do milho, feijão e soja.

Segundo Siqueira (2007) as semeadoras são composta por chassi, sistema de acoplamento e transporte, reservatórios para sementes e fertilizante, sistema de acionamento e transmissão, sistemas de dosagem e distribuição de sementes e fertilizante, unidades de semeadura, unidade de corte da vegetação, abridores de sulco para fertilizante, abridores de sulco para sementes, sistema de controle de profundidade de sulcos para sementes, sistema de aterramento do sulco e sistema de compactação do solo sobre as sementes.

As semeadoras-adubadoras para o sistema de plantio direto são muito semelhantes às utilizadas no plantio convencional quanto à distribuição de fertilizantes e sementes, porém para trabalhar em solos não preparados e com presença de cobertura vegetal, algumas modificações foram necessárias para trabalharem sobre tais condições. Conforme descrito por Landers (1995) foram acrescentados os discos cortadores de palha a frente dos demais componentes da linha plantio, emprego de discos duplos desencontrados ou haste sulcadora para deposição dos fertilizantes, maior resistência e peso do chassi, sistema de molas mais resistentes, regulagem da profundidade mais preciso e roda duplas anguladas para o fechamento do sulco.

De acordo com Salton (1998) as semeadoras-adubadoras para o plantio direto devem possuir ferramenta de corte de palha e do solo, que mantenha sua eficiência mesmo em condições de alta resistência de corte e volume de palha, aliado a um sistema que garanta a penetração da ferramenta de corte e mantenha uniformidade independentemente da velocidade de trabalho e possuir mecanismos

dosadores de sementes e de adubo que mantenha regularidade na distribuição independentemente das condições de trabalho (Figura 1).

Portela (2001) complementa afirmando que as semeadoras-adubadoras devem garantir uma semeadura uniforme, semear diferentes culturas e não causar danos à semente.



Figura 1: Componentes de uma semeadora-adubadora para plantio direto
Fonte - Agriculte (2015), adaptado pelo autor

3.3.1 Constituição das Semeadoras

3.3.1 Chassi

Também conhecida por porta ferramentas, o chassi é a estrutura construída em aço, formando um quadro rígido, sobre a qual é montada os demais componentes das semeadoras. Quanto ao chassi da unidade de distribuição da semente pode ser classificado como pivotado, pantográfico e/ou flexível (PORTELLA, 2001).

O chassi pivotado é aquele em que as barras principais são ligadas por apenas um ponto de articulação. Já o sistema pantográfico é montado através de

um paralelograma o que permite maior flexibilidade da linha semeadora pra acompanhar as irregularidades do terreno (PORTELLA, 2001).

3.3.2 Sistema de acoplamento e transporte

Quanto ao acoplamento e transporte das semeadoras aos tratores, podem ser de arrasto, acoplada a barra de tração do trator, ou montadas, acopladas ao sistema de engate de 3 pontos (SIQUEIRA, 2007).

3.3.3 Sistema de acionamento e transmissão

O sistema de transmissão das semeadoras-adubadoras podem ocorrer via correntes, cardãs ou misto, sendo que as correntes necessitam de maiores cuidados com a manutenção em virtude de seu desgaste.

3.3.4 Dosador de Sementes

Os mecanismos de distribuição da semente mais utilizados para a cultura da soja são o sistema de distribuição por disco perfurado horizontal alveolados, ou disco pneumático (SIQUEIRA, 2007).

Segundo Portela (1997), o disco perfurado horizontal alveolado (Figura 2) é composto pelo disco alveolado, anel sobre o qual o disco se movimenta, martetele e de escova, que eliminam o excesso de sementes de cada célula. O sistema fica posicionado no fundo do reservatório na posição horizontal e possui furos para alojar e distribuir as sementes. Com o movimento da semeadora o disco gira, largando as sementes sobre o tubo condutor que as conduz até a superfície do sulco.

O sistema de disco perfurado horizontal é o mais utilizado nos modelos de semeadoras comercializadas no Brasil, embora apresente uma precisão menor na distribuição das sementes se comparado ao sistema pneumático. Seu menor custo de aquisição e menor exigência de potência do trator os torna viável em

grande maioria das pequenas propriedades brasileiras (CASÃO JUNIOR & SIQUEIRA, 2006).



Figura 2: Disco de distribuição de semente horizontal com mecanismo dosador de sementes.

Fonte: Baldan (2015)

O sistema pneumático (Figura 3) utiliza o vácuo ou pressão para realizar a dosagem das sementes que ficam presas pela pressão do ar a um disco alveolado posicionado na vertical. Com o movimento da semeadora este disco gira e um dispositivo de corte de pressão libera as sementes quando estas estão sobre os tubos condutores (SIQUEIRA, 2007).

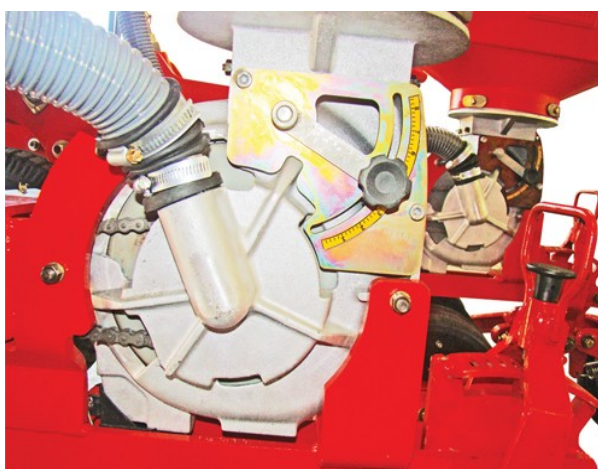


Figura 3: Dosador pneumático de sementes
Fonte - Baldan (2015)

De acordo com Casão Junior & Siqueira (2006), os dosadores pneumáticos, promovem menores danos a semente e melhor distribuição destas se comparado ao dosador de disco horizontal em velocidades acima de 8 km h^{-1} , porém para efetuar a semeadura a esta velocidade recomenda-se a utilização de discos no sistema de abertura de sulco ao invés da haste, uma vez que a haste promove um revolvimento demasiado do solo a tal velocidade.

3.3.5 Dosador de Fertilizantes

Os sistemas dosadores de fertilizantes se localizam abaixo do reservatório de fertilizantes e podem ser de vários tipos, conforme Bonotto et al. (2013) os modelos normalmente encontrados são do tipo sem-fim com transbordo transversal; sem-fim com descarga por gravidade; sem-fim com descarga e transbordo lateral; rotor acanalado e disco estrela (Figura 4)

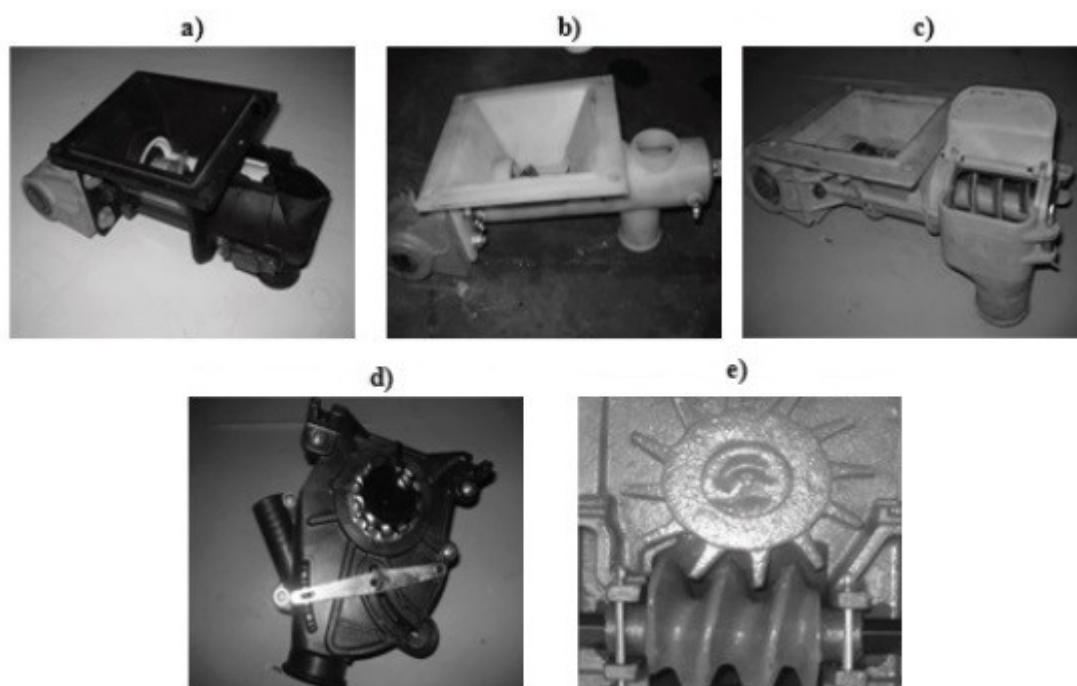


Figura 4: Tipos de dosadores de fertilizantes: a) Sem-fim com transbordo transversal; b) Sem-fim com descarga com gravidade; c) Sem-fim com descarga e transbordo lateral; d) Rotor Acanalado e, e) Disco estrela.

Fonte: Bonotto (2013)

Francetto et al. (2012), realizaram um levantamento sobre os principais tipos de dosadores comercializados no Brasil e identificaram que os mecanismos helicoidais, (tipos “a”, “b” e “c”, Figura 4) estão presentes em 94,44% das semeadoras comercializadas, em seguida vem o modelo tipo disco dentado giratório com 2,87%, cilindro acanalado com 2,15% (tipo “d”, Figura 4) e rotor dentado permanecendo em 0,54% (tipo “e”, Figura 4).

3.3.6 Unidade de Corte da Cobertura Vegetal

A unidade de corte da cobertura vegetal é realizada pelo disco de corte, o qual segundo Portella (2001) podem ser de diferentes tamanho e formato, podendo ser liso, ondulado, estriado, corrugado e recortado, sendo que os discos lisos são melhores para o corte da vegetação e requerem menor força para penetrar no solo (Figura 5).

Os discos ondulados e corrugados, conforme Casão Junior & Siqueira (2006), necessitam de maior força para penetrar no solo devido a área de contato maior, além de proporcionar maior aderência de solo ao disco devido suas ranhuras.

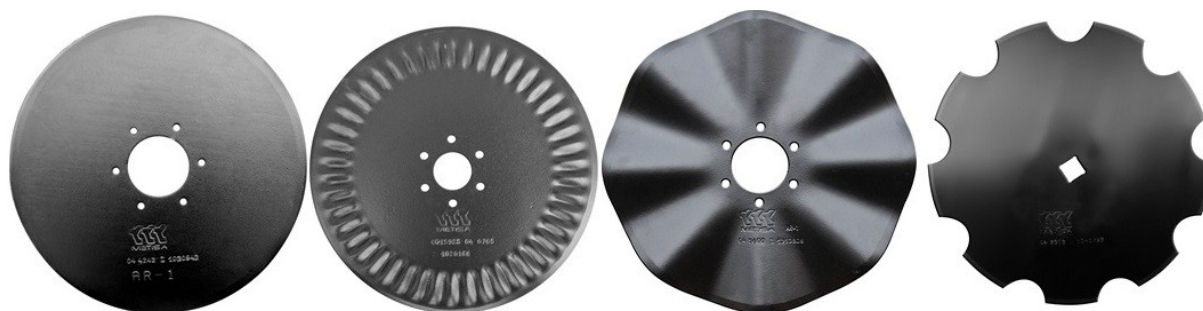


Figura 5: Modelos de discos, liso, estriado, ondulado e recortado.
Fonte - Metisa (2015)

3.3.7 Abridores de Sulco para Fertilizantes

De acordo com Siqueira (2007), os sistemas de abertura de sulco para o fertilizante, ficam posicionados atrás do disco de corte podendo ser do tipo haste,

guilhotina ou disco duplo (Figura 6). Alguns modelos de semeadoras podem ainda ser equipados com um disco simples (Figura 7).



Disco de corte + Disco duplo

Disco de corte com guilhotina

Disco de Corte + haste afastada

Figura 6: Tipos de sulcadores para deposição dos fertilizantes
Fonte - Semeato (2015) adaptado pelo autor



Figura 7: Disco ondulado para deposição de fertilizantes
Fonte - Stara (2015)

3.3.8 Sistema de Controle de Profundidade de Sulco para Sementes

O sistema de controle de profundidade (Figura 8) para deposição de sementes normalmente é em forma de rodas localizadas próximas ao disco de abertura do sulco e deposição de sementes. Conforme Siqueira (2007), a regulagem de profundidade na maioria das semeadoras-adubadoras é realizada através de articulação com furos ou entalhes de regulagem.



Figura 8: Rodas Limitadoras de profundidade
Fonte: Semeato (2015)

3.3.9 Sistema de Compactação do Sulco

O sistema de compactação é a última unidade da semeadora que atua durante a semeadura. De acordo com Silva et al. (2006), esse componente tem a função de proporcionar melhor contato entre a semente e o solo através da aplicação de pressão lateral ou sobre o sulco de semeadura, deixando solto o suficiente para garantir a emergência das plântulas.

O sistema de compactação pode ser dos tipos: roda lisa com depressão central, pneu murcho e rodas em “V”. Na Figura 9 é possível ver as diferenças entre ambas.



Figura 9: Tipos de rodas compactadoras de semente
Fonte - Jumil (2015)

3.4 DESEMPENHO DE SEMEADORAS-ADUBADORAS

As semeadoras devem revolver o mínimo de solo necessário para realizar a semeadura e, estas devem cortar a palha sobre a superfície do solo, abrir um sulco para depositar o fertilizante em posição e profundidade adequada e em seguida realizar a deposição das sementes no sulco e este deve ser fechado com solo, além de realizar a compactação do mesmo lateralmente às sementes (CASÃO JUNIOR & SIQUEIRA, 2006).

Vários aspectos influenciam o desempenho das semeadoras no campo, tais como qualidade da semente, cobertura vegetal, umidade do solo durante a operação e velocidade de deslocamento.

O desempenho de semeadoras em solos argilosos têm apresentado alguns problemas relacionados ao plantio quando, principalmente em condições de alta umidade. Segundo Casão Junior (1998), são frequentes problemas com corte da cobertura vegetal, embuchamentos, abertura inapropriada do sulco, aderência do solo aos componentes, profundidade de semeadura desuniforme, cobertura e contato inadequado do solo sobre as sementes, que afetam a uniformidade de emergência das plantas.

Para Gassen & Gassen (1996) quando a semeadura é realizada em solo com excesso de água, pode ocorrer redução na infiltração de água em virtude de problemas ocasionados pela compactação do solo pelos componentes da semeadora. Quando realizada em solo seco, têm-se maiores problemas com a eficiência dos dispositivos sulcadores e deposição da semente, ocasionando uma deficiência na compactação da semente, diminuindo o contato solo-semente.

De acordo com Casão Junior & Siqueira (2006) quanto maior do teor de argila e maior a umidade durante a operação de semeadura, aumenta-se a aderência de solos nos sulcadores e componentes da semeadora (disco de corte, haste ou disco duplo) que podem ocasionar a aderência de palha, aumentando problemas com embuchamentos, além de aumentar a área de solo mobilizado.

Outro aspecto importante que influencia o desempenho das semeadoras, refere-se a cobertura vegetal existente sobre o solo. Segundo Mahl (2006) quando o corte da vegetação é deficiente pode ocorrer um acúmulo de material vegetal nos sulcadores, que pode provocar embuchamentos, além de gerar problemas na deposição de sementes e fertilizantes e interferir negativamente na germinação das plântulas.

Araújo et al. (2001) complementam afirmando que a ocorrência de embuchamentos da semeadora se torna mais frequente com utilização de espaçamentos inferiores a 50 cm entre linhas, comumente utilizada no cultivo da soja, quando associados a utilização de sulcador do tipo haste, com um volume de palhada acima de $6,0 \text{ t ha}^{-1}$.

Moura et al. (2005) avaliando a distribuição de sementes na cultura da soja, utilizando uma semeadora de precisão mecânica sob três velocidades de deslocamento (3,8; 7,7 e $9,5 \text{ km h}^{-1}$), observaram que nas maiores velocidades ocorrem um aumento de falhas na distribuição.

Dias et al. (2009) realizaram trabalho semelhante avaliando a influência do aumento da velocidade de operação na distribuição de sementes de milho e observaram uma redução de espaçamentos aceitáveis entre as sementes com a elevação da velocidade de trabalho de 3,5 para $7,0 \text{ km h}^{-1}$.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado sobre uma amostra de 16 semeadoras-adubadoras no município de Santa Izabel do Oeste – PR, durante o período de plantio da cultura da soja, safra 2014/2015. Nas avaliações eram verificadas as condições de plantio e realizada a inspeção das semeadoras-adubadoras, conforme questionário apresentado no Apêndice A.

4.1 PROCEDIMENTOS DE VISITA

As visitas foram realizadas em propriedades rurais do município que possuíam ao menos uma semeadora-adubadora, sendo realizada a apresentação do trabalho proposto e uma entrevista com o proprietário e/ou operador da semeadora, abordando questões sobre o tempo de profissão, se realizou algum tipo de treinamento para trabalhar com plantio, descrição da máquina e densidade de semeadura utilizada.

4.2 PROCEDIMENTO DE INSPEÇÃO

O procedimento de inspeção da máquina consistiu de um questionário, onde em parte foi respondido por meio de entrevista com o operador e/ou responsável pelas máquinas, obtendo dados a respeito da semeadora e do plantio, e em parte foi realizado a coleta de dados obtidos durante a operação de plantio da cultura.

4.3 AVALIAÇÕES REFERENTES AS SEMEADORAS

4.3.1 Modelo e Tempo de Uso da Semeadora

Foi realizado o levantamento sobre a marca, modelo, ano de fabricação da semeadora e tipo de chassi (pivotado ou pantográfico).

4.3.2 Tipo de Sulcador Utilizado

Foi realizado o levantamento sobre o tipo de sulcador utilizado, tais como disco duplo, haste tipo guilhotina, haste afastada e disco simples.

4.3.3 Mecanismo de Distribuição das Sementes

Foi verificado o tipo de dosador de semente utilizado, tais como, pneumático sucção, pneumático sopro e disco horizontal.

4.3.4 Tipo de Rodas Compactadoras

Identificação visual dos tipos de rodas compactadoras presentes, como roda lisa com depressão central ou rodas em “V”.

4.3.5 Velocidade de Plantio

A velocidade de plantio foi determinada por meio da obtenção do tempo gasto pelo conjunto trator-semeadora para percorrer uma distância de 30 metros, obtendo a média de três pontos de coleta.

4.3.6 Teor de Umidade do Solo

Durante as avaliações eram realizadas coletas de amostras do solo para determinar o teor de água. Foi utilizado o método gravimétrico padrão, com

base na massa de solo seco em estufa à temperatura de 105 a 110°C até massa constante, conforme (EMBRAPA, 1997).

4.3.7 Cobertura Vegetal Sobre a Superfície do Solo

Para a determinação da quantidade de matéria seca por hectare, foi realizada a coleta da cobertura vegetal sobre a superfície do solo com o auxílio de um gabarito de forma quadrada com uma área de 0,25 m² em quatro pontos aleatórios. Após a coleta, as amostras foram submetidas a uma estufa com temperatura de 65°C, por um período de 48 horas para posteriormente determinar seu peso e estipular a quantidade matéria seca sobre o solo em toneladas por hectare.

4.3.8 Profundidade de Sulco e Área de Solo Mobilizada

Foram determinados com o auxílio de um perfilômetro (Figura 10), construído em madeira, com réguas verticais graduadas em centímetros, dispostas a cada 2,0 cm no sentido transversal a linha de semeadura, sendo realizado nas três linhas centrais de semeadura o levantamento de três perfis.



Figura 10: Perfilômetro utilizado para determinação da profundidade de sulco e área de solo mobilizado.

Fonte: Autor

O cálculo da área mobilizada foi obtido utilizando a equação (1).

$$A_m = \sum (P_N - P_F) * e \quad (1)$$

Em que:

A_m = área mobilizada (cm²);

P_N = perfil da superfície natural do solo para cada ponto do perfilômetro (cm);

P_F = perfil da superfície final do solo para cada ponto do perfilômetro (cm);

e = espaçamento entre as réguas verticais (cm).

A profundidade máxima do sulco de adubo foi considerada como sendo a maior diferença entre os perfis da superfície original e interno do solo no sulco de semeadura (ARAÚJO et al., 2001).

4.3.9 Distribuição Longitudinal das Sementes

Para avaliar a distribuição longitudinal das sementes, foi utilizado a metodologia descrita por Kurachi et al. (1989) (Tabela 1), com a qual é possível determinar a porcentagem de espaçamentos normais, falhos e duplos, através de um valor de referência que seria o espaçamento médio desejado entre as sementes. Foram analisados os espaçamentos entre 20 sementes em 3 pontos de coleta para cada máquina.

Tabela 1 - Limites de tolerância para as variações dos espaçamentos (X_i) entre sementes e o tipo de espaçamento considerado

Tipo de Espaçamento	Intervalo de tolerância para variação de X_i
Duplos	$X_i < 0,5 * X_{ref}$
Normais	$0,5 * X_{ref} < X_i < 1,5 * X_{ref}$
Falhos	$X_i > 1,5 * X_{ref}$

X_i = espaçamento entre sementes obtido a campo.

X_{ref} = valor de referência obtido em função do espaçamento e população de plantas

Fonte - Kurachi et al. (1989)

A avaliação do desempenho das semeadoras foi realizado conforme critérios definidos por Tourino & Klingensteiner (1983), os quais consideram como

ótimo desempenho à semeadora que distribuir de 90 a 100% das sementes na faixa de espaçamento aceitável; bom desempenho de 75 a 90% de espaçamentos aceitáveis; regular de 50 a 75%; e, insatisfatório abaixo de 50%.

4.3.10 Presença de Sementes Sobre a Superfície do Solo

Foi realizada considerando o número de sementes descobertas que podiam ser vistas a olho nu em qualquer ângulo, em uma distância de 10 metros na linha de plantio. Essa avaliação foi realizada em três pontos aleatórios para cada máquina avaliada.

4.4 ANÁLISE DE DADOS

A análise dos dados foi realizada por meio da estatística descritiva e análise exploratória, com os resultados sendo apresentados em forma tabelas e gráficos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 CARACTERIZAÇÃO E DESCRIÇÃO SEMEADORAS-ADUBADORAS

Verificou-se que todos os operadores possuíam mais de 10 anos de experiência no plantio, porém, nenhum tinha realizado treinamento específico para desempenhar tal atividade.

Com relação às máquinas (Figura 11) observou-se a presença de seis marcas (Massey Ferguson, Planti Center, Metasa, Kuhn, Sfil e Stara), com sete modelos diferentes. Com forme comentado pelos produtores a preferência dessas marcas pelos produtores rurais se deve em sua grande maioria pela presença de revendas e assistência técnica localizadas na região.

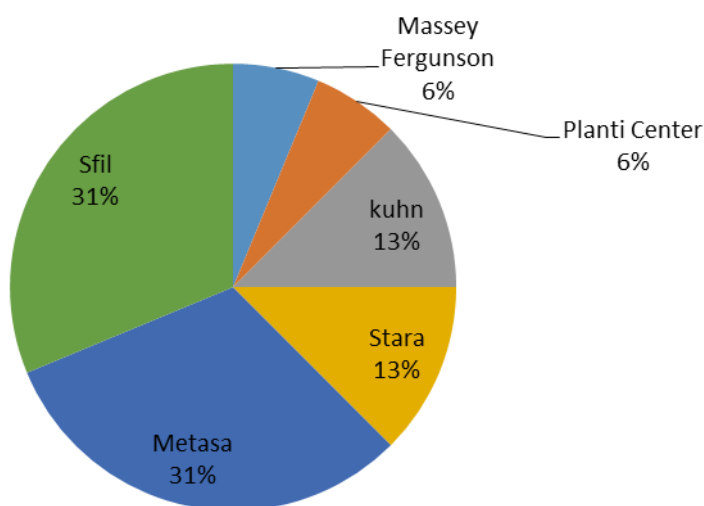


Figura 11: Distribuição das sementeiras de acordo com as marcas utilizadas pelos agricultores.

Fonte: Autor

Com relação ao tempo de serviço (Figura 12), verificou-se que a maioria das sementeiras-adubadoras (69%) estavam com 8 a 12 anos de uso. Os proprietários dessas máquinas relatam que pretendem trocá-las por uma mais nova, porém, o alto custo dessas pode inviabilizar a troca, tendo em vista que são pequenos e médios produtores, que necessitam de crédito e com condições atrativas para seu pagamento.

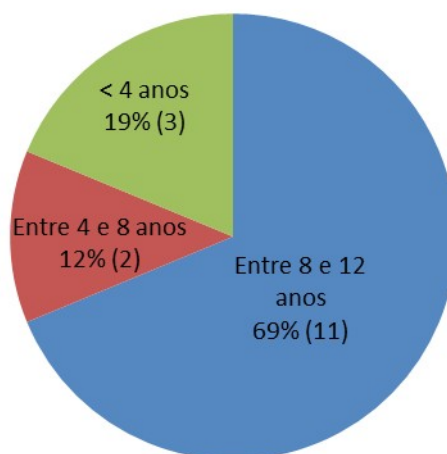


Figura 12: Distribuição das semeadoras quanto ao tempo de uso (anos).

Fonte: Autor

Das 16 semeadoras avaliadas, três apresentavam sistema pantográfico nas linhas de plantio e as demais apresentavam sistema pivotado. O sistema pantográfico estava presente nas semeadoras mais novas (menos de 4 anos de uso). Esse sistema apresenta como principal característica a maior movimentação da unidade de semeadura, o que proporciona maior uniformidade da profundidade de semeadura em terrenos com superfície irregular, porém, apresenta como desvantagem o maior custo de aquisição, maior número de componentes na transmissão do disco distribuidor da semente.

O sistema pivotado possui a transmissão entre a porta ferramenta e a unidade de distribuição via eixo. Já o sistema pantográfico por possuir mais articulações, a transmissão normalmente ocorre por misto de eixos e correntes (Figura 13)

Quando o sistema de correntes necessita de maiores cuidados com a manutenção durante o plantio, uma vez que as correntes que ficam próximas as unidades de plantio estão mais sujeitas a serem danificadas por restos culturais, aderência de poeira ou, eventualmente, por agregados de solo arremessados pelo rodado ou componentes da semeadora em contato com o solo, principalmente em condições de umidade elevada do solo.

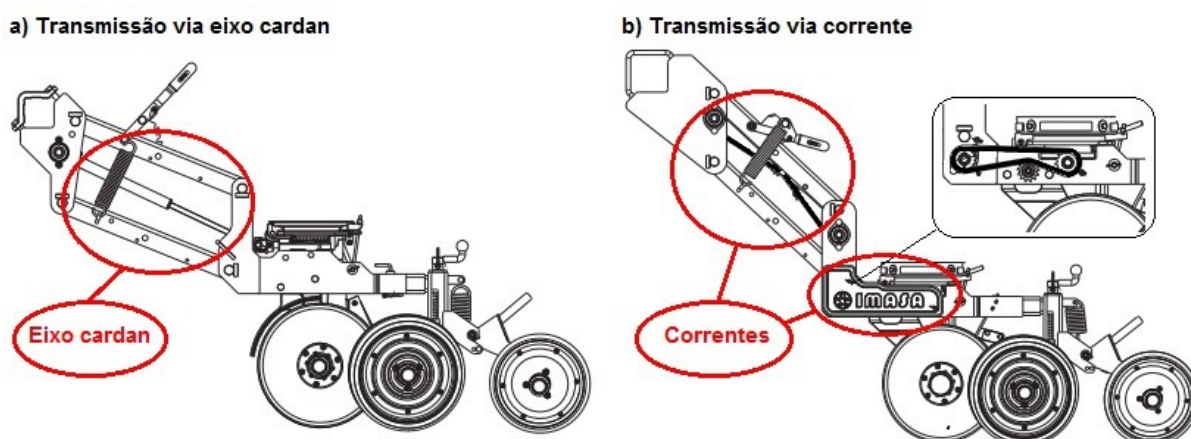


Figura 13: Exemplo de transmissão de potência em linhas pantográficas: a) transmissão via eixo cardan, b) transmissão via corrente

Fonte: Imasa (2015), adaptado pelo autor.

Todas as máquinas avaliadas apresentavam o sistema de distribuição de fertilizantes helicoidal, sendo que cinco dessas usavam o sistema com transbordo transversal e as demais, via gravidade. De acordo com Francetto et al. (2012), esses modelos de distribuidores estão presentes em mais de 94% das semeadoras comercializadas no Brasil.

Bonotto et al. (2013) em ensaio conduzido em bancada, avaliaram o desempenho de 5 modelos diferentes de distribuidores de fertilizantes (sem-fim com transbordo transversal, sem-fim com transbordo lateral, sem-fim com descarga por gravidade, rotor acanalado e disco estrela), com 3 tipos de fertilizantes (mistura de grânulos, granulada e farelada), e, concluíram que os sistemas de distribuição helicoidal apresentam menor coeficiente de variação na distribuição dos fertilizantes, sendo que ambos apresentaram melhor desempenho para fertilizantes granulados.

Entre as semeadoras com sistema de distribuição helicoidal com descarga por gravidade, as da marca Sfil usava o distribuidor na posição transversal ao deslocamento da máquina (Figura 14).



Figura 14: Dosador de fertilizantes Sfil, modelo SS 10000, posicionado transversalmente ao deslocamento da máquina.

Fonte - Casão Júnior & Siqueira (2006)

De acordo com Casão Júnior & Siqueira (2006), ao efetuar a semeadura em terrenos inclinados e/ou sobre curvas de níveis, estes dosadores apresentam uma distribuição mais homogênea dos fertilizantes se comparados aos que são posicionados transversalmente ao deslocamento da máquina.

Entre os produtores que possuíam tal configuração do sistema de distribuição de fertilizantes, um relatou o problema de distribuição ao semear sobre os terraços. Segundo o qual percebe-se a diferença da distribuição dos fertilizantes entre as linhas que trabalham na posição contrária ao sentido de declividade (morro acima) das que trabalham no sentido da declividade (morro abaixo), principalmente na implantação de culturas mais exigentes em adubação, como por exemplo o milho onde ocorre a diferença de seu desenvolvimento entre as linhas da semeadora.

Ferreira et al. (2007) ao avaliarem a distribuição de fertilizantes de dois sistemas do tipo helicoidal, sendo um com descarga através de transbordo e outro por gravidade, trabalhando sobre inclinação, observaram que em ambos modelos ocorre um aumento na dose distribuída quando a inclinação é a favor da saída dos fertilizantes, porém, no sistema com descarga por gravidade, ocorreu um aumento significativo da dose, reforçando o comentário feito pelo produtor.

Sobre o mecanismo dosador de sementes, todas as semeadoras-adubadoras apresentavam o sistema de disco aveolado horizontal. Esse mecanismo conforme descrito por Siqueira (2007), é o mais utilizado para o plantio da soja,

embora apresente desempenho inferior quanto a distribuição das sementes, apresentando maiores percentuais de espaçamentos falhos e/ou duplos, quando comparado ao sistema de distribuição a vácuo.

Embora o sistema a vácuo apresente melhores índices de distribuição das sementes, este apresenta um custo de aquisição superior ao sistema de disco horizontal, inviabilizando sua aquisição por parte de pequenos e médios produtores (Siqueira, 2007).

Com relação ao mecanismo de abertura do sulco, verificou-se a presença de 4 tipos, sendo estes: disco duplo, disco ondulado, guilhotina e haste afastada (Figura 15). É possível observar a preferência dos produtores pela haste, pois acreditam que este promove melhores condições para o desenvolvimento da cultura, como por exemplo, melhor enraizamento, em relação ao disco duplo. Os produtores que utilizavam o sistema de guilhotina e disco ondulado, buscavam uma alternativa semelhante a haste para trabalhar em profundidade, evitando o arranque de pedras presentes nas lavouras.

Já, a opção pelo disco duplo se dá em virtude de alguns agricultores não acreditarem em benefícios da utilização da haste, ou devido às condições de palhada sobre o solo não permitirem a utilização destas.

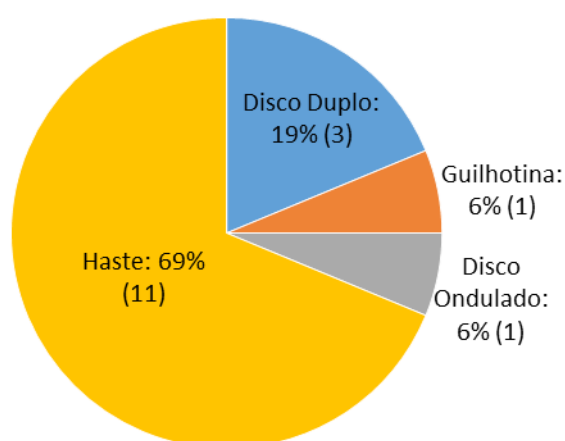


Figura 15: Frequência de uso dos mecanismos de abertura de sulco pelos agricultores.

Fonte: Autor.

De acordo com Casão Junior & Siqueira (2006), a utilização de discos duplos promove menor revolvimento do solo, mantendo a palhada sobre o mesmo, além de necessitar de menos potência do trator e provocar menos embuchamentos, porém, não possuem capacidade de se aprofundar em solos com problemas de compactação, podendo depositar o fertilizante junto com a semente e prejudicar a germinação e emergência das plântulas.

Outro aspecto interessante observado é com relação aos tipos de rodas compactadoras presentes nas semeadoras, sendo identificado a presença de modelos, do tipos “V” e roda lisa. A roda compactadora tem a finalidade de compactar o solo no sulco de semeadura de maneira a permitir melhor contato da semente com o solo (SILVA et al., 2006).

Segundo Casão Junior & Siqueira (2006) as rodas em “V” quando em curva podem deslocar-se da linha de semeadura, compactando de maneira incorreta, já as rodas lisas podem em solos úmidos provocar o selamento superficial do solo. Os autores sugerem a utilização de rodas cônicas revestidas de borracha como uma alternativa as rodas lisas, porém, foi verificado, que em condições de solo úmido esse tipo de roda compactadora também provoca os mesmos problemas da roda lisa, uma vez que a aderência do solo em seu sulco, anulando o seu benefício.

A quantidade de palha nas lavouras sobre a superfície do solo durante os plantios variou de 2.946 a 6.680 kg ha⁻¹. O volume de matéria seca ideal sobre o solo depende muito das condições de cada região. Verificou-se que 93% das propriedades (Figura 16) apresentavam quantidade inferior 6,0 t ha⁻¹, que segundo Alvarenga et al. (2001), seria o ideal para se ter uma boa cobertura do solo em sistema de plantio direto.

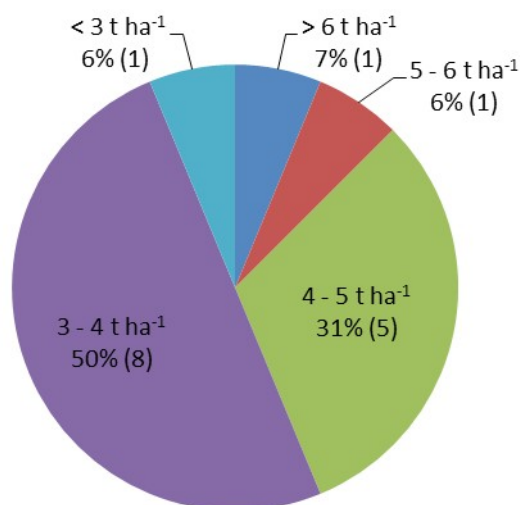


Figura 16: Frequência da distribuição de palha nas lavouras (t ha⁻¹).

Fonte: Autor

As condições de umidade do solo durante os plantios variaram entre 23,33 a 30,16%. O ideal para plantio é que o mesmo esteja no estado de consistência friável, que de acordo com Araújo et al. (2001), caracteriza-se na prática quando os agregados são facilmente rompidos em frações menores e ao comprimir entre os dedos não ocorre a aderência do mesmo. Segundo Casão Junior et al. (1998) na condição friável ocorre a melhor interação entre solo-máquina.

Todas as semeadoras trabalhavam em teor de umidade abaixo de 32% e que a maioria se encontrava abaixo de 26% (Figura 17). Não é possível afirmar que teor de umidade estava ou não em condições ideais para a operação de plantio, pois não foi realizado o teste para identificar se o solo encontrava-se na condição friável. Porém, notou-se um grande volume de solo aderido aos componentes das semeadoras, principalmente nos sulcadores e rodas limitadoras de profundidade na semeadora que efetuava a operação sobre a condição de maior umidade.

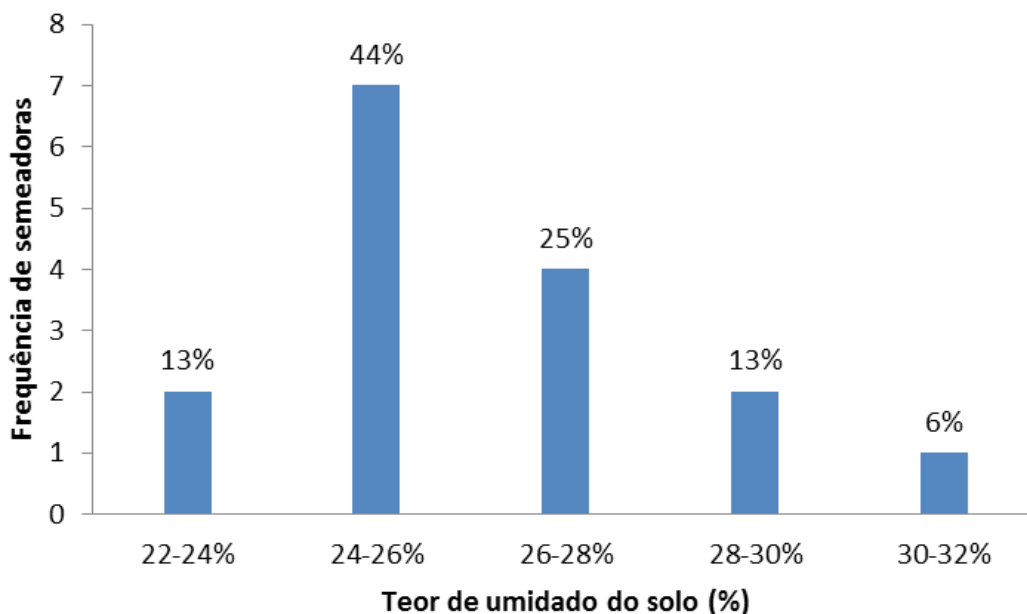


Figura 17: Frequência de semeadoras quanto ao teor de umidade do solo.
Fonte: Autor

De acordo com Araújo et al. (2001), o ponto ideal para semeadura sobre o sistema de plantio é quanto ocorre baixa ou nenhuma aderência de solo nos sulcadores, a palhada é cortada de maneira eficiente não sendo forçada para o fundo do sulco pelo disco de corte e ao mesmo tempo não forma torrões de maneira excessiva a prejudicar o aterramento das sementes.

5.2 DISTRIBUIÇÃO DE SEMENTES

A maioria das semeadoras apresentaram distribuição normal das sementes entre 50 a 75%, onde são classificadas por Tourino & Klingensteiner (1983) como desempenho regular. Uma semeadora foi classificada como insatisfatório por apresentar menos que 50% das sementes espaçadas corretamente entre si e as demais (4 semeadoras) foram classificadas com desempenho bom por distribuir de 75 a 90% das sementes corretamente espaçadas (Figura 18).

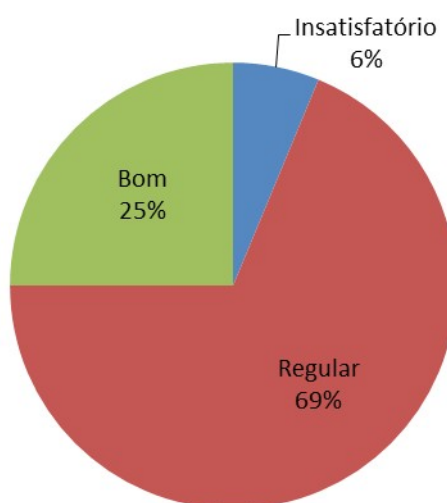


Figura 18: Desempenho das semeadoras quando a distribuição das sementes.

Fonte: Autor

Para Embrapa (2010), a velocidade ideal para a semeadura da soja está entre 4,0 e 6,0 km h⁻¹, dependendo, principalmente, da uniformidade da superfície do terreno. Ao avaliarem a influência da velocidade de plantio sobre a distribuição das sementes, vários autores concluem que o aumento da velocidade, faz com que ocorra maiores índices de espaçamento falho e/ou duplo (MOURA et al. 2005; CORTES et al., 2006; DIAS et al., 2009).

Apenas uma semeadora apresentou desempenho insatisfatório, com 45% de espaçamentos aceitáveis. Esta semeadora trabalhou em velocidade de 6,97 km h⁻¹. Embora seja uma velocidade acima do recomendado pela Embrapa (2010), ficou próximo da velocidade média de 6,9 km h⁻¹, utilizada pelos produtores, o que leva a crer que o baixo desempenho, refere-se a componentes não analisados no estudo, tais como conservação e escolha dos componentes de distribuição das sementes, entre eles disco alveolado, ejetores de roletes e tubo de condução da semente ao solo.

A velocidade de plantio variou de 5,67 a 7,80 km h⁻¹ e estas não influenciaram no índice de distribuição (Figura 19), embora, a melhor distribuição tenha ocorrido na semeadora de menor velocidade (5,67 km h⁻¹), com 85% com espaçamentos aceitáveis, pois a segunda melhor com 80% de espaçamentos normais estava a uma velocidade 7,77 km h⁻¹.

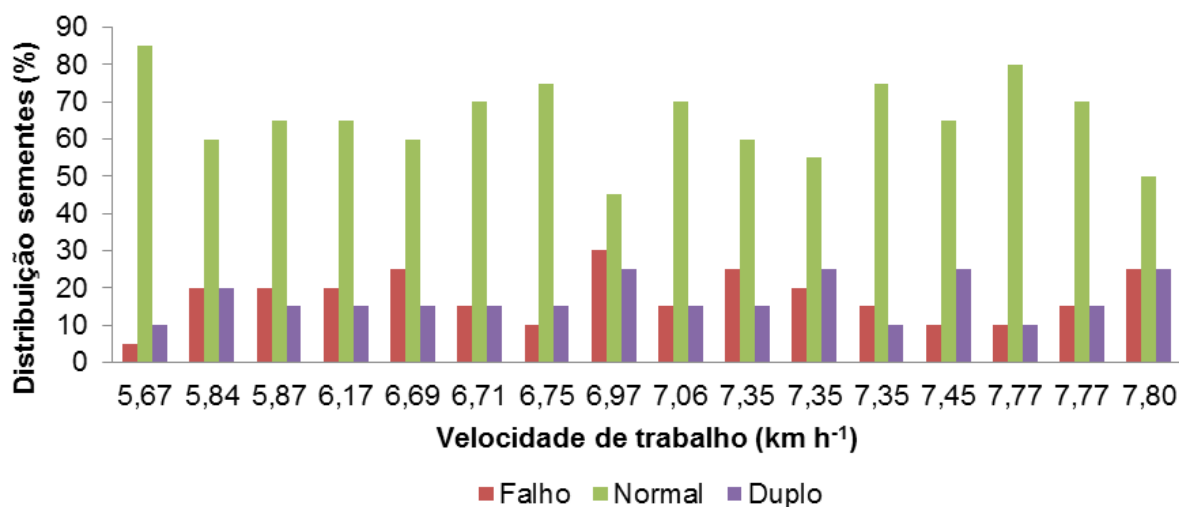


Figura 19: Distribuição das sementes de soja em função da velocidade de deslocamento.
Fonte: Autor

Não foi verificada tendência de aumento na falha na distribuição das sementes com o aumento da velocidade, o que pode estar correlacionado ao desempenho individual de cada semeadora-adubadora, além de não estarem trabalhando sobre as mesmas condições de regulagem e de estande de plantas. Resultado que difere do encontrado por Dias et al. (2009), que tanto o aumento da velocidade de deslocamento como o aumento da densidade de plantio, proporcionam a redução da porcentagem de espaçamentos aceitáveis, devido ao aumento da velocidade tangencial do disco alveolado.

Em apenas uma das máquinas avaliadas foi constatado problemas no corte da palhada, pois esta apresentava-se incorporado no fundo do sulco (Figura 20) de semeadura. Além disso, era visível a presença de sementes descobertas sobre o sulco, na ordem de 4 sementes por 10 metros lineares.

A presença de palha no sulco de semeadura, pode estar relacionada com a umidade não adequada para a semeadura, pois segundo Mahl (2006), esta deve estar de preferência verde ou seca, caso esteja murcha, maior será a resistência ao corte, podendo ser aprofundada no sulco e a semente poderá ficar depositada sobre a vegetação.



Figura 20: Presença de palhada no sulco de semeadura
Fonte: Autor.

5.3 VOLUME DE SOLO MOBILIZADO

Os mecanismos de abertura de sulco apresentaram variação no volume médio de solo mobilizado, sendo o sistema de guilhotina, o que proporcionou maior revolvimento solo, com $235,53 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, seguido pelas máquinas que utilizavam a haste ($177,37 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$), disco ondulado ($102,22 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) e disco duplo ($65,19 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$), conforme apresentado na Figura 21.

Mion & Benez(2008), avaliando diferentes mecanismos de abertura de sulco (disco simples, disco duplo, disco ondulado e haste sulcadora), concluiu que a haste promoveu maior mobilização do solo, atingiu maiores profundidade de trabalho, exigindo menor esforço horizontal. Quanto aos mecanismos tipo disco, verificou-se que estes necessitam de maior força vertical para penetrar no solo e o disco ondulado mobilizou maior volume de solo em virtude da maior área de contato solo-ferramenta.

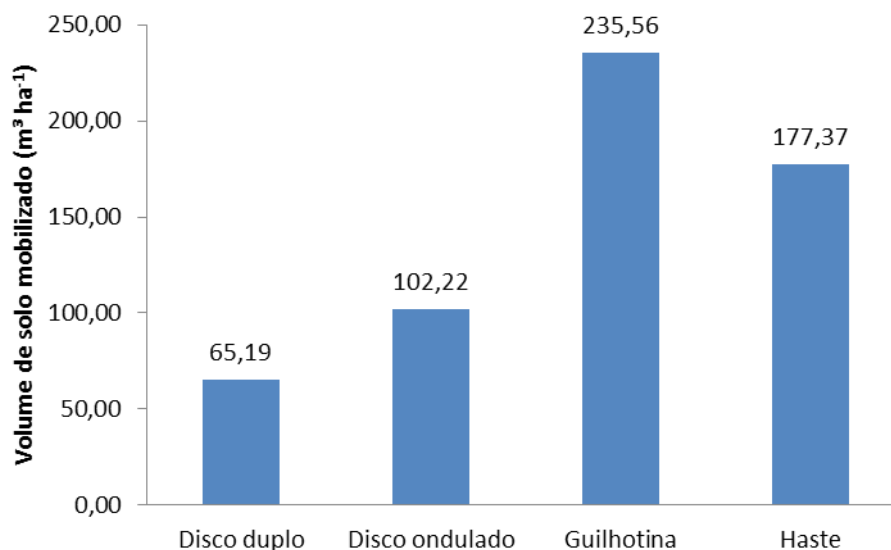


Figura 21: Volume de solo mobilizado (m³ ha⁻¹) em função dos mecanismos de abertura do sulco.

Fonte: Autor.

A guilhotina é um mecanismo onde a haste sulcadora fica junta ao disco de corte. Esse mecanismo segundo Santos et al. (2008), exige uma menor força na barra de tração do que o sistema de haste afastada, porém, normalmente trabalha em profundidades menores do que a haste, mas superior ao disco duplo.

O volume de solo mobilizado está diretamente ligado a profundidade de trabalho e a velocidade de deslocamento. Segundo Herzob et al. (2004), avaliando o volume de solo mobilizado em função de duas profundidades do sulcador do adubo (0,06 – 0,12 m) em seis quantidades de resíduo de aveia preta (0, 2, 3, 4, 5 e 6 Mg ha⁻¹), constataram que com maior profundidade de trabalho do sulcador do adubo, o volume de solo mobilizado em média aumentou em 52%, passando 72,9 para 111,5 m³ ha⁻¹ e que a quantidade de resíduo sobre o solo, não interfere no volume mobilizado.

Ao analisar a profundidade de trabalho em função do tipo de sulcador (Figura 22) verificou-se que a haste e a guilhotina obtiveram maior profundidade de trabalho, alcançando 9 cm em média, seguindo do disco ondulado e por último o disco duplo.

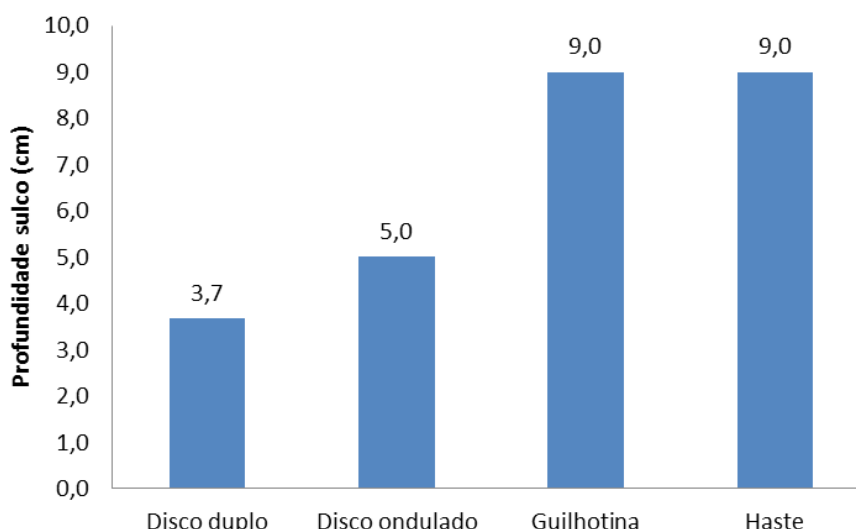


Figura 22: Profundidade de sulco na semeadura da soja (cm) em função do tipo de mecanismos sulcadores.

Fonte: Autor.

Outro fator que interfere no volume de solo mobilizado está relacionado com a geometria da ponteira, ou seja, quanto mais larga, maior será o volume mobilizado (DUGATO et al., 2015), o que explica o volume de solo mobilizado pelo sistema de guilhotina utilizado, uma vez que o produtor utiliza uma ponteira com asas laterais (Figura 23).

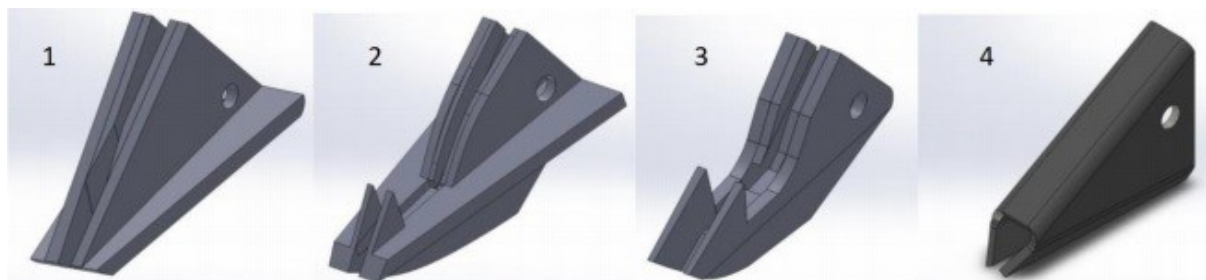


Figura 23: Tipos de ponteira disponíveis para uso em sulcadores do tipo haste guilhotina.
Fonte: Dugato et al. (2015).

A maioria dos produtores utilizavam o mecanismo de haste por promover maior mobilização na linha, o que contribuiria para um melhor enraizamento das plantas. Para Debiasi (2008) o aumento da produtividade em virtude da profundidade de trabalho da haste sulcadora pode ser atribuído a melhor ruptura de camadas compactadas na superfície do solo, favorecendo a infiltração e armazenamento da água solo.

6 CONCLUSÕES

A maioria das semeadoras utilizavam o mecanismo de abertura do sulco do tipo haste.

Os sulcadores do tipo haste promoveram maior volume de solo mobilizado do que os sulcadores do tipo disco duplo.

Os sulcadores do tipo haste trabalharam em média a uma profundidade superior ao disco duplo.

O desempenho das semeadoras quando a distribuição das sementes em sua grande maioria foi considerada regular.

A velocidade de plantio ficou acima dos 6,0 km h⁻¹, velocidade considerada ideal para o plantio da soja.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

São vários os fatores que contribuem para que o produtor rural obtenha rentabilidade no cultivo da soja. O primeiro fator e também um dos mais importantes está relacionado ao processo de semeadura, que interfere diretamente no estabelecimento da cultura. A correta deposição das sementes no solo, fornecendo as condições para que germinem e se desenvolvam esta diretamente ligado ao desempenho da semeadora que influenciará no sucesso da operação.

As semeadoras-adubadoras são máquinas complexas e qualquer detalhe pode fazer a diferença no seu desempenho. A experiência do operador pode contribuir para o bom desempenho dessas, porém, a falta de treinamento específico sobre semeadoras-adubadoras e o plantio acabam pesando negativamente na balança.

Nem sempre a escolha dos dispositivos de abertura de sulco, regulagem quanto a profundidade de semeadura, força exigida pelas molas dos componentes nas semeadoras são realizadas em função da condições do plantio, tais como cobertura vegetal, teor de umidade de água no solo e sim feitos de maneira que atendem o plantio em geral, o maior tempo sem a necessidade de paradas para ajustes.

Outro aspecto interessante está relacionado ao desempenho individual de cada semeadora, uma vez que essas apresentam respostas diferentes entre si, mesmo quando efetuam o trabalho sobre as mesmas condições, sendo que cada semeadora apresentara uma vantagem sobre as demais em determinada condição, mas raramente haverá uma semeadora superior as demais, em virtude das características encontradas nas lavouras brasileiras.

REFERÊNCIAS

AGRICULTE. Produtos – **Plantadeira Arrasto Pantográfica AgriculTE de Precisão**. Disponível em: < <http://www.agriculte.com.br/produto/12/plantadeira-arrasto-pantografica-agriculte-de-precisao> >. Acesso em 20/10/2015.

ALVARENGA, Ramon C; CABEZAS, Waldo A. L; CRUZ, José C; SANTANA, Derli P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, n.208, p.25-36, 2001.

ARAÚJO, Augusto G; CASÃO JUNIOR, Ruy. **Mecanização do Plantio Direto: Problemas e Soluções**. Londrina: Instituto Agronômico do Paraná, n.137, 2001.

BALDAN. **Semeadoras – PP Solo Monotolva**. Disponível em: < <http://br.viarural.com/agricultura/maquinaria-agricola/baldan/semeadoras-pp-solo-monotolva-07.htm> > Acesso em: 20/10/2015.

BONOTTO, Gustavo J; ALONÇO, Airton dos S; BEDIN, Paulo R; ALTMANN, Alexandre S; MOREIRA, Lauri J. Distribuição longitudinal de fertilizantes por dosadores de semeadoras-adubadoras em linhas. **Engenharia na agricultura**, Viçosa, v.21, n.4, Julho / Agosto 2013.

CANOVA, Ricardo. **Desempenho de semeadora-adubadora com cinco modelos de hastes sulcadoras na cultura do milho (Zea mays L.)**. 2010. 57 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2010.

CASÃO JUNIOR, Ruy.; SIQUEIRA, Rubens. Máquinas para manejo de vegetação e semeadura em plantio direto. In.: CASÃO Junior, R. et al. **Sistema Plantio direto com Qualidade**. Londrina: IAPAR, 2006, p.85-126.

CASÃO JUNIOR, Ruy; ARAÚJO, Augusto G.; LLANILO, Rafael F. **Sistema Plantio Direto no Sul do Brasil: Fatores que Promoveram a Evolução do Sistema e Desenvolvimento de Máquinas Agrícolas**. Londrina: IAPAR, 2008.

CASÃO JUNIOR, Ruy; ARAÚJO, Augusto G. de; RALISCH, Ricardo; SILVA, Alexandre L. da; LADEIRA, Audilei de S.; SILVA, José C. da; MACHADO, Pedro; ROSSETTOL, Ronaldo. Avaliação do desempenho da semeadora-adubadora Magnum 2850 PD no basalto Paranaense.. **Circular Instituto Agronômico do Paraná**, n.105, p.1-47. Londrina, IAPAR, 1998

CAVICHIOLO, Fábio A. **Sistema plantio direto: velocidade de semeadura**. 2011. 39f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2011.

CEPIK, Carla T. C. TREIN, Carlos R. LEVIEN, Renato. 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, v.25, n.2, p.447-457, maio/ago. 2005. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/eagri/v25n2/26507.pdf> >. Acesso em: 23/10/2015.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Séries Históricas de Área Plantada, Produtividade e Produção, Relativas às Safras 1976/77 a 2014/15 de Grãos**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=>>. Acesso em: 15/03/2015.

CORTEZ, Jorge W.; FURLANI, Carlos E. A. SILVA, Rouverson P. da; LOPES, Afonso. Distribuição longitudinal de sementes de soja e características físicas do solo no plantio direto. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.26, n.2, p.502-510, maio/ago.2006.

COSTA NETO, Pedro. R; ROSSI, Luciano F. S. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em fritura. **Química Nova**, v.23, n.4, p531-537, 2000.

CRUZ, José. C. PEREIRA FILHO, Israel .A.; ALVARENGA, Ramon. C.;SANTANA, Derli .P. Plantio direto e sustentabilidade do sistema agrícola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, n.208, p.13-24, 2001.

DEBIASI, Henrique. **Recuperação física de um Argissolo compactado e suas implicações sobre o sistema solo-máquina-planta**. 2008. 263p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

DIAS, Vilnei de OI; ALONÇO, Airton dos S; BAUMHARDT, Ulisses B; BONOTTO, Gustavo J. Distribuição de sementes de milho e soja em função da velocidade e densidade de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.6, p1721-1728 setembro 2009.

DUGATO, Dailson G; PALMA, Marcos A. Z; RICHTER, Adrik F.; KUPSKE, Rafael A.; OLIVEIRA, Guilherme Wde. Avaliação de 4 ponteiros de hastes sulcadoras. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 44., 2015, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 13 a 17 de setembro de 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de Produção de Soja Região Central do Brasil 2004**. EMBRAPA. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/SojanoBrasil.htm>>. Acesso em: 20 mar. 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja região central do Brasil 2011**, Londrina: EMBRAPA, 2010.

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO E IRRIGAÇÃO. **Evolução do Sistema Plantio Direto no Paraná**, Foz do Iguaçu, novembro 2014.

FERREIRA, Mauro F. P; OLIVEIRA, Adroaldo de; MACHADO, Roberto L. T.; REIS, Ângelo V. dos; MACHADO, Antônio L. T. Desempenho de distribuidores de adubo tipo rosca sem fim por transbordo e por gravidade em função do nivelamento longitudinal do dosador. **Tecno-lógica**, Santa Cruz do Sul, v.11, n.1 e 2, p.37-40, jan./dez. 2007.

FIDELIS, Rodrigo R. ROCHA, Raimundo N. C.; LEITE, Uberlando T.; TANCREDI, Fábio T. Alguns aspectos do plantio direto para a cultura da soja. **Biosciencia Journal**. Uberlândia, v.19, n.1, p.23-31, 2003.

FRANCETTO, Tiago R. DAGIOS, Ravel F.; FERREIRA, Mauro F.; ALONÇO, Airton dos S. Mecanismos dosadores de sementes e fertilizantes presentes nas semeadoras-adubadoras de precisão no Brasil. **CLIA/CONBEA 2012**. Londrina - PR, 2012. 4p.

FREITAS, Márcio C. M. A Cultura da Soja no Brasil: O Crescimento da Produção Brasileira e o Surgimento de Uma Nova Fronteira Agrícola. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.7, n.4; p.1-12, 2011.

GASSEN, Dirceu.; GASSEN, Flávio. **Plantio direto: o caminho do futuro**. Passo Fundo: Aldeia do sul, 1996. 207 p.

HERZOG, RL da S.; LEVIEN, Renato; TREIN, Carlos R. Produtividade de soja em semeadura direta influenciada por profundidade do sulcador de adubo e doses de resíduo em sistema irrigado e não irrigado. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.771-780, set/dez 2004

IMASA. **Categoria - Semeadoras Específicas**. Disponível em: < <http://www.imasa.com.br/produto/categoria/10> >. Acesso em: 30/10/15.

KURACHI, Sérgio. A. H.; COSTA, João. D. S.; BERNARDI, José. A.; COELHO, José. L. D.; SILVEIRA, Gastão. D. Avaliação tecnológica de semeadoras e/ou adubadoras: tratamento de dados de ensaio e regularidade de distribuição longitudinal de sementes. **Bragantia**, Campinas, v.48, n.2, p.249-62, 1989.

LANDERS, John. N. **Fascículo de experiências de plantio direto no cerrado**. 2. ed. Goiânia: APDC, 1995. 261p.

MAHL, Denise. **Desempenho Operacional de Semeadora em Função de Mecanismos de Corte, Velocidade e Solos, no Sistema Plantio Direto do Milho**. 2006. 158 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2006.

METISA. **Ferramentas Agrícolas**. Disponível em: < http://www.metisa.com.br/Gerenciador/upload/categorias_produtos/35.pdf?t=1445952428 > Acesso em: 20/10/ 2015.

MION, Renildo L; BENEZ, Sérgio H. Esforços em ferramentas rompedoras de solo de semeadoras de plantio direto. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.32, n.5, p.1594-1600, set./out., 2008.

MOURA, Jorge R.; REIS, Elton F.; CUNHA, João P. A. R. Avaliação do Desempenho de Uma Semeadora-Adubadora de Plantio Direto na Cultura da Soja. In. III SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E I JORNADA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO, 11., 2005, Anápolis. **Anais...** Anápolis: Universidade Estadual de Goiás, 2005. Disponível em: <http://www.prp2.ueg.br/06v1/conteudo/pesquisa/inic-cien/eventos/sic2005/arquivos/agrarias/avaliacao_desempenho.pdf>. Acesso em: 17/03/2015.

OLIVEIRA, Jully. G. R., RALISCH, Ricardo; GUIMARÃES, Maria de F; BARBOSA, Graziela M. de C; TAVARES FILHO, João. Erosão no plantio direto: perda de solo, água e nutrientes. **Boletim de Geografia**, Maringá, v.30, n.3, p.91-98, 2012.

PORTELLA, José. A. **Mecanismos dosadores de sementes e de fertilizantes em máquinas agrícolas**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1997 40p.

_____. **Semeadoras-adubadoras para plantio direto**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001. 252 p.

SALTON, Julio C. et al. **Sistema Plantio direto**. EMBRAPA: Brasília, 1998.

SANTOS, Ariston P; VOLPATO, Carlos E. S; TOURINO, Maria C. C. Desempenho de três semeadoras-adubadoras de plantio direto para a cultura do milho. **Ciência agrotécnica**, Lavras, v.32, n.2, p.540-546, mar./abr., 2008.

SEMEATO. **Produtos**. Disponível em: < <http://www.semeato.com.br/> > Acesso em: 10/09/2015.

SILVA, Rouverson P. da; FURLANI, Carlos E. A.; LOPES, Afonso; NASCIMENTO, Alessandro; CAMARA, Felipe T. Da. Efeitos da roda compactadora de semeadoras sob cargas verticais na deformação do solo com dois teores de água. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.26, n.2, p.511-519, maio/ago. 2006.

SIQUEIRA, Rubens. **Milho: semeadoras -adubadoras para sistema plantio direto**. IAPAR, 2007.

STARA. **Produtos – Semeadoras e Plantadoras**. Disponível em: < <http://www.stara.com.br/produtos/plantadoras-e-semeadoras-pt-br-pt-br/> > Acesso em: 10/09/2015.

TOURINO, M.C.C.; KLINGENSTEINER, P. Ensaio e avaliação de semeadora-adubadoras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 8, 1983, Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1983. v.2, p.103-16

APÊNDICES

Desempenho de Semeadoras no plantio da Soja (1/2)

Nome do proprietário?

O operador realizou treinamento?

Descrição geral	
Marca:	
Modelo:	
Ano de fabricação:	

Disco de Corte (S/N)

Liso (3mm):	
Estriado (5mm):	
Ondulado (9mm):	
Ressaltado:	

Sulcador fertilizante (S/N)

Disco duplo:	
Disco simples	
Haste guilhotina	
Haste afastada	

Sistema de Distribuição Fertilizante S/N

Sem-fim c/ transbordo transversal (Fertisystem)	
Sem-fim c/ descarga e transbordo lateral	
Sem-fim com descarga por gravidade	
Disco estrela	
Outro (Qual)	

Sistema de Distribuição Sementes (S/N)

Pneumático Sucção	
Pneumático sopro	
Disco horizontal	
Outro	

Velocidade de plantio (30 metros) Segundos

Ponto 1	
Ponto 2	
Ponto 3	

Emboxamento em 50 metros	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
Numero de buxas			
Necessitou parar? S/N			
Presença de palhas no sulco?			

Desempenho de Semeadoras no plantio da Soja (2/2)

Distribuição das sementes

Distribuição de sementes (mm)																				
Sementes																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ponto 1																				
Ponto 2																				
Ponto 3																				
Informar a distância entre as sementes em milímetros																				