

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**DEPOSIÇÃO E QUALIDADE DE SEMENTES DE SORGO
UTILIZANDO UM MECANISMO DOSADOR DE FLUXO
CONTÍNUO**

TIAGO PEREIRA DA SILVA CORREIA

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Energia na Agricultura)

BOTUCATU-SP

JULHO - 2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**DEPOSIÇÃO E QUALIDADE DE SEMENTES DE SORGO
UTILIZANDO UM MECANISMO DOSADOR DE FLUXO
CONTÍNUO**

TIAGO PEREIRA DA SILVA CORREIA

Orientador: Prof. Dr. Carlos Antonio Gamero

Co-orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Arbex Silva

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp – Campus
de Botucatu, para obtenção do título de
Mestre em Agronomia (Energia na
Agricultura)

BOTUCATU - SP

Julho– 2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

C824d Correia, Tiago Pereira da Silva, 1986-
Deposição e qualidade de sementes de sorgo utilizando um mecanismo dosador de fluxo contínuo / Tiago Pereira da Silva Correia. - Botucatu : [s.n.], 2013
viii, 56 f. : tabs., fots. color.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2013

Orientador: Carlos Antonio Gamero

Coorientador: Paulo Roberto Arbex Silva

Inclui bibliografia

1. Sorgo - Semeadura. 2. Sementes - Qualidade. 3. Semeadeira-adubadeira. 4. Dano mecânico. I. Gamero, Carlos Antonio. II. Silva, Paulo Roberto Arbex. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. IV. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “DEPOSIÇÃO E QUALIDADE DE SEMENTES DE SORGO UTILIZANDO
UM MECANISMO DOSADOR DE FLUXO CONTÍNUO”

ALUNO: TIAGO PEREIRA DA SILVA CORREIA

ORIENTADOR: PROF. DR. CARLOS ANTONIO GAMERO

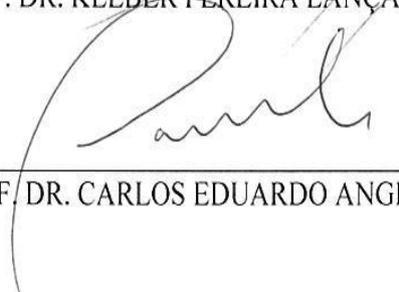
Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. PAULO ROBERTO ARBEX SILVA



PROF. DR. KLÉBER PEREIRA LANÇAS



PROF. DR. CARLOS EDUARDO ANGELI FURLANI

Data da Realização: 29 de julho de 2013.

Aos meus pais,
Divino Pereira Neto e Cleise
Mari da Silva Pereira pelo
exemplo de vida, me
ensinando o trabalho a
honestidade e humildade que
levarei comigo para sempre.

AGRADEÇO

A meus irmãos
Diogo Pereira da Silva
Correia e Ana Maria Pereira
da Silva Correia, a meus avós
Dionor Correia, Marinho
Pereira (*In memorian*), Maria
Silva e Joana Pereira, e a
minha Cia Carla Cristina
Cassiano

DEDICO

Aos meus amigos
Saulo Fernando Gomes,
Leandro Tavares, Paulo
Roberto Arbex, Vinícius
Paludo, Neilor Bugoni,
Diego Eiras, Pedro Antônio
Moreira, pela amizade e
companheirismo.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. **Carlos Antonio Gamero** pela oportunidade concedida e orientação no trabalho.

Ao professor Dr. **Paulo Roberto Arbex Silva** por sua amizade, compreensão e por aceitar a co-orientação com muito empenho.

Aos professores Dr. **Sérgio Hugo Benez** e Dr. **Ulisses Rocha Antuniasse** pelas sugestões e orientações prestadas para a realização correta das atividades essenciais ao desenvolvimento do trabalho.

Ao coordenador do programa de pós-graduação Energia na Agricultura Dr. **Wagner Adriano Balarin** e o professor Dr. **Marco Antônio Martin Biaggioni** pela oportunidade oferecida.

A todos os professores do departamento de Engenharia Rural que de alguma forma contribuíram para minha formação acadêmica.

A Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária (FAPA) e seu engenheiro agrônomo responsável, Msc. **Étore Francisco Reynaldo**, pela disponibilidade e oportunidade de realização de parte do trabalho em seu laboratório de mecanização.

A todos os funcionários da Fazenda de Ensino Pesquisa e Produção da FCA/Unesp pela colaboração durante a realização do curso.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Rural Dejair Martiniano Ribeiro, Maury Torres da Silva, Silvio Sabatini Simonetti Scolastici, Emanuel Rangel Spadim, Ailton de Lima Lucas e Gilberto Winckler pelas inúmeras ajudas prestadas.

A todas as funcionárias da seção de Pós-Graduação pela atenção e orientação em todos os atendimentos durante o curso.

Aos demais colegas de pós-graduação Alisson Augusto Barbieri Mota, Rodolfo Glauber Checheto, Felipe Sperotto, Caio Ferreira, Magnun Penariol, Francielli Morelli, Thais Maria Milani, Anderson Ravani, Gabriel Lyra, Givaldo Neto, Lucas Holanda, Evandro Pereira Prado, Mário Henrique Ferreira do Amaral e Carlos Renato Guedes Ramos.

Aos membros do Grupo de Plantio Direto da Faculdade de Ciências Agronômicas.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
- CAPES pela concessão da bolsa de estudos, fundamental para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
SUMÁRIO.....	V
LISTA DE FIGURAS.....	VII
LISTA DE TABELAS.....	VIII
1. RESUMO.....	1
2. SUMMARY.....	3
3. INTRODUÇÃO.....	4
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
4.1 Semeadoras-adubadoras.....	6
4.2 Qualidade da sementeira.....	13
4.3 Dano mecânico em sementes.....	17
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	22
5.1 Descrição do ensaio e dos tratamentos.....	22
5.2 Caracterização das sementes e taxa de dosagem.....	23
5.3 Simulador (bancada de teste).....	23
5.4 Metodologia de coleta.....	27
5.5 Ângulo de repouso das sementes.....	28
5.6 Testes laboratoriais nas sementes.....	29
5.6.1 Peso específico (peso volumétrico).....	29
5.6.2 Teste de germinação.....	30
5.6.3 Teste de verde rápido.....	30
5.6.4 Teor de água das sementes.....	31
5.7 Análise estatística dos dados.....	31
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
6.1 Resultados do Ângulo de repouso, teor de água e peso específico das sementes de sorgo.....	32

6.2 Avaliações quantitativas da deposição de sementes.....	34
6.3 Danos mecânicos e germinação das sementes.....	38
7. CONCLUSÕES.....	42
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 1. Simulador de plantabilidade ou bancada de testes com reservatório de sementes, mecanismo dosador e tubo condutor.	24
Figura 2. Mecanismo dosador de sementes do tipo rotor acanalado helicoidal utilizado no trabalho.	25
Figura 3. Inversor de frequência digital para controle da velocidade do dosador.	25
Figura 4. Esteira de distribuição de sementes.	26
Figura 5. Inclinômetro magnético analógico.	26
Figura 6. Sementes de sorgo depositadas em 6 m de comprimento da esteira.	27
Figura 7. Estrutura para medição do ângulo de repouso das sementes.	28
Figura 8. Papel germitest umidecido com 100 sementes para o teste de germinação.	30

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
Tabela 1. Resultados dos valores do ângulo de repouso, teor de água e peso específico das sementes de sorgo.	32
Tabela 2. Interação da relevo com velocidade de trabalho na deposição de sementes (g por 6 m de linha).	34
Tabela 3. Deposição de sementes em função do nível do reservatório (rs) e relevo (d).	36
Tabela 4. Deposição de sementes em função do nível do reservatório de sementes (rs) e a velocidade de trabalho (v).	37
Tabela 5. Danos mecânicos nas sementes em função da relevo e velocidade.	38
Tabela 6. Danos mecânicos e germinação das sementes em função da relevo e nível do reservatório de sementes.	40
Tabela 7. Danos mecânicos e germinação em função da velocidade de trabalho e nível do reservatório de sementes.	41

1. RESUMO

Uma opção para a semeadura correta da cultura do sorgo é com o uso de semeadoras-adubadoras de fluxo contínuo. Com estas máquinas é possível realizar a regulagem da deposição e distribuição de sementes, e o conhecimento do seu desempenho nas mais diversas condições de trabalho. Existem condições com declives plano e ondulado, desta maneira a deposição das sementes por semeadoras-adubadoras de fluxo contínuo podem ser prejudicadas. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar em simulador o comportamento da deposição de sementes por um mecanismo dosador de fluxo contínuo em condições distintas de relevo do terreno, velocidade de semeadura e quantidade de sementes no reservatório, assim como avaliar a qualidade das sementes depositadas. O trabalho foi realizado em duas etapas, na Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária – (FAPA) e na Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP de Botucatu – SP. A primeira etapa foi a coleta de sementes no simulador utilizando um mecanismo dosador do tipo rotor acanalado helicoidal de fluxo contínuo operando transversalmente ao declive, e a segunda foi a realização das análises de qualidade das sementes coletadas na primeira etapa. O delineamento experimental do ensaio foi avaliado em esquema fatorial simples trabalhando-se com três fatores (três relevos x três velocidade; três relevos x três nível do reservatório de sementes; e três velocidade x três nível do reservatório de sementes). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa SAS, sendo os dados submetidos ao teste de Tukey e as médias comparadas pelo teste F ao nível de 5 % de significância. Os resultados obtidos mostraram que a elevação da velocidade de trabalho reduz a deposição de sementes no relevo com 3%. Os relevos com 8% e 16% propiciam redução da taxa de deposição de sementes. A taxa de deposição de sementes mais precisa

foi conseguida com relevo de 3% e velocidade de trabalho de 4 km h⁻¹, e a menor taxa de deposição foi proporcionada com a condição de relevo 3% e velocidade de trabalho de 10 km h⁻¹. O nível do reservatório de sementes não influencia a deposição de sementes.

PALAVRA-CHAVE: semeadura de sorgo, qualidade de sementes, semeadora-adubadora, dano mecânico.

DEPOSITION OF SEEDS IN A SEEDER FLOW CONTINUOUS FUNCTION OF SLOPE AND WORK LOAD ON DEPOSIT

Botucatu, 2013. Dissertation (MSc in Agronomy / Energy in Agriculture) - Faculty of Agricultural Sciences, Universidade Estadual Paulista.

Author: TIAGO PEREIRA DA SILVA CORREIA

Adviser: CARLOS ANTONIO GAMERO

Co-adviser: PAULO ROBERTO ARBEX SILVA

2. SUMMARY

One option for sowing and correct plantability of sorghum is using seeder streaming. With these machines it is possible to perform precise adjustment of the deposition and distribution of seeds and knowledge of its performance in various conditions. In various national regions producing sorghum, there are conditions with steep slopes, thus the plantability seed by seeder-continuous flow may be impaired. Thus, the aim of this study was to evaluate the behavior of the simulator seed deposition by a continuous flow metering system in different conditions of slope, seeding speed and level of the reservoir, as well as assess the quality of seeds deposited. The study was conducted in two stages, the Agrarian Foundation for Agricultural Research - (FAPA) and the Faculty of Agricultural Sciences, UNESP, Botucatu- SP. The first step was the simulation of a seeder streaming operating across the slope, and the second was the analyzes of quality seeds collected in the first stage. The experimental test was being evaluated in randomized factorial design simple by working with three parts (three x three-speed slope, three x three slope reservoir level seed and three x three slope reservoir level seed). Statistical analyzes were performed using SAS software, the data being tested for Tukey and means were compared by F test at 5% level of significance. The results showed that the increase in operating speed reduces the deposition of seeds in the flat slope. The gentle slopes and undulating wavy provide reduction of seed deposition. The deposition rate was achieved more precisely seeds with a slope up and the working speed of 4 km h⁻¹, and the lowest deposition rate is provided in corrugated slope conditions and work speed of 10 km h⁻¹. The seed tank level does not influence the deposition of seeds.

KEYWORDS: sowing sorghum, seed quality, seeder, mechanical damage.

3. INTRODUÇÃO

Semear é uma prática milenar que tem relação direta com o sucesso da produção agrícola. Na agricultura moderna, somente é possível obter retorno econômico das safras com a semeadura bem executada das culturas, favorecendo maior produtividade e reduzindo custos.

Muitas são as formas de aperfeiçoar e promover a semeadura adequada de uma cultura e muitas vezes ela não é conseguida por erros na regulagem e uso incorreto das semeadoras-adubadoras. Busca-se na semeadura adequada a deposição das sementes e fertilizantes conforme recomendação agronômica de cada cultura, suas distribuição de forma equidistante e nas profundidades recomendadas dentro do sulco de semeadura, não danificando as sementes mantendo-se sua qualidade fisiológica. A semeadura adequada das sementes permite explorar ao máximo o potencial germinativo e produtivo das modernas sementes disponíveis no mercado. Evoluções significativas ocorreram na agricultura e entre elas a segunda safra, que passou a ter significativa importância econômica aos produtores de grãos. O pouco tempo disponível entre colher a safra principal e realizar a semeadura da segunda safra é motivo para o desenvolvimento tecnológico de máquinas e equipamentos cada vez mais precisos e versáteis. Neste contexto as semeadoras-adubadoras de fluxo contínuo possuem a importante função de realizar com qualidade a semeadura das culturas.

Muitas áreas de agricultura, principalmente no sudeste e sul, apresentam condições heterogêneas de relevo, o que pode causar oscilações no nivelamento das semeadoras-adubadoras e conseqüentemente dos mecanismos dosadores e das sementes depositadas dentro do reservatório. Estas condições podem ocasionar

dificuldades aos mecanismos dosadores em dosar as sementes e distribuí-las de maneira a realizar a ideal deposição das sementes da cultura.

Formas de ensaios com mecanismos dosadores são possíveis para a avaliação e conhecimento do seu desempenho, podendo ser realizados a campo ou em laboratório com uso de bancada de teste. As avaliações em bancada de teste consideram apenas a distribuição longitudinal de sementes ou fertilizantes, porém de maneira mais precisa reproduzem fatores como velocidade de semeadura, densidade de sementes e nível do reservatório.

Partindo da situação de semeadura em áreas com declives heterogêneos e considerando relatos de profissionais da área, torna-se necessário conhecer melhor o desempenho da deposição de sementes por semeadoras-adubadoras de fluxo contínuo. Em função do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar em simulador (bancada de teste) o comportamento da deposição de sementes por um mecanismo dosador de fluxo contínuo em condições distintas de relevo, velocidade de semeadura e quantidade de sementes no reservatório, assim como avaliar a qualidade das sementes depositadas.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Semeadoras-adubadoras

A utilização de máquinas e equipamentos agrícolas, quando realizada de maneira adequada, melhora a eficiência operacional, possibilita a expansão das áreas de plantio, proporciona melhores produtividades e permite atender ao cronograma de atividades. Entretanto, estas vantagens poderão ser anuladas em função da inadequada utilização das máquinas pelo agricultor (DALAFOSSE, 1986; MATTAR, 2010).

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1994), as semeadoras são classificadas em semeadoras de precisão e semeadoras de fluxo contínuo em função da forma de distribuição das sementes, sendo que as semeadoras de precisão são máquinas que distribuem as sementes no sulco de semeadura uma a uma, ou agrupadas, em linha e em intervalos regulares de acordo com a densidade de semeadura estabelecida. Por outro lado, as semeadoras de fluxo contínuo são máquinas que distribuem as sementes no solo de forma contínua, principalmente sementes miúdas que requerem menores espaçamentos entre elas, conforme define a ABNT (1987).

Casão Júnior (1996) define que a grande maioria das semeadoras deposita as sementes em fileiras, dependendo do tipo das sementes, da densidade e do espaçamento entre linhas. As semeadoras-adubadoras de fluxo contínuo caracterizam-se também por operar com taxa de alimentação elevadas, com grande número de sementes por comprimento de sulco e espaçamento muito estreito entre eles. Balastreire (1987) especifica semeadoras de fluxo contínuo como aquelas que dosam e distribuem as

sementes na linha de semeadura sem precisão na colocação, ocorrendo variação no número e posição das sementes na linha.

Comumente conhecidas como semeadoras, estas máquinas são também adubadoras, característica abordada na denominação “semeadora-adubadora” definida por Balastreire e Gomes, (1990). Segundo os autores, as semeadoras-adubadoras são as máquinas que ao mesmo tempo e na mesma operação, dosa e coloca as sementes e os fertilizantes no solo.

Além da classificação de semeadoras feita pela ABNT (1994), os autores Ribeiro et al. (1999) mencionam as máquinas multisemeadoras presentes no mercado, podendo estas ser utilizadas em semeadura de sementes graúdas e miúdas. As semeadoras denominadas múltiplas ou multisemeadoras, segundo Reis e Forcellini, (2006), são máquinas adaptáveis para semear tanto em fluxo contínuo quanto em precisão.

De acordo com Murray et al.(2006) as semeadoras-adubadoras possuem componentes distintos que podem ser classificados em: de ataque inicial ao solo, de abertura do sulco e de controle de profundidade, de dosagem de sementes e de condução das sementes. Conforme Modolo et al. (2008), os componentes de ataque inicial ao solo promovem o corte de palha e a sulcação para fertilizantes, e podem ser de dois tipos: discos ou hastes, sendo que com as haste se consegue maior profundidade de trabalho. Além dos componentes relacionados pelos autores mencionados, Ribeiro et al. (1999) descrevem também que as semeadoras-adubadoras possuem dispositivos de cobertura e compactação das sementes (rodas compactadoras), os quais devem garantir o contato das sementes com o solo, cobrindo-as e pressionando firmemente na profundidade adequada.

Pesquisando os mecanismos de corte de palha de semeadora-adubadora em diferentes coberturas vegetais e cargas verticais aplicadas, Silva et al. (2012) constatou que quanto maior a quantidade de massa seca maior também é a demanda das forças horizontal e vertical, assim como, o disco de corte do tipo ondulado possibilita os maiores valores de área de solo mobilizado e o disco do tipo liso, quando submetidos à palhada de milho ou sorgo, exige maiores valores de força vertical e de força horizontal por área de solo mobilizado.

Quanto à dosagem de sementes e fertilizantes, esta pode ser realizada por mecanismos dosadores de precisão mecânicos ou pneumáticos (PORTELLA, 1997). Os dosadores de precisão mecânicos possuem geralmente a forma de discos alveolados, sendo alojados horizontalmente no fundo do reservatório de sementes. Os

pneumáticos são discos dispostos na vertical e que utilizam o ar como princípio de captação das sementes por diferencial de pressão. Molin e Chang (1992) classificam os mecanismos dosadores de sementes das semeadoras-adubadoras de precisão em três tipos, disco horizontal perfurado, dedos prensores e pneumáticos. Além dos tipos de dosadores relacionados, Silva et al. (2000) informam também que as semeadoras-adubadoras podem ser equipadas com mecanismos dosadores de sementes dos tipos rotor acanalado e copo distribuidor. Os autores informam ainda, que geralmente os mecanismos dosadores são posicionados na semeadora-adubadora em uma altura distante do solo, fazendo com que as sementes dosadas percorram dentro de um tubo condutor por queda livre até a deposição no solo, fator possível de danos as sementes por vibrações e ricocheteio. De acordo com Rocha et al. (1998) a altura de queda das sementes afeta o desempenho dos mecanismos dosadores.

Os diversos tipos de mecanismos dosadores de sementes e fertilizantes, segundo Vieira & Reis (2001) e Furlani et al. (2008), são acionados pelos rodados da semeadora-adubadora, cuja eficiência tem relação direta com as condições do solo, a carga vertical, as características do pneu e sua inflação, e propriedades físicas do solo. Estes fatores determinam o índice de patinagem dos rodados, que são diferentes em solo de preparo convencional e em sistema de semeadura direta. Neste enfoque, Reis et al. (2007) ressaltam que a eficiência do mecanismo dosador está ligada não só a patinagem dos rodados, mas também a velocidade de operação do conjunto trator-semeadora.

De acordo com Vale et al. (2010), que avaliou a influência das velocidades 2,5 e 4,4 km.h⁻¹ de uma semeadora-adubadora em plantio direto, foi observado que na maior velocidade houve aumento na patinagem dos rodados da semeadora, na capacidade de campo teórica, na profundidade de plantio, na velocidade periférica do disco dosador de sementes, patinagem dos rodados do trator e no número de sementes distribuída por metro.

A influência da velocidade de deslocamento no desempenho de semeadora-adubadora também foi verificada por Garcia et al. (2011), que descreve no aumento da velocidade de deslocamento o também aumento na patinagem dos rodados da semeadora, na profundidade de plantio, na velocidade periférica do disco dosador de sementes e na ocorrência de duplos. Os autores relataram ainda decréscimo no número de sementes distribuídas por metro e sementes expostas, e redução de 2,7% na germinação

pelo dano mecânico causado pelo mecanismo dosador de sementes da semeadora-adubadora.

Em trabalho realizado por Borsato (2009), a respeito da inflação do pneu de acionamento de semeadora-adubadora de precisão em diferentes manejos de plantas de cobertura, concluiu-se que a pressão de inflação do pneu acionador da semeadora-adubadora afetou isoladamente a força de tração, potência de pico, consumo de energia média, consumo horário e consumo ponderal. A maior pressão caracterizou maior estande final, mas não interferiu significativamente a ponto de prejudicar a operação de semeadura e o desenvolvimento da cultura do milho.

De acordo com Mahl (2006) a operação de semeadura/adubação é decisiva para o sucesso do estabelecimento de culturas anuais e produção de grãos. Segundo a autora, nos sistemas de preparos conservacionistas a importância é ainda maior, já que as condições de solo e cobertura são geralmente menos favoráveis à deposição de sementes quando comparadas a sistemas convencionais de preparos. Silva (2007) aborda esta diferença exigida entre sistemas de preparo, relatando que as semeadoras-adubadoras existentes no mercado, antes do advento do sistema de plantio direto, estavam adequadas ao sistema de preparo periódico do solo, caracterizado pelo intenso revolvimento da camada superficial do solo com reduzida ou nenhuma camada de palha. Com o surgimento do sistema de plantio direto na palha, surgiram problemas de penetração dos elementos rompedores e de corte de palha, prejudicando a adequada colocação das sementes e adubo no solo. Portanto, houve a necessidade do desenvolvimento de semeadoras-adubadoras que fossem capazes de cortar a palha, romper o solo, depositar as sementes e o adubo nas profundidades corretas, fechar o sulco e compactar o solo sobre a semente.

Segundo Gadanha Júnior et al. (1991) as semeadoras-adubadoras para plantio direto tem constituição semelhante às convencionais, tanto as de precisão como as de fluxo contínuo, porém possui algumas modificações importantes. Landers (1995) relaciona algumas características que podem diferenciar a maioria das semeadoras-adubadoras para plantio direto, dentre elas o sistema de corte de palha na dianteira dos discos de adubo e sementes, emprego de discos duplos desencontrados, defasados ou facão para a deposição de adubo e sementes; maior peso, chassi reforçado, molas mais resistentes; sistemas de regulagem de profundidade com maior precisão e individualizadas em cada carrinho; rodinhas duplas anguladas para fechamento do sulco; e disposição deslocada dos carrinhos para evitar embuchamento com palha.

Conforme Siqueira et al. (2004) independente do tipo, número de linhas, força de tração ou potência utilizada, uma semeadora-adubadora de plantio direto deve cortar a palha, abrir o sulco com pequena remoção de solo e palha, dosar o fertilizante e as sementes, deposita-los em profundidades adequadas, cobrir com solo e palha e compactar com força suficiente para evitar quantidades exageradas de ar e garantir o pleno contato entre semente e solo.

Estudos avaliando o desempenho de semeadoras-adubadoras em diversas condições de trabalho são realizados com frequência. Santos et al. (2010) avaliando os parâmetros mecânicos de força de tração, potência demandada na barra de tração, patinagem dos rodados e consumo de combustível em diferentes sistemas de preparo do solo, encontraram que a força de tração e a demanda de potência exigida na barra de tração foram maiores para preparo do solo escarificado e o consumo de combustível foi menor no sistema plantio direto, mostrando a economia energética do sistema conservacionista.

De acordo com Mahl (2006), em experimento realizado sob solo argiloso e arenoso no sistema plantio direto, verificou-se que o aumento da velocidade de trabalho não interferiu no deslizamento das rodas de acionamento dos mecanismos de dosagem/distribuição da semeadora-adubadora. No entanto no mesmo experimento, o mecanismo sulcador influenciou quando em solo arenoso, sendo o tipo disco duplo desencontrado o que apresentou maior deslizamento das rodas de acionamento da semeadora-adubadora comparado à haste sulcadora. Constatou ainda a influência da velocidade de deslocamento da semeadora-adubadora na distribuição de sementes e concluiu que o aumento da velocidade provocou aumento significativo de espaçamentos falhos nas linhas de semeadura.

Cavichioli (2011) estudando a relação velocidade de semeadura e populações de plantas de milho em sistema de plantio direto, concluiu que a combinação da maior velocidade de semeadura (6,5 km h⁻¹) com a população de 65 mil plantas por hectare proporcionou a maior produtividade. Em pesquisas realizadas por Silva & Gamero (2010) estudando o desempenho de semeadora-adubadora de precisão em função do tipo de martetele e velocidade de deslocamento na cultura do milho, concluiu-se que à medida que se aumentou a velocidade de deslocamento, foi diminuída a profundidade de deposição de semente e do sulco de semeadura, e entre as velocidades estudadas, a de 5,0 km h⁻¹ foi a que apresentou a maior produtividade.

Comparando a uniformidade de distribuição de sementes de soja com três modelos de semeadora-adubadora, Tourino et al.(2009) concluiu que semeadora-adubadora de precisão com dosador pneumático foi mais uniforme e proporcionou maior produtividade de grãos em relação à de dosador mecânico em densidades de até 19 plantas m^{-1} . A semeadora de fluxo contínuo com a conformação utilizada neste trabalho, não foi adequada para a implantação da cultura da soja. Também abordando a distribuição longitudinal de sementes, Santos et al. (2011) verificaram que o aumento da velocidade influenciou negativamente com a redução da percentagem de espaçamentos aceitáveis e aumento para os falhos.

Sob efeito de inclinações e velocidades, Silveira et al. (2010) utilizando sementes de milho, avaliou o desempenho do dosador tipo pneumático a vácuo e encontrou que o índice de espaçamentos aceitáveis entre as sementes diminuiu quando a velocidade do dosador foi aumentada. O melhor resultado de espaçamentos aceitáveis foi obtido na velocidade de 5 $km.h^{-1}$. Quanto a inclinação transversal, o trabalho expôs que esta não influenciou significativamente no nível de espaços aceitáveis.

Rocha et al. (1992) compararam oito semeadoras com relação a preços de aquisição, eficiência de seus sistemas de distribuição de semente, fertilizante e controle de profundidade de plantio, e verificaram que não houve diferença entre a eficiência operacional dos referidos sistemas, independentemente da velocidade de deslocamento. No entanto, os preços de aquisição tiveram uma variação acentuada, principalmente entre os equipamentos que são dotados de mecanismo distribuidor de sementes tipo disco horizontal e os de tecnologia mais recente (sistema pneumático e de dedos prensos). A grande diferença de preços entre as semeadoras, considerando todas de mesmo tamanho, não mostrou ser justificável em relação à eficiência delas e as operações avaliadas no trabalho.

Mello et al. (2003) relata que a uniformidade de distribuição de sementes, obtida pela regulagem correta da semeadora-adubadora e adequação do trator, tem sido observada como uma das formas de aumento da produtividade de certas culturas. Em se tratando de fertilizantes, o mesmo autor descreve que a uniformidade de distribuição e deposição adequada se torna cada vez mais importante devido se obter uma máxima resposta do cultivo a um custo mínimo, já que, segundo o próprio autor, o custo do fertilizante no Brasil representa uma grande parcela do custo total da produção.

Diversos trabalhos utilizaram a distribuição de fertilizantes como um indicador de desempenho de semeadoras (OLIVEIRA et al. 2000; MAHL, 2002). Dentre eles Ferreira et al. (2010) relataram que muitas das áreas cultivadas no Rio Grande do Sul são caracterizadas por relevo de 16%, o que pode causar variações no nivelamento da semeadora-adubadora e conseqüentemente nos dosadores. A partir desta condição os autores avaliaram o desempenho de dois mecanismos dosadores de fertilizante (helicoidais por transbordo e por gravidade) em função do nivelamento longitudinal e rotação do eixo do mecanismo dosador, e concluíram que a inclinação longitudinal simulada de dez graus para mais ou para menos altera a quantidade média de fertilizante distribuído, independente do sistema de liberação do mecanismo dosador. Resultado semelhante foi encontrado por Bonotto et al. (2010), que pesquisou a vazão de mecanismo dosador de fertilizante do tipo rosca sem-fim e concluiu que em situação de inclinações houve variações significativas na vazão do mecanismo dosador.

Usando um conjunto trator-semeadora-adubadora em plantio direto de sementes de *Brachiaria Brizantha*, Souza et al. (2003) avaliaram seu desempenho em terrenos planos (relevo de 3%) e inclinados (relevo de 22%), e na comparação dos dados encontraram que a semeadora-adubadora exigiu 3,40 kW de potencia a menos no motor do trator no terreno de maior relevo, porem neste mesmo terreno a germinação das semente foi diminuída, ocorrendo 1,34 plantas m²a mais no terreno plano.

De maneira contrária aos resultados obtidos em outros trabalhos, Reis e Forcellini (2009) realizando testes funcionais em dosador mecânico de precisão para sementes miúdas, concluíram que tanto o nível de sementes no reservatório, quanto à inclinação lateral, não afetou de forma significativa a acurácia da dosagem alcançada de sementes.

Furlani et al. (2006) realizou trabalho avaliando uma semeadora-adubadora em função da velocidade de deslocamento e carga no depósito de adubo, verificou que dentre os fator estudados apenas a carga de adubo influenciou na força de tração. Para ambos os fatores, maior carga e velocidade, foi exigida maior potência no motor e houve influência nos resultados de capacidade de campo teórica e consumo horário de combustível.

Conforme Jasperet al. (2009) o nível do reservatório (depósito de insumos) pode interferir na precisão da semeadura, portanto, segundo Mantovani et al. (1999) há controvérsias quanto ao seu efeito sobre a precisão de distribuição na semeadura.

Gazola (1989) em sua dissertação de mestrado avaliou o nível de sementes no reservatório em relação a distribuição de sementes, realizando avaliações com o reservatório cheio, 1/2 e 1/4 da capacidade, e concluiu que o nível de sementes do reservatório não teve efeito estatisticamente significativo sobre a uniformidade de distribuição longitudinal e sobre o índice de danos nas sementes. Resultado semelhante também foi concluído pelo autor referindo-se a posição da semeadora. CHHINNAN et al. (1975) também estudado os efeitos do nível de sementes no reservatório, notaram aumento no número de capturas múltiplas de sementes pela célula dosadora quando com a diminuição de sementes no reservatório.

Pesquisa realizada por Sattler e Faganello (2004), sobre o efeito do tratamento de sementes de soja sobre a vazão do mecanismo dosador, considerou, entre outros fatores, a velocidade de acionamento do dosador e altura do nível de sementes no reservatório. Entre 12 alturas e quatro velocidades avaliadas, os autores não observaram influência destes sobre a vazão de sementes. A vazão foi uniforme desde o início (reservatório cheio) até o nível 2/12 de altura de sementes no reservatório.

Conforme descreve Jasper et al. (2009), os resultados sobre a influência do nível de sementes do reservatório na qualidade de distribuição longitudinal são contraditórios. Os mesmo autores, realizando um trabalho que avaliou bancadas simuladoras do processo de semeadura em milho, encontraram que não houve diferenças significativas na distribuição quando se alterou a quantidade de sementes no reservatório. Mantovani et al. (1999) comenta que as controvérsias sobre a influência do nível de sementes do reservatório na distribuição longitudinal tendem a minimização, já que a maioria dos trabalhos científicos não correlacionaram a quantidade de sementes no reservatório com a precisão na distribuição.

4.2 Qualidade da semeadura

Segundo Copetti (2004) as máquinas semeadoras-adubadoras tem papel fundamental no processo produtivo, já que a operação de semeadura é um dos principais fatores para o sucesso no estabelecimento de uma lavoura.

A semeadura adequada é aquela em que a diferença entre a quantidade de plantas possíveis de obtenção e as emergidas é mínima, o espaçamento entre elas é uniforme e o tempo necessário para emergência de todas as plântulas seja mínimo

(Maroni et al. 2005). De acordo com Márquez (2004) uma semeadura com qualidade é obtida pela combinação de inúmeros fatores, dentre eles o adequado preparo do sulco de semeadura, a localização das sementes no solo tanto em profundidade como em posição na linha de semeadura, a cobertura das sementes e do contato com o solo e a água, o espaçamento entre linhas e a qualidade das sementes.

Jasa et al. (1992) relata que para se conseguir uma emergência e desenvolvimento uniforme das sementes é fundamental que se consiga uma semeadura eficiente, com qualidade. Segundo Dalafosse (1986) a qualidade da semeadura interfere no desenvolvimento das culturas seja por água, luz ou nutrientes reduzindo a produtividade, fato este relacionado, entre outros, com as características dos sistemas dosadores de fertilizantes e sementes em função da velocidade de deslocamento da semeadora. Ainda segundo os autores, em preparos conservacionistas esses requisitos para semeadura com qualidade e eficiência aumentam de importância, pois as condições de solo e palhada sobre a superfície, geralmente não são tão favoráveis à semeadura quanto em preparos com alta mobilização.

De acordo com Amado et al. (2005) a eficiência das semeadoras-adubadoras é avaliada pela qualidade e quantidade de trabalho que executam. A quantidade é obtida pela capacidade de trabalho por unidade de tempo e a qualidade requer a obtenção de uma população de plantas de acordo com a densidade pré-estabelecida. Os autores mencionados e Possebon (2011), citam como parâmetros de avaliação da qualidade de semeadura a manutenção da cobertura do solo, a profundidade de deposição das sementes, a uniformidade de emergência de plântulas e o espaçamento entre plantas. Reis et al. (2001) relaciona o bom desempenho de uma semeadora-adubadora referindo-se a precisão de semeadura, relatando que esta pode ser afetada por falhas de dosagem, deposição, profundidade e acondicionamento de sementes.

De acordo com Mercante et al. (2005) o processo eficiente de dosagem de sementes consiste na sua distribuição uniforme, de acordo com os padrões recomendados para a cultura. Pesquisas realizadas demonstram a uniformidade de distribuição longitudinal de sementes como uma das características que mais contribuem para um estande adequado de plantas e, conseqüentemente, para a melhoria da produtividade das culturas. Os parâmetros básicos utilizados para determinar a eficiência de uma semeadora-adubadora na operação de semeadura são o coeficiente de variação

geral de espaçamentos e a distribuição longitudinal de sementes, sendo eles a percentagem de espaçamentos aceitáveis, falhos e duplos (KURACHI et al. 1989).

A eficiência de distribuição longitudinal de sementes aceitáveis é contabilizada quando estas estão entre 0,5 e 1,5 vezes o espaçamento desejado, e são classificadas de acordo com Tourino e Klingensteiner (1983) em: desempenho ótimo com 90 a 100%, bom com 75 a 90%, regular com 50 a 75% e insatisfatório abaixo de 50%.

Mahl (2006) relata que o desempenho de uma semeadora-adubadora depende da eficiência de todos os componentes da máquina e não somente do mecanismo dosador. Em diversas edições pesquisadores do IAPAR (Instituto Agrônomo do Paraná) desenvolveram e publicaram trabalhos de avaliação em semeadoras-adubadoras considerando seu desempenho operacional, demanda energética e características morfológicas. Para os autores Casão Júnior et al. (1998); Araújo et al. (1999); Casão Júnio et al. (2000a) e Mahl (2006), a qualidade de sementeira é obtida a partir do bom desempenho dos componentes de corte, sulcadores, compactadores, dosadores e distribuidores das semeadoras-adubadoras em condições variadas de velocidade e condições de solo.

Devido o curto período de tempo disponível para o plantio da safra e safrinha, trabalhos reféns das condições edafoclimáticas e da situação de mercado das culturas, Silva e Gamero (2010) afirmam que a velocidade é um dos principais fatores que interfere na qualidade e no rendimento operacional durante a sementeira, devido a esses entraves os autores comentam que as semeadoras-adubadoras vêm sofrendo modificações no intuito de melhorar a eficiência de distribuição longitudinal, assim como influenciar positivamente na produtividade das culturas. Oliveira et al. (2000), notaram que o aumento da velocidade apresentou influência significativa sobre o número de sementes por hectare, população final de plantas, profundidade de sementeira e distribuição longitudinal.

Mantovani e Bertaux (1990) numa avaliação de nove semeadoras-adubadoras de milho, três montadas no engate de três pontos e seis de arrasto, submetidas a três velocidades 5 km.h⁻¹; 6,5 km.h⁻¹; e livre, maiores que 7,5 km.h⁻¹, verificaram que a distribuição longitudinal das sementes foi irregular e fora dos limites aceitáveis, tendendo a se tornar mais irregular à medida que a velocidade de avanço aumentava.

Estudando duas velocidades de trabalho na operação de sementeira, Modolo et al. (2004) e Mercante et al. (2005) concluíram que o incremento na velocidade de deslocamento de 5,2 km.h⁻¹ para 8,4 km.h⁻¹ aumentou a potência média na barra, porém

a variação da velocidade de deslocamento não influenciou os parâmetros: força de tração média na barra, profundidade de semeadura e uniformidade de distribuição de sementes. Santos et al. (2011) também abordam a distribuição de sementes dizendo que a velocidade na semeadura interfere negativamente na redução de espaços aceitáveis, falhas e no estabelecimento da cultura.

Pacheco et al. (1996) afirmam que as sementes, quando liberadas do mecanismo dosador, adquirem, em queda livre, um componente vertical de velocidade por causa da aceleração da gravidade, e um componente horizontal decorrente da velocidade de avanço da semeadora. O componente horizontal, ou a velocidade de avanço da semeadora, faz com que, normalmente, as sementes rolem ou saltem para fora do local de destino, no momento do impacto com o solo. Levando em consideração essas informações, é sempre desejável que o componente horizontal seja minimizado ou eliminado, de modo que qualquer salto da semente seja essencialmente vertical e que ela seja depositada regularmente no sulco.

Durante o deslocamento dentro do tubo condutor, as sementes sofrem vibrações provocadas pela movimentação da máquina, o que altera o tempo de queda até o solo e, conseqüentemente, a uniformidade no espaçamento no sulco de semeadura. Essa vibração, associada à possibilidade de ocorrer choques mecânicos da semente ao ser descarregada no solo, é fortemente influenciada pela velocidade de operação da semeadora-adubadora (MAHL, 2006).

Abordando a qualidade da semeadura a partir dos efeitos dos mecanismos sulcadores de discos e hastes, bem como duas velocidades de trabalho, Scarsiet al. (2012) concluíram que a profundidade de deposição de sementes, índice de velocidade de emergência, área de solo mobilizada, estande final de plantas, massa de mil grãos e produtividade do milho não foram influenciados pelos sulcadores e nem pelas velocidades de trabalho das semeadoras. Em seu trabalho, Sgarbossaet al. (2012) encontraram que os diferentes mecanismos sulcadores influenciaram o estande inicial de plantas.

Empenhados na importância da distribuição de sementes para o sucesso da cultura, Reis e Forcellini (2009) realizaram o teste de um protótipo de dosador de precisão para sementes miúdas, e dentre outras avaliações feitas em laboratório, detectaram que a distribuição longitudinal de sementes alcançadas na saída do tubo

condutor foi 37,6% de 75% aceitáveis para o projeto, ou seja, intervalos de distribuição aceitável entre as sementes menor que a ideal.

Problemas relacionados a tipos de solos também foram observados na operação de semeadura. Conforme Silva (2007) e Mahl (2006) é verificado alguns problemas na semeadura direta em solos com alto teor de argila, nestes solos a alta resistência à penetração dos componentes rompedores do solo, associada à sua grande retenção de água, têm exigido uma constante adaptação das máquinas semeadoras-adubadoras. Nestes tipos de solo soluções são buscadas especialmente para solucionar problemas que afetam a uniformidade de emergência das plantas.

Com o objetivo de avaliar três semeadoras-adubadoras para plantio direto de milho sob Latossolo Vermelho Distroférico argiloso, com diferentes sistemas de abertura de sulcos para deposição de fertilizante e três velocidades, 5,0; 6,5 e 8,0 km.h⁻¹, Santos et al. (2008) obtiveram resultados indicando que o sistema pneumático não apresentou vantagem econômica (considerando o alto investimento) em relação ao sistema mecânico de discos horizontais, o aumento da velocidade reduziu a uniformidade de semeadura (duplos, aceitáveis e falhas) e aumentou a danificação mecânica das sementes. Resultados semelhantes também foram verificados por Dambrós et al. (1998); Feyet al. (2000) e Silva et al. (2000).

Pesquisando o uso adequado de semeadora-adubadora mecânica e pneumática na distribuição de sementes de milho em solos do sub-úmido cearense, Melo et al. (2013) concluíram que entre as velocidades trabalhadas (4 km.h⁻¹ e 7 km.h⁻¹), não houve diferença estatística entre as médias, ou seja, com a velocidade maior seria possível aumentar a capacidade de trabalho e realiza-lo em um tempo mais hábil. Tanto para a semeadora pneumática como para a mecânica, em ambas as velocidades, é possível supor que o solo de baixo teor de argila interferiu de forma direta no desempenho das semeadoras-adubadoras durante o processo de distribuição de sementes.

4.3 Dano mecânico em sementes

Sobre os danos mecânicos ocorridos nas sementes por semeadora-adubadora e seus mecanismos dosadores, a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1994) descreve que a danificação total das sementes pode ser subdividida em

danificação física (constituída de danos visíveis) e fisiológica (não visíveis), sendo que a identificação e quantificação exigem o emprego de métodos laboratoriais.

Segundo Jijón e Barros (1983) qualquer lesão mecânica pode reduzir a qualidade da semente, e o grau de dano tem muita interferência conforme a intensidade, número e local de impactos na semente. Marcos Filho (1998) esclarece que a qualidade fisiológica das sementes, afetada muitas vezes por danos não visíveis, pode afetar indiretamente a produção da lavoura ao influenciar no estande final, na velocidade e na percentagem de plântulas emergidas, e no vigor das plantas. Conforme o autor, os problemas na qualidade de sementes tem sido contornados quando atribuídos às sementes o elevado potencial genético, a alta germinação e vigor, a ausência de danos mecânicos, a boa sanidade e uniformidade de tamanho, e a pureza física.

Conforme explica Fonseca (2007), a danificação mecânica, ou injúria mecânica, é causada por choques e/ou abrasões das sementes contra superfícies duras ou contra outras sementes, resultando em sementes quebradas, trincadas, fragmentadas e danificadas. Sementes com essas características apresentam redução da germinação e do vigor.

Nakagawa e Carvalho (1988) esclarecem que o grau de umidade das sementes no momento do impacto é fundamental na determinação do grau de injúria mecânica. De maneira complementar, Moore (1972), relatou que sementes muito secas são mais suscetíveis a trincas, e que o conhecimento da natureza das injúrias, pode auxiliar na prevenção de danos excessivos e perdas precoces da viabilidade.

De acordo com Fonseca (2007) os efeitos dos danos mecânicos sobre o vigor e viabilidade das sementes podem ser imediatos, manifestados pela incapacidade ou lentidão das sementes em germinarem, situação advinda por interferências na taxa de respiração e entrada de microrganismos na estrutura das sementes danificadas.

Carvalho e Nakagawa (2000) destacam que fatores indesejáveis, como condições adversas durante o desenvolvimento da semente e na fase de pré-colheita, injúrias mecânicas durante a colheita e o beneficiamento, danos térmicos e mecânicos durante a secagem e condições precárias de manuseio durante a instalação da cultura na propriedade, isto inclui a semeadura, além de causarem perdas imediatas de germinação e de vigor, submetem as sementes de forma mais rápida a deterioração. De forma semelhante, Fonseca (2007) menciona que a qualidade das sementes pode ser influenciada pelas operações de semeadura, colheita, beneficiamento e armazenamento, ocorrendo de

forma diferente conforme a espécie. O autor ressalta e considera que a colheita mecânica seja uma das principais causas da redução na qualidade das sementes, opinião semelhante à de França Neto et al.(2005).

Segundo Mesquita et al. (1994) a operação de colheita mecanizada demonstram inadequação nos sistemas de recolhimento, de trilha, de retrilha, de separação e de limpeza, proporcionando maior incremento de sementes quebradas, rachadas e danificadas que, na maioria das vezes, contribuem para redução da germinação e do vigor e elevação dos índices de patógenos. Carbonell e Krzyzanowski (1993) indicam que o dano mecânico por trilha mecânica pode reduzir em até 10% o poder germinativo das sementes, atribuindo-se à alta velocidade do cilindro trilhador que aumenta a quantidade de sementes trincadas e quebradas. Em estudo realizado em mais de 400 lavouras dos Estados do Paraná, Santa Catarina e Mato Grosso, Costa et al. (1997) encontraram um percentual de 8% de grãos quebrados.

Cunha et al. (2009) estudaram os efeitos do sistema de trilha e da velocidade das colhedoras na qualidade de sementes de soja, e obtiveram as conclusões de que as máquinas de fluxo axial provocaram menor percentagem de injúrias mecânicas, e o incremento da velocidade de deslocamento de 6,0 para 7,0 km h⁻¹ causou aumento da injúria mecânica. Resultado semelhante avaliando o efeito dos danos mecânicos e fisiológicos ocorridos na colheita e no beneficiamento de sementes de soja foi encontrado por Lopes et al. (2011), que concluíram ter encontrado menores percentagens de germinação e maiores índices de injurias foram observados para a colheita mecânica.

Dois testes são descritos por Dias e Barros (1995) para identificar injúrias mecânicas com rapidez e eficiência, são eles o teste “verde rápido” e a coloração com tintura de iodo. Em ambos, as sementes são colocadas em contato com a solução “fastgreen FCF” e iodo, respectivamente, sendo as injúrias identificadas pelas colorações (verde e azul) na região danificada. Desta forma, é possível determinar se a qualidade de um lote de sementes foi reduzida na hora da semeadura (coleta de sementes para análise futura em laboratório) ou se este lote já apresentava danos sofridos por beneficiamento e armazenamento inadequados.

Neto et al. (1999) utilizando o teste de verde rápido para determinar os percentuais de danos mecânicos e o teste de germinação para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de sorgo, concluíram que há efeito imediato prejudicial dos danos mecânicos sobre a germinação, velocidade de emergência e população inicial de plantas de

sorgo. Segundo os autores os testes utilizados são eficientes para mostrara redução imediata da qualidade fisiológica dessas sementes.

Estudando a influência da velocidade de deslocamento na danificação das sementes que passaram pelo mecanismo dosador de uma semeadora-adubadora, Silva et al. (1998), verificaram que houve dano significativo nas sementes de arroz quando os tratamentos do estudo consideravam velocidades elevadas.

Bahlset al. (2008) motivados pelos problemas que podem ocorrer durante a semeadura da ervilhaca, sendo muitos decorrentes de danos mecânicos que se manifestam com queda no vigor e viabilidade das sementes, avaliaram os danos mecânicos causados nas sementes de ervilhaca durante a semeadura com duas semeadora-adubadora de fluxo contínuo em três velocidades de deslocamento e variação nas aberturas do mecanismo distribuidor de sementes. Deste modo os resultados obtidos indicaram que a menor abertura dos mecanismos distribuidora (0,9 mm) provocaram maiores danos nas sementes, sendo a abertura de 0,17 mm a que melhor facilitou a passagem das sementes e assim causou menores danos. Quanto ao tipo de distribuidor, o cilindro de canelura helicoidal provocou menores danos às sementes do que o cilindro de canelura reta.

Tendo em vista a necessidade de informações a respeito da semeadura de precisão de sementes miúdas, os autores Reis & Forcellini (2009) realizaram o teste de um protótipo de dosador com sementes de arroz e concluíram que ocorreu incremento de 3,5% na danificação mecânica pré-existente nas amostras.

Segundo Razera (1979) citado por Santos et al. (2008), a percentagem de sementes quebradas pelos mecanismos dosadores, na cultura da soja, é influenciada pela velocidade de deslocamento da semeadora. A percentagem de sementes quebradas aumentou em 13%, quando a velocidade de deslocamento aumentou de 4,0 km h⁻¹ para 8,0 km h⁻¹.

Albiero et al. (2012) afirmaram que os fatores de interação nível do reservatório de sementes, posição de nivelamento da semeadora e dosagem de sementes, possuem grande influência no resultado da variável semente quebrada. Segundo discute os autores, o fator posição de nivelamento da semeadora é o que tem mais efeitos na quebra das sementes, e esclarecem que o nível de sementes no reservatório influi na tensão que cada semente recebe ao se deslocar dentro do reservatório até o orifício de entrada do dosador, enquanto que a posição da semeadora se refere à direção que a tensão da carga de

semente se orienta, pois esta orientação determina a ação de forças de atrito sobre as sementes que se encontram na região inferior do reservatório.

5. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em duas etapas. Na primeira foi realizada a coleta de dados utilizando um simulador (bancada de teste) de uma semeadora-adubadora de fluxo contínuo operando transversalmente ao declive na semeadura da cultura do sorgo. Nesta etapa foram feitas as coletas das sementes depositadas por um simulador de plantabilidade, pertencente à Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária – FAPA, situada na colônia Entre Rios no município de Guarapuava – PR, localizado a 280 km da capital Curitiba. A FAPA é situada nas coordenadas geográficas: Latitude $-25^{\circ} 32' 52.69''$ e Longitude $-51^{\circ} 29' 19.47''$, altitude média de 1.113 m.

A segunda etapa foi caracterizada pelas análises de qualidade das sementes coletadas na primeira etapa, e foi realizada no laboratório do departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP de Botucatu – SP.

5.1 Descrição do ensaio e dos tratamentos

O ensaio foi realizado considerando três diferentes relevos, três velocidades e três quantidades de sementes no reservatório do simulador. Os relevos determinados como tratamentos foram de 3%, 8% e 16% em sentido transversal de trabalho do mecanismo dosador tipo rotor helicoidal acanalado.

As velocidades de trabalho adotadas para a simulação da semeadura com semeadora-adubadora de fluxo contínuo foram 4, 7 e 10 kmh^{-1} , e o preenchimento do reservatório de sementes foi feito com 15%, 50% e 100% de sua capacidade, representando respectivamente 3, 10 e 20 kg de sementes de sorgo. Conforme

a deposição e a coleta das sementes foram sendo realizadas o reservatório de sementes foi sendo reabastecido, mantendo para todas as repetições a igual quantidade de sementes definida por tratamento.

O delineamento experimental do ensaio foi avaliado em esquema fatorial simples trabalhando-se com três fatores (três relevos x três velocidade; três relevos x três nível do reservatório de sementes; três velocidade x três nível do reservatório de sementes).

5.2 Caracterização das sementes e taxa de dosagem

As sementes utilizadas no trabalho foram do híbrido de sorgo Agroceres Qualimax AG1040. Segundo consta na embalagem das sementes, informado pela empresa produtora, este lote possuía pureza e germinação mínimas de 98% e 80% respectivamente.

A taxa de dosagem de sementes utilizada foi de 20 kg ha^{-1} e considerando espaçamento de 0,45m entre linhas. Para motivos de cálculos dos resultados, esta taxa de dosagem utilizada corresponde a quantidade esperada de 5,4 g em seis metros de coleta.

5.3 Simulador (bancada de teste)

Para a simulação da deposição de sementes por um mecanismo dosador de fluxo contínuo nas condições dos tratamentos do trabalho, foi utilizado um simulador, também chamado de bancada de testes (Figura 1).

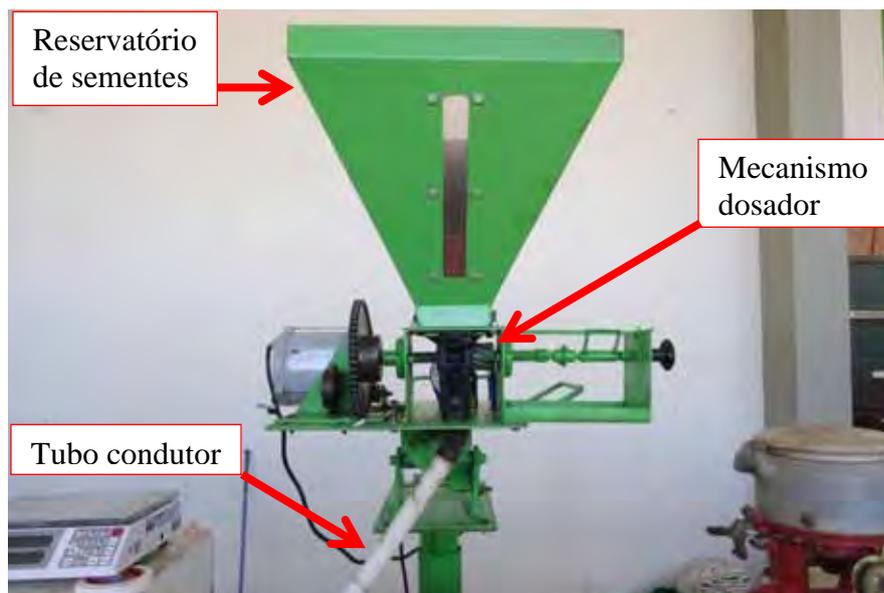


Figura 1. Simulador ou bancada de testes.

O simulador em uma estrutura metálica de sustentação é composto por reservatório de insumos, abertura para encaixe de mecanismos dosadores, sistema de acionamento elétrico do mecanismo dosador, e tubo condutor.

A estrutura do simulador possuía dispositivos reguláveis de angulações, tendo por objetivo simular as condições de semeadura possíveis no campo, como declives e aclives, com inclinações (ângulos) transversal e longitudinal. O reservatório de insumos tem capacidade de 15 kg em média de fertilizante e 20 kg de sementes de sorgo conforme verificado antes do início do ensaio. O Ângulo de repouso da moega possui inclinação de 15° semelhante ao encontrado nos reservatórios das semeadoras-adubadoras de fluxo contínuo.

Possível de uso com diferentes mecanismos dosadores, o mecanismo dosador de sementes utilizado no ensaio deste trabalho foi do tipo rotor acanalado helicoidal de marca Semeato (Figura 2), tipo semelhante aos usados por muitos modelos de semeadora-adubadora de fluxo contínuo. O dosador do simulador é acionado por um motor elétrico da marca WEG[®] controlado por um inversor de frequência digital da marca WEG[®] modelo CFW 08 (Figura 3), utilizado para regular as diferentes rotações do dosador (taxa de dosagem).



Figura 2. Mecanismo dosador de sementes do tipo rotor acanalado helicoidal utilizado no trabalho.

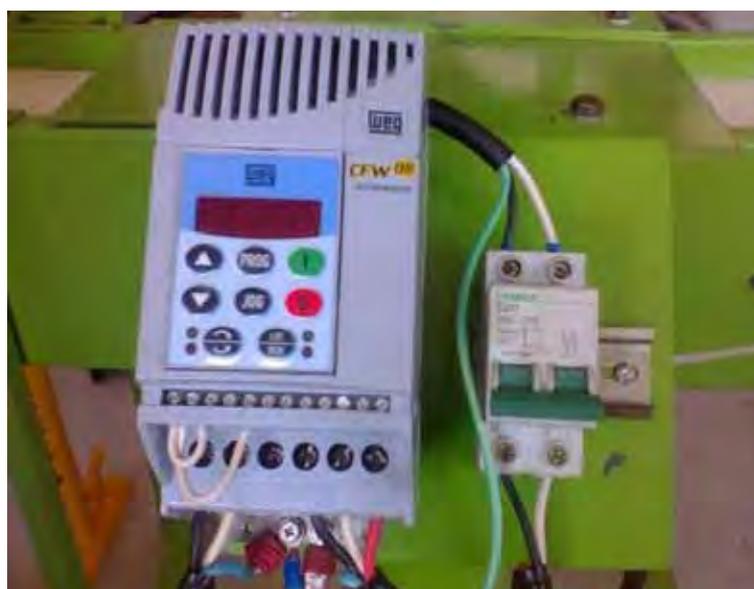


Figura 3. Inversor de frequência digital para controle da rotação do dosador e da esteira (velocidade).

O simulador possui a opção de acoplamento em uma esteira de distribuição de sementes com 10 metros de comprimento, também acionada por um motor elétrico da marca WEG[®] e controlado por um inversor de frequência digital da mesma marca e com a mesma função do utilizado no dosador. A esteira tem como função simular a deposição e distribuição longitudinal das sementes ou fertilizantes no sulco de semeadura. No presente trabalho foi utilizado o simulador acoplado a esteira, tornando

possível coletar as sementes de sorgo depositadas ao longo de seis metros de esteira (Figura 4).

Para facilitar a aferição do relevo do mecanismo dosador no momento do ensaio, foram fixados dois inclinômetros magnéticos analógicos da marca comercial Magnetic Base[®], um no eixo longitudinal e outro no eixo transversal do simulador(Figura 5). A regulagem prévia do simulador para o início do trabalho foi feita conforme a taxa de dosagem definida ($0,90 \text{ g m}^{-1}$ de sementes).



Figura 4. Esteira de distribuição de sementes.



Figura 5. Inclinômetro magnético analógico.

5.4 Metodologia de coleta

Para a coleta das sementes alguns cuidados foram tomados para reproduzir de maneira mais precisa as condições de uma semeadora-adubadora de fluxo contínuo em campo. Os tubos condutores de sementes foram mantidos com o mesmo comprimento e posição de quando fixados originalmente do mecanismo dosador ao mecanismo sulcador de uma semeadora-adubadora.

Antes de cada coleta o simulador de plantabilidade foi colocado em pleno funcionamento para se promover a estabilidade do sistema de dosagem. Posteriormente a este procedimento foi realizada a coleta das sementes depositadas em seis metros de comprimento da esteira, sendo as sementes armazenadas em copos descartáveis devidamente identificados com a repetição e o tratamento em questão. Com auxílio de uma balança analítica marca Gehaka modelo AG200 com precisão de 0,0001 g, as amostras foram pesadas individualmente e os valores registrados em tabela do programa Excel. Buscando uma maior representatividade das amostras coletadas e conseqüentemente dos dados obtidos, foram feitas seis repetições por tratamento.



Figura 6. Sementes de sorgo depositadas em 6 m de comprimento da esteira.

5.5 Ângulo de repouso das sementes

O ângulo de repouso das sementes foi determinado pela medição da inclinação formada pela superfície de deposição natural das sementes. O ângulo de repouso foi calculado utilizando uma estrutura de madeira similar a um aquário com forma de quadro, composto por duas laterais paralelas de vidro transparente, e um funil na extremidade da superfície superior esquerda, por onde se adicionou as sementes e se formou um amontoado conforme a Figura 7.

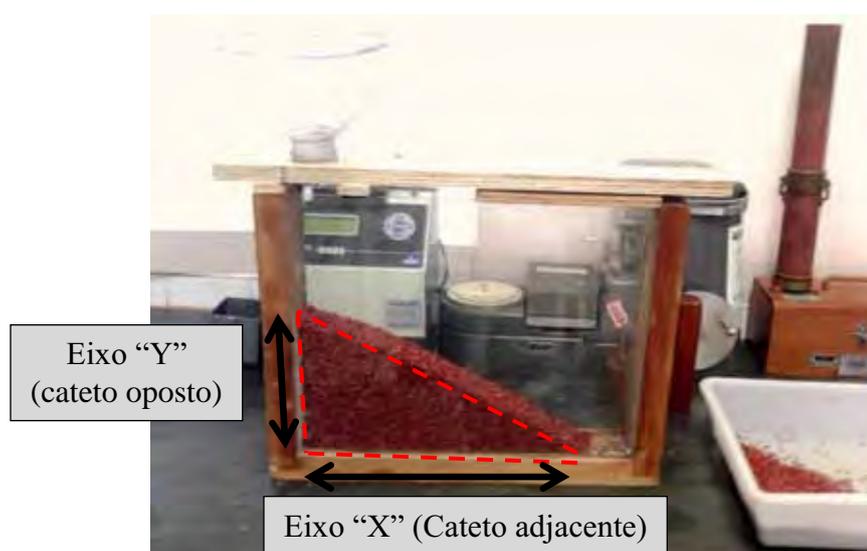


Figura 7. Estrutura para medição do ângulo de repouso das sementes.

Com o auxílio de réguas métricas colocadas na face vertical e horizontal da estrutura da Figura 7, foi mensurado o posicionamento das sementes nos eixos X (base inferior) e Y (lateral esquerda). A partir da leitura dos valores indicados nos eixos X e Y, foi utilizada a equação trigonométrica da tangente para determinar o cálculo do ângulo de repouso das sementes de sorgo. O ângulo foi determinado pela média de quatro repetições do cálculo trigonométrico dado pela equação 1.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{C_o}{C_A} \quad (1)$$

Em que:

Tg α = Ângulo de repouso

Co =Cateto oposto

C_A = Cateto adjacente

5.6 Testes laboratoriais nas sementes

Os testes laboratoriais foram realizados em amostras de sementes coletadas sem passar pelo simulador (testemunhas) e depois de serem submetidas aos tratamentos no simulador de plantabilidade. Os testes realizados foram: densidade das sementes, germinação, verde rápido e teor de água. Os testes tiveram como objetivo demonstrar a interferência dos tratamentos na qualidade fisiológica e física das sementes da cultura do sorgo.

5.6.1 Peso específico (peso volumétrico)

O peso específico das sementes de sorgo foi obtido por meio de pesagem embalagem hectolétrica com capacidade de um quarto de litro de sementes. O peso foi dado pela Equação 2, sendo o valor obtido pela média de quatro repetições.

$$PH = 10^3 \times \frac{PBH}{VB} \quad (2)$$

Em que:

PH: peso hectolétrico (kg.m⁻³);

PBH: peso obtido na balança hectolétrica (g);

VB: volume ocupado na balança hectolétrica (ml).

5.6.2 Teste de germinação

Para o teste de germinação (Figura 8) foi utilizado como substrato papel Germitest em sistema de rolo previamente umedecido com água na proporção de 2,5 vezes o peso do papel, as sementes foram acondicionadas no papel e colocadas em germinador com temperatura constante de 20°C por dez dias. As avaliações foram feitas no quarto (primeira contagem de germinação) e décimo dia por meio da contagem das sementes germinadas, conforme os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 2009). Foram realizadas quatro repetições de 100 sementes cada por tratamento.

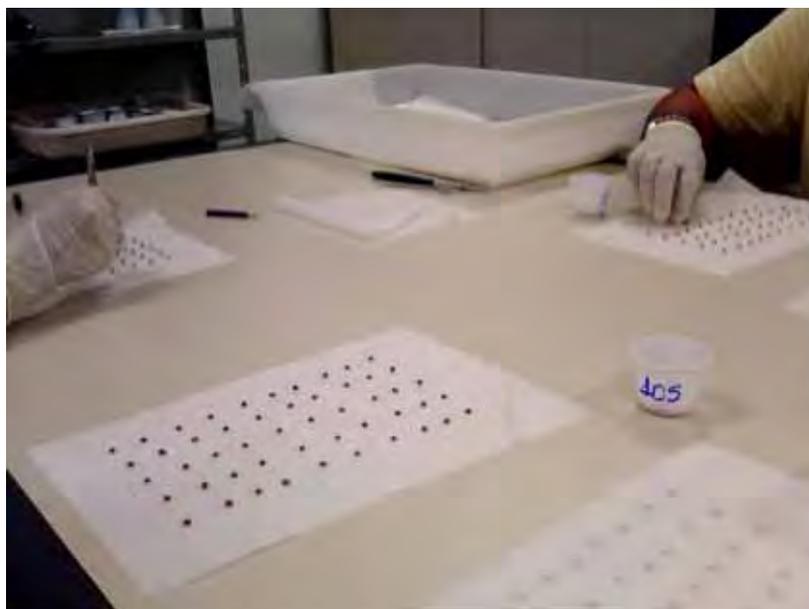


Figura 8. Papel Germitest umedecido com 100 sementes para o teste de germinação.

5.6.3 Teste de verde rápido

Para avaliação de danos mecânicos as sementes foram imersas em solução de verde rápido (0,1%) por cinco minutos. Em seguida procedeu-se à lavagem das sementes em água corrente e secagem à sombra, conforme o procedimento recomendado por Chowdhury (1977). A solução de verde rápido neste procedimento foi utilizada como corante para identificar as regiões danificadas nas sementes e quantificá-las. O critério para

classificação dos danos mecânicos das sementes foram: sem dano (não colorida), e com dano (colorida).

O teste foi realizado em testemunhas e nas sementes amostradas pelo simulador, sendo empregadas quatro repetições de 100 sementes por tratamento.

5.6.4 Teor de água das sementes

Para determinação do teor de água das sementes foi utilizado o método de estufa a $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$ por 24 horas, empregando-se quatro amostras de 50g de sementes, em balança analítica com precisão de (0,001g), sendo os dados expressos em percentagem (BRASIL, 2009).

5.7 Análise estatística dos dados

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa SAS (1998). Primeiramente foi aplicada a análise de homogeneidade de variância dos dados e posteriormente procedeu-se a transformação dos dados a fim de se obter a homogeneidade de variância.

Os resultados obtidos foram submetidos ao teste de Tukey, sendo as médias comparadas pelo teste F ao nível de 5 % de significância.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Resultados do Ângulo de repouso, teor de água e peso específico das sementes de sorgo

Os resultados da avaliação do ângulo de repouso, teor de água e peso específico das sementes de sorgo são agrupados e apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados dos valores do ângulo de repouso, teor de água e peso específico das sementes de sorgo.

Repetição	Ângulo de repouso (°)	Teor de água (%)	Peso específico (kg m ⁻³)
1	32,52	12,85	796,04
2	32,12	12,83	803,04
3	33,15	13,06	795,92
4	32,52	12,95	787,36
Média	32,57	12,92	795,65

O ângulo de repouso das sementes de sorgo está diretamente relacionado com a sua fluidez, a qual está relacionada com a capacidade de escoamento do material pelo mecanismos de aplicação, e pode influenciar em desuniformidade na vazão destes produtos e na taxa de deposição. Os valores determinados em cada repetição variaram pouco, ficando entre 32,52° e 33,15°, ocasionando uma média de 32,57°.

Segundo Milan e Gadanha Júnior (1996), materiais com ângulo de repouso menor que 40° apresentam boas características de escoamento e acima de 50° um baixo índice de escoabilidade, o que pode prejudicar a sua aplicação pelas máquinas.

Os valores encontrados nas repetições do teor de água das sementes oscilaram entre 12,83 e 13,06 %, sendo o valor médio encontrado de 12,92 %. Dentre outros fatores, como temperatura de secagem, armazenamento e características genotípicas do produto, o teor de água é um dos mais importantes como influência na quebra de sementes. Segundo Gunasekaran & Muthukumarappan (1993) estes fatores interferem o potencial de fragmentação do produto quando este é submetido a uma força de impacto, situação comum nos processos de mecanização agrícola.

Andrade et al. (1999) reforça esta idéia descrevendo que o teor de água é um fator de grande influência na porcentagem final de danos mecânicos em sementes, pois sementes secas têm maior susceptibilidade a danos mecânicos que sementes úmidas. Conforme o resultado de trabalho realizado pelos autores, a intensidade de injúria mecânica em sementes de feijão se eleva com o menor teor de água final (11,0%) e a velocidade de impacto. Evans et al. (1990) trabalhando com danos mecânicos em soja, também concluíram que o teor de água e a velocidade de impacto são fatores importantes que definem a severidade dos danos mecânicos nas sementes.

O peso aparente ou volumétrico, que representa o volume ocupado pelas sementes considerando os espaços vazios entre elas, apresentou valor médio de 795,65 kg m⁻³. Em trabalho realizado por Degáspari et al. (1998) a respeito de desenvolvimento de aplicações tecnológicas para sorgo, foi obtido entre os resultados das análises físico-químicas a densidade aparente de 746 kg m⁻³, resultado próximo ao encontrado no presente trabalho. O resultado de Martins et al. (2006), expressos em peso hectolítrico, foram entre 73,6 e 75,5 kg, que equivale a 736 e 755 kg m⁻³, também semelhante aos demais.

Assim como o ângulo de repouso, o peso das sementes também pode facilitar seu escoamento dentro da semeadora-adubadora, é desejável que as sementes possuam peso suficiente para fluírem mais facilmente dentro do reservatório, no dosador e tubo condutor até tocar o solo, raciocínio condizente com o de Mendonça et al. (2007).

Vieira et al. (1997), realizando a caracterização física e tecnológica de seis cultivares de soja plantadas no Brasil, detectaram que a densidade aparente das cultivares variaram de 1,1592 a 1,1992 kg m⁻³. Silva et al. (2006) trabalhando com café em

coco e despulpado, encontraram valores de massa aparente de 353,1 a 456,0 kg m⁻³ em café em coco e 389,7 a 609,9 kg m⁻³ em café despulpado.

6.2 Avaliações quantitativas da deposição de sementes

Conforme a Tabela 2, que demonstra os resultados analisados quanto ao relevo e velocidade de trabalho, nota-se que ocorreu interação entre eles.

Tabela 2. Interação do relevo com velocidade de trabalho na deposição de sementes (g por 6 m de linha).

Velocidade (km h ⁻¹)	Relevo		
	3%	8%	16%
4	5,4 aA	4,2bA	3,9 bA
7	4,8 aB	4,0bA	3,5 bA
10	4,1 aC	4,0 aA	3,4 bA
velocidade			43,47*
relevo			12,18*
velocidade x relevo			3,99*
C.V. (%)			6,57
D.M.S.			0,33

C.V.: Coeficiente de variação; D.M.S.: Diferença mínima significativa; *Significativa (p≤0,05). Médias seguidas pela mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical não diferem entre si, pelo teste de Tukey (p≤0,05).

Trabalhando com velocidade de 4 km h⁻¹ o valor da deposição de sementes foi diferenciado significativamente somente no relevo 3%, nos demais relevos esta velocidade não foi significativa para a deposição. Esta mesma situação é observada com a velocidade de 7 km h⁻¹ tendo deposição significativamente maior quando em relevo de 3%. Na situação da velocidade elevada para 10 km h⁻¹ a diferença na taxa de deposição é significativa somente com relevo de 16%, apresentando a menor taxa de dosagem conseguida.

Resultados de menor deposição a partir do aumento da velocidade condiz com os resultado encontrados por Liu et al. (2004), Mahl et al. (2004) e Júniro et al. (2010), que verificaram a existência de efeito negativo do aumento da velocidade de

deslocamento na distribuição de sementes de milho. De acordo com Dias et al.; (2009), em trabalho com semeadora-adubadora e cultura do milho e soja, conforme se aumentou a velocidade de $3,5 \text{ km h}^{-1}$ para 7 km h^{-1} ocorreu o aumento no número de sementes e redução dos espaçamentos aceitáveis entre elas. Contrário aos resultados discutidos, Mello et al.; (2003), não encontraram diferenças significativas na população de plantas de milho em função de velocidades de deslocamento quando variando de $3,5$ a $7,7 \text{ km h}^{-1}$.

Analisando individualmente os relevos com as mudanças das velocidades de trabalho os resultados foram significativos para a condição do relevo 3%. Contrário a este resultado, no relevo de 8% e ondulado as mudanças de velocidades não demonstraram diferenças estatísticas. Estes resultados demonstram que as mudanças de velocidades interferem a taxa de dosagem apenas quando em relevo de 3%, nos demais declives a taxa de dosagem é diminuída, mas não diferenciada estatisticamente em função da troca das velocidades, ficando subentendido que é consequência dos declives.

Analisando o efeito dos fatores velocidade e inclinação de um dosador de sementes miúdas, os autores Reis e Forcellini (2009) discutiram no trabalho que as menores porcentagens de tempos falhos entre sementes de arroz ocorrem na menor velocidade com o dosador nivelado (0°). Os autores descreveram que os maiores valores de falhas ocorreram na velocidade de $0,25 \text{ m s}^{-1}$ e inclinação de 11° .

Ferreira et al.; (2007), trabalharam com desempenho de distribuidores de adubo tipo rosca sem fim por transbordo e por gravidade em função do nivelamento longitudinal do dosador, encontraram entre outros resultados que todas as inclinações proporcionaram variação significativa na dosagem em função da inclinação longitudinal. A dosagem do adubo aumentou em todos os dosadores, quando a inclinação longitudinal aumentou (de -10° para $+10^\circ$), porém em menores proporções para os dosadores do tipo transbordo. Conforme os autores mencionados e por meio dos resultados da Tabela 3, é compreensível que existam diferenças também na deposição de sementes conforme a condição de relevo e velocidade de trabalho adotada. Em condição de relevo 16% a deposição é perceptivelmente menor em relação ao relevo com 3%, situação ainda mais favorecida com condições de velocidades mais elevadas.

O nível de sementes no reservatório, avaliado em função do relevo, é demonstrado na Tabela 3.

Tabela 3. Deposição de sementes em função do nível do reservatório e relevo.

FATOR	Deposição (g por 6 m de linha)
Nível do reservatório de sementes (rs)	
15%	4,1 a
50%	4,1 a
100%	4,4 a
Relevo (r)	
3%	4,8 a
8%	4,1 b
16%	3,6 b
rs	2,29 ^{ns}
r	17,34*
r x rs	0,17 ^{ns}
C.V. (%)	10,4
D.M.S.	0,52

C.V.: Coeficiente de variação; D.M.S.: Diferença mínima significativa; *Significativo($p \leq 0,05$); NS: Não significativo. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

O nível de sementes no reservatório não apresentou interação significativa com a relevo. Entre os níveis de sementes do reservatório não influíram significativamente a deposição de sementes, situação significativa na deposição foi encontrada encontrado apenas em função do fator relevo. No relevo de 3% foi encontrada a maior taxa de deposição, sendo esta significativa em relação às taxas encontradas nos relevos de 3%, 8% e 16%.

Estudando a vazão de fertilizantes por diferentes dosadores em função da inclinação longitudinal e da rotação do eixo acionador do mecanismo, Ferreira et al. (2010) concluíram que a inclinação longitudinal simulada de dez graus para mais ou para menos, altera a quantidade média de fertilizante distribuído independente do sistema de liberação do mecanismo dosador.

No trabalho de Reis e Forcellini (2009) as menores quantidades de falhas na dosagem de sementes miúdas pelo dosador avaliado, foi encontrado com o equipamento na posição plana, independente do nível de sementes no seu reservatório. De maneira oposta, a maior quantidade de falhas foram encontradas com inclinação de 11° e nível baixo de sementes no reservatório. Os resultados dos autores condizem com os

encontrados no presente trabalho, concordando que o nível de sementes no reservatório não resulta em diferenças significativas na deposição das sementes. O relevo sim apresenta parcela de significância para os valores de deposição, o mecanismo dosador utilizado foi afetado diretamente pelo relevo não ocorrendo o preenchido correto do rotor resultando em menor quantidade de sementes depositadas.

A tabela 4 também demonstra a ausência da interação entre o níveis do reservatório de sementes e a velocidade de trabalho. As médias dos valores de deposição referente ao fator nível do reservatório de sementes não apresentaram diferenças significativas, da mesma foram ocorre com as medias dos valores analisando o fator velocidade.

Tabela 4. Deposição de sementes em função do nível do reservatório de sementes e a velocidade de trabalho.

FATOR	Deposição (g por 6 m de linha)
Nível do reservatório de sementes (rs)	
15%	4,0 a
50%	4,0 a
100%	4,4 a
Velocidade (v)	
4 (km h ⁻¹)	4,5 a
7 (km h ⁻¹)	4,1 a
10 (km h ⁻¹)	3,9 a
rs	0,96 ^{ns}
v	2,04 ^{ns}
v x rs	0,074 ^{ns}
C.V. (%)	16,06
D.M.S.	0,8

C.V.: Coeficiente de variação; D.M.S.: Diferença mínima significativa; NS: Não significativo. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Os resultados das Tabelas 4 e 5 comprovam que o nível do reservatório de sementes não influi significativamente na deposição de sementes por um mecanismo dosador de fluxo contínuo do tipo rotor acanalado helicoidal. O nível do reservatório de semente também não possui interação significativa com o relevo e

velocidade para afetar a deposição das sementes, sendo a interação existente apenas entre o fator relevo e velocidade.

6.3 Danos mecânicos e germinação das sementes

As sementes identificadas como testemunha apresentaram 5,75 % de danos mecânicos. Conforme demonstra a Tabela 5, os fatores relevo e velocidade de trabalho não apresentaram interação significativa entre si.

Tabela 5. Danos mecânicos nas sementes em função do relevo e velocidade.

FATOR	Danos mecânicos (%)	Germinação (%)
Relevo (r)		
Testemunha	5,8 a	99,5 a
3%	9,5 b	94,3 b
8%	10,4 b	92,4 c
16%	10,3 b	90,5 d
Velocidade (v)		
Testemunha	5,8 a	99,5 a
4 (km h ⁻¹)	10,1 b	92,5 b
7 (km h ⁻¹)	10,3 b	92,5 b
10 (km h ⁻¹)	9,8 b	92,3 b
r	13,46*	64,12*
v	12,65*	43,26*
r x v	1,04 ^{ns}	1,10 ^{ns}
C.V. (%)	12,06	1,09
D.M.S.	1,87	1,64

C.V.: Coeficiente de variação; D.M.S.: Diferença mínima significativa; *Significativo($p \leq 0,05$); NS: Não significativo. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Analisados isoladamente, os relevos demonstraram danos mecânicos diferentes significativamente da testemunha e não diferentes entre si. Este resultado indica que os relevos sujeitam as sementes a sofrerem danos mecânicos dentro do mecanismo dosador de fluxo contínuo, porém entre elas a porcentagem de danos não diferem significativamente.

A germinação foi diferente estatisticamente não somente em relação à testemunha, entre os relevos ocorreram diferenças significativas. Danos mecânicos, conforme descreve Costa et al. (1996), contribuem para que água e microrganismos penetrem através das rachaduras no tegumento da semente, quebrado ou danificado durante processos mecânicos como semeadura e colheita, trazendo como consequência redução do vigor das mesmas.

Todas as velocidades estudadas apresentaram porcentagem significativamente superior de danos mecânicos em relação à testemunha. Embora diferenciadas da testemunha, entre si as velocidades não diferiram. Os valores de danos mecânicos proporcionados pelas velocidades foi entre 9,8% e 10,3%, para 10 km h⁻¹ e 7 km h⁻¹ respectivamente. Em velocidade de 4 km h⁻¹ o valor foi de 10,1%.

Realizando testes com sementes obtidas na saída do tubo condutor, assim como no presente trabalho, Reis e Forcellini (2009) encontraram que o aumento de velocidade do dosador reduziu o nível médio de danos nas sementes de arroz. Nas velocidades tangenciais de 0,10; 0,22 e 0,30 m s⁻¹, os danos médios foram de 4,2; 3,3 e 2,9%, respectivamente.

Desde a menor até a maior velocidade, todas proporcionaram valores de germinação inferiores à testemunha.

O nível do reservatório de sementes, assim como a velocidade de trabalho, não teve interação significativa com o relevo conforme demonstra a Tabela 6.

Referente ao nível do reservatório de sementes a diferença significativa existente entre os valores de danos mecânicos ocorre apenas com a testemunha. Tais resultados demonstram que as quantidades de 15%, 50% e 100% de sementes dentro do reservatório não se diferem entre si quanto as porcentagens causadas de danos mecânicos. Este resultado acontece da mesma forma para os valores de germinação das sementes.

Tabela 6. Danos mecânicos e germinação das sementes em função do relevo e nível do reservatório de sementes.

FATOR	Danos mecânicos (%)	Germinação (%)
Relevo (r)		
Testemunha	5,8 a	99,5 a
3%	9,5 b	94,3 b
8%	10,4 b	92,4 c
16%	10,3 b	90,6 d
Nível do reservatório de Sementes (rs)		
Testemunha	5,8 a	99,5 a
15%	10,3 b	92,3 b
50%	9,8 b	92,8 b
100%	10,1 b	92,1 b
r	9,68*	58,23*
rs	9,06*	76,70*
r x rs	1,02 ^{ns}	2,23 ^{ns}
C.V. (%)	14,22	0,83
D.M.S.	2,21	1,24

C.V.: Coeficiente de variação; D.M.S.: Diferença mínima significativa; *Significativo($p \leq 0,05$); NS: Não significativo. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Os relevos novamente não apresentaram diferenças entre elas para os valores de danos mecânicos, as diferenças ocorreram apenas entre os valores de germinação sendo decrescente conforme a severidade do declive. Este resultado se assemelha com o resultado encontrado por Souza et al. (2003), que comparando os dados obtidos em condição de terreno plano e inclinado, encontraram que a germinação de sementes de *Brachiaria brizantha* apresentou 1,38 plantas m^{-2} a mais quando semeada no terreno plano, e que a velocidade de trabalho da semeadora-adubadora e profundidade de deposição no solo não influenciaram a germinação da cultura independentemente do relevo do terreno.

A análise entre velocidade de trabalho e nível do reservatório de sementes não resultaram interação significativa entre eles de acordo com a Tabela 7. Nesta análise as velocidades diferiram significativamente apenas da testemunha, tanto nos resultados de danos mecânicos quanto de germinação das sementes.

Tabela 7. Danos mecânicos e germinação em função da velocidade de trabalho e nível do reservatório de sementes.

FATOR	Injúria mecânica (%)	Germinação (%)
Velocidade (v)		
Testemunha	5,75 a	99,5 a
4 (km h ⁻¹)	10,14 b	92,33 b
7 (km h ⁻¹)	10,25 b	92,5 b
10 (km h ⁻¹)	9,75 b	92,47 b
Nível do reservatório de Sementes (rs)		
Testemunha	5,75 a	99,5 a
15%	10,28 b	92,39 b
50%	9,82 b	92,78 b
100%	10,05 b	92,24 b
v	9,06*	11,06*
rs	9,01*	11,20*
v x rs	1,07ns	1,85ns
C.V. (%)	14,25	2,16
D.M.S.	2,22	3,25

C.V.: Coeficiente de variação; D.M.S.: Diferença mínima significativa; *Significativo($p \leq 0,05$); NS: Não significativo. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Os diferentes níveis do reservatório de sementes ocasionaram maiores quantidades de danos mecânicos que o encontrado na testemunha. Os danos mecânicos causados pelo preenchimento de 15, 50 e 100% do reservatório de sementes não foram diferidos estatisticamente entre si. Os valores de germinação apresentam resultados semelhantes.

7. CONCLUSÕES

Na condição de declive de 3% a elevação da velocidade de trabalho reduz a taxa de deposição de sementes pelo mecanismo dosador tipo rotor helicoidal acanalado.

Velocidade de trabalho de 10 km h^{-1} promove redução na taxa de deposição de sementes em condição de relevo de 16%.

A quantidade de sementes no reservatório não influencia a taxa de deposição de sementes. Em contrapartida o fator relevo influi na taxa de deposição de sementes, sendo esta diferenciada com redução em condição de relevo de 8% e relevo de 16%.

Os fatores relevo, velocidade de trabalho e quantidade de sementes no reservatório, propiciam danos mecânicos nas sementes, bem como contribuem para reduções na germinação das mesmas.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBIERO, A.; MACIEL, A.J.S.; LANÇAS, K.P.; MONTEIRO, L.A.; VILIOTTI, C.A.; MION, R.L. Gráficos de probabilidade normal para avaliação de mecanismos de distribuição de sementes em semeadoras. **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina, PR. v. 33, n. 2, p. 507-518. 2012.

ALTEMANN, A.S.; BEDIN, P.R.; BONOTTO, G.J.; SILVEIRA, H.A.T.; DIAS, V.O.; CARPES, D.; MONTEMEZZO, L. Determinação do ângulo de repouso de fertilizantes e sementes através da análise de imagens. **Anais... XIV SEPE** (Simpósio de ensino, pesquisa e extensão). Santa Maria, RS. 2010.

AMADO, M.; TOURN, M. C.; ROSATTO, H. Efecto de la velocidad de avance sobre la uniformidad de distribución y emergencia de maíz. **In: BARBOSA, O. A. (ed.). Avances en ingeniería agrícola 2003-2005**. San Luis: CADIR 2005, p. 77-81. 2005.

ANDRADE, E.T.; CORRÊA, P.C.; MARTINS, J.H.; ALVARENGA, E.M. Avaliação de dano mecânico em sementes de feijão por meio de condutividade elétrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB. v.3, n.1, p.54-60. 1999.

ARAÚJO, A. G. et al. Desempenho da semeadora-adubadora direta PST2 - Marchesan em solos argilosos. **Circular do Instituto Agrônomo do Paraná**, Londrina, n. 107, p. 1-44, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR/9743 - Semeadora de fluxo contínuo em linha - ensaio de laboratório**. São Paulo: Fórum Nacional de Normalização, 16p. 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Projeto de norma 04:015.06-004 – semeadoras de precisão – ensaio de laboratório – Método de Ensaio**. São Paulo, 26 p. 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Projeto de normas 04: 015.06-004: Semeadora de precisão – ensaio de laboratório – método de ensaio**. Rio de Janeiro, 7p. 1994.

BAHLS, L.C; NÓBREGA, L.H.P; SILVEIRA, J.C.M; PRIOR, M. Danos mecânicos em sementes de ervilhaca (vicia sativa l.) em função da velocidade de deslocamento e da abertura no mecanismo dosador. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v.16, n.3, 299-311 Jul./Set., 2008.

BALASTREIRE, L. A. **Máquinas Agrícolas**. 1. ed. São Paulo: Manole, 310 p. 1987.

BALASTREIRE, L.A.; GOMES, E.S. Avaliação do desempenho de um dosador de sementes pneumático a vácuo. **Engenharia Rural**, Piracicaba, v.1, n.1, p.37-50, jul. 1990.

BONOTTO, G.J; ALONCO,A.S; RIST, G.P; GASSEN, J.R.F; SILVEIRA, H.A.T; CARDINAL, K.M. Vazão de um mecanismo dosador de fertilizantes em função da inclinação longitudinal. **Anais... 25° JAI**. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS. 2010.

BORSATO, E.A. **Desempenho de uma semeadora de precisão em latossolo vermelho: pressão de inflação do pneu de acionamento x manejo de plantas de cobertura**. Tese (doutorado em Agronomia – Ciência do solo) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP. 110f. 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 395p. 2009.

CAIRES, E.F.; FONSECA, A.F. Absorção de nutrientes pela soja cultivada no sistema plantio direto em função da calagem na superfície. **Bragantia**. Campinas, SP. v. 59, n. 2, p. 213-220, 2000.

CARBONELL, S. A. M.; KRZYZANOWSKI, F. C. Dano mecânico em soja: um problema que poderá ser resolvido com cultivares resistentes. **Informativo Abrates**, Curitiba, v. 3, n. 4, p. 32-37, 1993.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3. ed. Campinas, SP: Fundação Cargil, 1988. 424p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000, 588p.

CASÃO JUNIOR, R. **Desenvolvimento de sistema pneumático de dosagem e transporte de sementes**. Tese Doutorado. Universidade Estadual de campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Campinas, SP, 1996.

CASÃO JÚNIOR, R. et al. Avaliação do desempenho da semeadora-adubadora Magnum 2850 PD no basalto paranaense. **Circular Instituto Agrônomo do Paraná**. Londrina, n. 105, p. 1-47. 1998.

CASÃO JÚNIOR, R. et al. **Desempenho da semeadora-adubadora SA 13500 Vence Tudo em solos argilosos**. IAPAR (Circular Técnica nº 110), 46p.2000a.

CAVICHOLI, F.A. **Sistema plantio direto: velocidade de semeadura e populações de plantas de milho**. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do solo) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal, SP. 59f. 2011.

CHINNAN, M.S.; YOUNG, J.H.; ROHRBACK, R.P. Accuracy of seed spacing in peanuts planting. **Transactions of the ASAE**. St. Joseph, v.18, n.5, p.828-831, 1975.

CHOWDHURY, M.H. **Avaliação de danos mecânicos em milho e sorgo**: procedimento. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 1977. n.p. Mimeografado.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira**: grãos: safra 2012/13, sétimo levantamento, Abril 2013. Brasília: Conab, 2013. Disponível em:
http://www.conab.gov.br/OlalaRS50S/uploads/arquivos/13_04_09_10_27_26_boletim_graos_abril_2013.pdf. Acesso em: abr/2013.

COPETTI, E. Prevenir custa menos. **Cultivar Máquinas**. Pelotas, RS. n. 27, 2004.

CORREIA, N. M.; CENTURION, M. A. P. C.; ALVES, P. L.C. A. Influência de extratos aquosos de sorgo sobre a germinação e desenvolvimento de plântulas de soja. **Ciência Rural**. Santa Maria, RS. v. 35, n. 3, p. 498-503, 2005.

COSKUNER, Y.; KARABABA, E. Physical properties of coriander seeds (Coriandrum sativum L.). **Journal of Food Engineering**, v.80, p.408-416,2007.

COSTA, C.H.M. **Efeito residual da aplicação superficial de calcário e gesso nas culturas de soja, aveia-preta e sorgo granífero**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas. Botucatu, SP. 80f. 2011.

COSTA, N. P.; OLIVEIRA, M. C. N.; HENNING, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C.; MESQUITA, C. M.; TAVARES, L. C. V. Efeito da colheita mecânica sobre a qualidade da semente de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 232-237, 1996.

COSTA, N. P. et al. Agricultura real: controle de qualidade da soja brasileira, na prevenção e na redução de desperdícios de sementes e grãos durante a colheita. **Informativo Abrates**. Curitiba, v. 7, n. 1/2, p. 86, 1997. (Resumos).

CUNHA, J.P.A.R.; PIVA, G; OLIVEIRA, C.A.A. Efeito do sistema de trilha e da velocidade das colhedoras na qualidade de sementes de soja. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 25, n. 4, p. 37-42, July/Aug. 2009.

DAMBRÓS, R. M. **Avaliação do desempenho de semeadoras-adubadoras de milho com diferentes mecanismos dosadores**. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz. Piracicaba, SP. 86f. 1998.

DEGÁSPARI, C.H.; WASZCZYNSKYJ, N. Development of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) technological application. **Alim. Nutr.** São Paulo. v.9, p.17-26. 1998.

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

DELAFOSSÉ, R. M. **Máquinas sembradoras de grano grueso**. Santiago: FAO, 1986. 48 p.

DELOUCHE, J. Mechanical damage to seed. **In: SHORT COURSE FOR SEEDSMEN**, 10. Proceedings... Mississippi: Seed Technology Laboratory, p. 69-71. 1967.

DEVILLA, I.A; NETO, M.C.O; REIS, R.C. Propriedades físicas de sementes de Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) Variedade "Emgopa 201 - Ouro". **Revista Agrotecnologia**. Anápolis, GO. v.1, n.1, p.99-109. 2010.

DIAS, M.C.L.L.; BARROS, A.S.R. **Avaliação da qualidade de sementes de milho**. (Circular, 88). Londrina: IAPAR, 1995. 42p.

DIAS, V.O.; ALONÇO, A.S.; BAUMHARDT, U.B.; BONOTTO, G.J. Distribuição de sementes de milho e soja em função da velocidade e densidade de Semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.6, p.1721-1728. 2009.

DUARTE, J. de O. Mercado e comercialização: a produção do sorgo granífero no Brasil. **In:** RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). Cultivo do sorgo. 6 ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção, 2). 2010.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

EVANS, M.D.; HOLMES, R.G.; McDONALD, M.B. Impact damage to soybean seed as affected by surface hardness and seed orientation. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.33, n.1, p.234 - 240, 1990.

FERREIRA, M.F.P.; DIAS, V.O.; OLIVEIRA, A.; ALONÇO, A.S.; BAUMHARDT, U.B. Uniformidade de vazão de fertilizantes por dosadores helicoidais em função do nivelamento longitudinal. **Engenharia na agricultura**. Viçosa, MG. v.18, n.4, p.297-304. 2010.

FERREIRA, M.F.P.; OLIVEIRA, A.; MACHADO, R.L.T.; REIS, A.V.; 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. **Tecno-Lógica**. Santa Cruz do Sul, v. 11, n. 1 e 2, p. 37-40, jan./dez. 2007.

FEY, E.; SANTOS, S. R.; FEY, A. Influência da velocidade de semeadura sobre a produtividade de milho (*Zea mays* L.). **In:** CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29. Anais... CD-ROM. Fortaleza: SBEA. 2000.

FIALHO, E.T; LIMA, J.A.F; OLIVEIRA, V; SILVA, H.O. Substituição do milho pelo sorgo sem tanino em rações de leitões: digestibilidade dos nutrientes e desempenho animal. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. Sete Lagoas, MG. v.1, n.1, p.105-111, 2002.

FONSECA, N.R. **Qualidade fisiológica e desempenho agrônomo de soja em função do tamanho das sementes**. Tese (Doutorado)-Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas. Botucatu, SP. 68f. 2007.

FRANÇA NETO, J. B.; PÁDUA, G. P.; CARVALHO, M. L. M. de; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N. P. da; HENNING, A. A.; SANCHES, D. P. Semente esverdeada de soja e sua qualidade fisiológica, **Circular técnica 38**. Londrina, Ago. 2005.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – FEPAGRO. **Indicações técnicas para o cultivo do milho e do sorgo no Rio Grande do Sul: Safras 2011/2012 e 2012/2013**. RODRIGUES, L.R e SILVA, P.R.F. Porto Alegre: Fepagro, 140p. 2011.

Disponível em:

http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/livro/Indicacoes_tecnicas_Milho_Sor go_RS_2011.pdf .Acesso em: abr/2013.

FURLANI, C. E. A; SILVA, R.P; FILHO, A.C; CORTEZ, J.W; GROTTA, D.C.C. Semeadora-adubadora: exigências em função do preparo do solo, da pressão de inflação do pneu e da velocidade. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, v. 32, p. 345-352, 2008.

FURLANI, C.E.A; CORTEZ, J.W; SILVA, R.P; GROTTA, D.C.C; REIS, G.N; ZANETTI, L.A. Avaliação do desempenho de uma semeadora-adubadora em função da velocidade de deslocamento e carga no depósito de adubo. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG. v.14, n.4, 268-275. 2006.

GADANHA JÚNIOR, C,D,; MOLIN, J,P,; COELHO, J,L,D,; YAHN, C,H,; TOMIMORI, S,M,A. **Máquinas e implementos agrícolas do Brasil**, São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 468p. 1991.

GARCIA, R.F; VALE, W.G; OLIVEIRA, M.T.R; PEREIRA, E.M; AMIM, R.T; BRAGA, T.C. influência da velocidade de deslocamento no desempenho de uma semeadora-adubadora de precisão no norte fluminense. **Acta Sci. Agronomy**. Maringá, PR. v. 33, n. 3, p. 417-422. 2011.

GAZZOLA, O. **Projeto e avaliação de um sistema dosador de precisão para semeadora a tração animal**. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas. Campinas-SP. 130 f. 1989.

GUNASEKARAN, S.; MUTHUKUMARAPPAN, K. Breakage susceptibility of corn of different stress-crack categories. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 36, n.5, p. 1445-1446, 1993.

HAMPTON, J.G.; TEKRONY, B.H. Conductivity test. **In:** HAMPTON, J.G. ; TEKRONY, B.M. (Ed.). Handbook of vigor methods. 3. ed. Zürich: ISTA, p.22-34. 1995.

JASA, P,J,; SIEMENS, J,C,; PFOST, D,L. No-till drills, **In:**Conservation tillage systems and management: crop residue management with no-till, ridge-till, mulch-till, Ames: Midwest Plant Service, p.98-101. 1992.

JASPER, R.; JUSTINO, A.; MORGADO, C.B.; DYCK, R.; GARCIA, L.C. Comparação de bancadas simuladoras do processo de semeadura em milho. **Eng. Agríc.** Jaboticabal, SP. v.29 n.4. 2009.

JIJÓN, A. V.; BARROS, A. C. S. A. Efeito dos danos mecânicos na semeadura sobre a qualidade de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Tecnologia de Sementes**, Pelotas. v. 6, n. 1/2, p. 3-22, 1983.

JÚNIOR, D.C.; GARCIA¹, R.F.; VALE, W.G.; BIAZATTI, M.A.; KLAVER, P.P.C. Influência da velocidade de deslocamento no desempenho de uma semeadora-adubadora de tração animal. **Gl. Sci. Technol.** Rio Verde, GO. v. 03, n. 03, p.50– 58, set/dez. 2010.

KURACHI, S.A.H.; COSTA, J.A.S.; BERNARDI, J.A.; COELHO, J.L.O.; SILVEIRA, G.M. Avaliação tecnológica de semeadoras e/ou adubadoras: tratamento de dados de ensaios e regularidade de distribuição longitudinal de sementes. **Bragantia**. Campinas, SP. v.48, n.2, p.249-62. 1989.

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

LIU, W.; TOLLENAAR, M.; STEWART, G.; DEEN, W. Impact of planter type, planting speed, and tillage on stand uniformity and yield of corn. **Agronomy Journal**, n.96, p.1668-1672, 2004.

LOEFFLER, T. M.; TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B. **The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality.** **Journal of Seed Technology**, Lincoln, v. 12, n. 1, p. 37-53, 1988.

LOPES, M.M; PRADO, M.O.D; SADER, R; BARBOSA, R.M. Efeitos dos danos mecânicos e fisiológicos na colheita e beneficiamento de sementes de soja. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 27, n. 2, p. 230-238, Mar./Apr. 2011.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M; SCHAFFERT, R.E. Fisiologia da planta de sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo (**Embrapa Milho e Sorgo – Circular Técnica, 3**). 46 p, 2000.

MAHL, D. **Desempenho de semeadoras adubadoras de milho (*Zea mays*) em sistema de plantio direto**. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Energia na Agricultura) – faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista. Botucatu. 160f. 2002.

MAHL, D. **Desempenho operacional de semeadora em função de mecanismos de corte, velocidade e solos, no sistema plantio direto do milho**. Tese (Doutorado em Agronomia – Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista. Botucatu, SP. 143f. 2006.

- MANTOVANI, E.C.; BERTAUX, S. **Avaliação do desempenho de semeadoras-adubadoras de milho no campo. Relatório de Ensaio.** Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo – EMBRAPA. Sete Lagoas, MG. 50p. 1990.
- MANTOVANI, E.C.; MANTOVANI, B.H.M.; CRUZ, I.; MEWES, W.L.C.; OLIVEIRA, A.C. Desempenho de dois sistemas distribuidores de sementes utilizados em semeadoras de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** Brasília, DF. v.34, n.1, p.93-98, 1999.
- MANTOVANI, E.C.; MANTOVANI, B.H.M.; CRUZ, I.; MEWES, W.L.C.; OLIVEIRA, A.C. Desempenho de dois sistemas distribuidores de sementes utilizados em semeadoras de milho. **Pesq. agropec. bras.** Brasília, DF. v.34, n.1, p.93-98. 1999.
- MARCOS FILHO, J. Soja: **tecnologia da produção: avaliação da qualidade de sementes de soja.** Piracicaba: G. M. S. Câmara, p. 206-243, 1998.
- MARONI, J. et al. Velocidad de emergencia del maíz: prestaciones de diferentes órganos para el contactado semilla-suelo durante la siembra. **In:** BARBOSA, O.A. (ed.). Avances en ingeniería agrícola 2003-2005. San Luis: CADIR 2005, p. 9-14. 2005.
- MÁRQUEZ, L. **Maquinaria agrícola.** Madrid : B&H, 700 p. 2004.
- MASOJIDEK, J.; TRIVEDI, S.; HALSHAW, L.; ALEXIOU, A.; HALL, D. O. The synergetic effect of drought and light stress in sorghum and pearl millet. **Plant Physiology.** Bethesda, v. 96, p. 198-207, 1991.
- MATEUS, G.P; CRUSCIOL, C.A.C; BORGHI, E. Efeito da palhada do sorgo de guiné “gigante” na nutrição foliar e produtividade da soja em plantio direto. **Acta Sci. Agron.** Maringá, PR. v. 29, n. 4, p. 497-502, 2007.
- MATTAR, D. M. P. **Influência do deslizamento da roda motora de uma semeadora/adubadora de plantio direto no espaçamento longitudinal de sementes de milho.** 2010. 67 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2010.
- MELLO, A. J. R. et al. Desempenho de um conjunto trator-semeadora-adubadora e de híbridos de milho (*Zea mays* L.) em função da velocidade de semeadura. **In:** CONGRESO ARGENTINO DE INGENIERÍA RURAL, 8., 2005, Villa de Merlo. Anais...1 CD-ROM. San Luiz. 2005.

MELLO, A.J.R; FURLANI, C.E.A; ROUVERSON P.S; LOPES, A; BORSATTO, E.A. Produtividade de híbridos de milho em função da velocidade de semeadura. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, SP. v. 27, n. 2, p. 479-486. 2007.

MELLO, L. M. M.; PINTO, E. R.; YANO, É. H. Distribuição de sementes e produtividade de grãos da cultura do milho em função da velocidade de semeadura e tipos de dosadores. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, SP. v.23, p.563-567, 2003.

MELO, R.P; ALBIERO, D; MONTEIRO, L.A; SOUZA, F.H; SILVA, J.G. Qualidade na distribuição de sementes de milho em semeadoras em um solo cearense. **Rev. Ciência Agrônômica**. Fortaleza, CE. v. 44, n. 1, p. 94-101. 2013.

MENDONÇA, E.A.F.; CARVALHO, N.M.; RAMOS, N.P. revestimento de sementes de milho superdoce (sh2). **Rev. Bras. de Sementes**. Londrina, PR. v.29, n.2. 2007.

MERCANTE, E.; SILVA, S. L.; MODOLO, J.; SILVEIRA, J. C. M. Demanda energética e distribuição de sementes de milho em função da velocidade de duas semeadoras. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB. v.9, n.3, p.424-428, 2005.

MESQUITA, C. de M. et al. **Manual do produtor**: como evitar desperdício na colheita de soja. Londrina: EMBRAPA, CNPSo, 32 p. (Documentos, 82). 1994.

MILAN, M.; GADANHA JUNIOR, C.D. Ensaio e certificação das máquinas para aplicação de adubos e corretivos. **In**: MIALHE, L.G. Máquinas agrícolas: Ensaio & certificação. Piracicaba, SP: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 722p. Cap. 10. 1996.

MODOLO, A. J.; SILVA, S. de L.; GABRIEL FILHO, A. Força necessária. **Cultivar Máquinas**, Pelotas, v. 8, n. 73, p. 6-9, 2008.

MODOLO, A.J; SILVA, S.L; SILVEIRA, J.C.M; MERCANTE, E. Avaliação do desempenho de duas semeadoras-adubadoras de precisão em diferentes velocidades. **Engenharia na Agricultura**. Viçosa, MG. v.12, n.4, 298-306. 2004.

MOLIN, J. P.; CHANG, C. S. Desenvolvimento e testes de dosador vertical para semeadora de precisão. **Engenharia Rural**, Piracicaba, v. 3, n. 1, p. 18-30, 1992.

MOORE, R. P. Effect of mechanical injury on viability. **In**: ROBERTS, E. H. Viability of seeds. London: Chapman and Hall, p. 94-113. 1972.

MURRAY, J. R.; TULLBERG, J. N.; BASNET, B.B. Planters and their Components: types, attributes, functional requirements, classification and description. **ACIAR Monograph** nº 121. University of the Queensland, Australia, 178p. 2006.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. **In:** KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: Abrates, cap. 2, p. 2.1-2.24, 1999.

NETTO, D.A.M; BORBA, C.S; OLIVEIRA, A.C; AZEVEDO, J.T; ANDRADE, R.V. Efeito de diferentes graus de dano mecânico na qualidade fisiológica de sementes de sorgo. **Pesq.Agropec.Bras.** Brasília, v.34, n.8, p.1475-1480, 1999.

NEWBERY, R.S.; PAULSEN, M.R.; NAVE, W.R. Soybean quality with rotary and conventional threshing. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 23, n.2, p. 303 - 308, 1980.

OLIBONE, D; CALONEGO, J.C; PAVINATO, P.S; ROSOLEM, C.A. CRESCIMENTO INICIAL DA SOJA SOB EFEITO DE RESÍDUOS DE SORGO. **Planta Daninha**. Viçosa-MG, v. 24, n. 2, p. 255-261, 2006.

OLIVEIRA, A. C. et al. Desempenho de uma semeadora-adubadora para plantio direto, em dois solos com diferentes tipos de cobertura vegetal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, DF, v. 35, n. 7, p. 1455-1463, 2000.

PACHECO, E. P.; et al. Avaliação de uma semeadora-adubadora de precisão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n. 3, p. 209-214, 1996.

PARRELLA, R. A. C.; MENEGUCI, J. L. P.; RIBEIRO, A.; SILVA, A. R.; PARRELLA, N.N.L.D.; RODRIGUES, J. A. S.; TARDIN, F. D.; SCHAFFERT, R. E. Desempenho de cultivares de sorgo sacarino em diferentes ambientes visando a produção de etanol. **In:** CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA DO CARTUCHO, 4. Anais... Resumos Expandidos. Goiânia: ABMS, 1 CD-ROM. 2010.

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

POSSEBON, S.B. **Desempenho de uma semeadora-adubadora e métodos de aplicação de inseticidas no sulco em plantio direto.** Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, 114p.2011.

PUTNAM, A. R.; DEFRANK, J.; BARNES, J. P. Exploration of allelopathy for weed control in annual and perennial cropping systems. **J. Chem. Ecol.**, v. 9, n. 8, p. 1001-1010, 1983.

RAZERA, L. F. **Efeitos de danificações mecânicas causadas por semeadoras em sementes de soja.** Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queirós, Piracicaba, 67f. 1979.

REIS, A. V. dos; FORCELLINI, F. A. Identificação de requisitos de clientes para o projeto de um dosador de precisão para sementes miúdas. **Engenharia agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 309-320, jan./abr. 2006.

REIS, A.V.; FORCELLINI, F.A. Desempenho e características construtivas de um protótipo de dosador pneumático para sementes de arroz. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, SP. v.29, n.2. 2009.

REIS, E. F; MOURA, J. R; DELMOND, J. G; CUNHA, J. P. A. R. Características operacionais de uma semeadora-adubadora de plantio direto na cultura da soja (*Glycine Max (L.) Merril*). **Revista Ciência Técnicas Agropecuárias**, v. 16, n. 03, p.70-75. 2007.

REZENDE, G.M. et al. Características agronômicas de cinco genótipos de sorgo [*sorghum bicolor (L.) moench*], cultivados no inverno, para a produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. Sete Lagoas, MG. v.10, n.2, p. 171-179, 2011.

RIBEIRO, M. F. S. et al. Máquinas para semeadura direta em solos de baixa aptidão agrícola. **Circular Técnica do Instituto Agronômico do Paraná**, Londrina, n. 108, p. 139-53, 1999.

ROCHA, F.E.C; MANTOVANI, E.C; BERTAUX, S; GARCIA, J.C. Comparação de semeadoras-adubadoras de milho com relação a preços de aquisição e eficiência operacional. **Pesq. agropec. bras.** Brasília, DF. v.27(5), p.751-757, maio 1992.

RODRIGUES, J.G.L. **Desempenho operacional de máquinas agrícolas na implantação da cultura do sorgo forrageiro.** Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas. Botucatu, SP. 94f. 2009.

ROSOLEM, C. A.; CALONEGO, J. C.; FOLONI, J. S. S. Potassium leaching from millet straw as affected by rainfall and potassium rates. **Comm. Soil Sci. Plant Anal.**, v. 36, n. 7-8, p. 1063-1074, 2005.

SANTOS, A.J.M; GAMERO, C.A; OLIVEIRA, R.B; VILLEN, A.C. análise espacial da distribuição longitudinal de sementes de milho em uma semeadora-adubadora de precisão. **Bioscience Journal**. Uberlândia, MG. v. 27, n. 01, p. 16-23. 2011.

SANTOS, A.P; TOURINO, M.C.C; VOLPATO, C.E.S. Qualidade de semeadura na implantação da cultura do milho por três semeadoras-adubadoras de plantio direto. **Ciênc. agrotec**. Lavras, v. 32, n. 5, p. 1601-1608. 2008.

SANTOS, M.S; ELTZ, F.L.F; ROCHA, M.R; ROCHA, P.V; RUSSINI, A. Desempenho de semeadora-adubadora em sistemas de preparo do solo. **Tecnol. & Ciên. Agropec.**, João Pessoa, PB. v.4, n.2, p.01-06. 2010.

SATTLER, A.; FAGANELLO, A. **Semeadura: Efeito do tratamento de sementes de soja (*Glycine max (L.) Merrill*) sobre a vazão do mecanismo dosador**. Embrapa Trigo (Circular Técnica, 16). Passo Fundo, RS. 14 p. 2004. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/ci/p_cr16.htm>. Acesso em: 16 mai. 2013.

SCARSI, M; MODOLO, A.J; TROGELLO, E; RAMOS, L.P; CARNIELETTO, R. Qualidade de semeadura e produtividade da cultura do milho sob diferentes velocidades de trabalho e mecanismos sulcadores. **Anais... XVII SICITE**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. 2012.

SGARBOSSA, M; MODOLO, A.J; TROGELLO, E; CARNIELETTO, R. Qualidade de semeadura da cultura do milho sob diferentes formas de manejo de palha e mecanismos sulcadores. **Anais... XVII SICITE**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. 2012.

SILVA, D.J.P.; COUTO, S.M.; PEIXOTO, A.B.; SANTOS, A.E.O.; VIEIRA, S.M.J. Resistência de café em coco e despolpado ao fluxo de ar. **Rev. bras. eng. agríc. ambient**. Campina Grande, PB. v.10, n.1. 2006.

SILVA, J. G. DA; KLUTHCOUSKI, J; STONE,L.F; AIDAR, H; OLIVEIRA, I.P; FERREIRA, E. Desempenho de semeadoras-adubadoras no estabelecimento da cultura do arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília,v.33(1): p.63-70. 1998.

SILVA, J. G.; KLUTHCOUSKI, J.; SILVEIRA, P. M. Desempenho de uma semeadora-adubadora no estabelecimento e na produtividade da cultura do milho sob plantio direto. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 7-12, 2000.

SILVA, M. C. da; GAMERO, C. A. Qualidade da operação de semeadura de uma semeadora- adubadora de Plantio direto em função do tipo de martelete e velocidade de deslocamento. **Revista Energia na Agricultura**. Botucatu, SP. v. 25, n. 01, p. 85-102, 2010.

SILVA, M.C. da. **Desempenho operacional de semeadora-adubadora de precisão em função do tipo de martelete e velocidade de deslocamento na cultura do milho**.Dissertação (Mestrado em Agronomia – Energia na agricultura) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas. Botucatu, SP. 81f. 2009.

SILVA, P.R.A. **Semeadora adubadoras: mecanismos de corte de palha e cargas verticais aplicadas**.Tese (Doutorado em Agronomia - Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista. Botucatu, SP. 93f. 2007.

SILVA, P.R.A; BENEZ, S.H; JASPER, S.P; SEKI, A.S; MASIERO, F.C; RIQUETTI, N.B. Semeadora-adubadora: Mecanismos de corte de palha e cargas verticais aplicadas. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, PB, v.16, n.12, p.1367–1373, 2012.

SILVA, S. de L.; BENEZ, S. H.; RICIERI, R. P.; PEREIRA, J.O. Demanda energética em sistema de semeadura direta em milho. **In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**, 29. Anais... CD-ROM. Fortaleza: SBEA. 2000.

SILVEIRA, H.A.T; ALONCO, A.S; RIES, B.S; DIAS, V.O; BAUMHARDT, U.B; LASSEN, P.G. Uniformidade de distribuição de sementes por um dosador pneumático sob efeito da inclinação e da velocidade. **Anais...25° JAI**. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS. 2010.

SIQUEIRA, R.; CASÃO JUNIOR, R.; ARAÚJO, A. G. Escolha certa. **Cultivar Máquinas**. Pelotas, v.1, n.4, p. 15-19, abr. 2004.

SOUZA, C.M.A.; REIS, E.F.; QUEIROZ, D.M.; CECON, P.R.; VIEIRA, L.B. Avaliação do desempenho de um conjunto trator-semeadora-adubadora em plantio direto. **Revista Ceres**. Viçosa, MG. v.50, n.292, p.767-778. 2003.

TOURINO, M.C.; KLINGENSTEINER, P. Ensaio e avaliação de semeadoras-adubadoras. **In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, 8., 1983, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: UFRRJ, v.2. p.103-116. 1983.

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

VALE, W.G; GARCIA, R.F; JÚNIOR, D.C; GRAVINA, G.A; KLAVER, P.P.C; VASCONCELOS JÚNIOR, J.F.S. Influência da velocidade de deslocamento no desempenho de uma semeadora-adubadora direta. **Global Science and Technology**, v. 03, n. 03, p.67– 74. 2010.

VIEIRA, C.R.; CABRAL, L.C.; PAULA, A.C.O. de. Caracterização física e tecnológica de seis cultivares de soja plantadas no Brasil. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** Campinas, SP. v.17, n.3. 1997.

VIEIRA, L. B; REIS, E. F. Máquinas para o plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 43-48, 2001.

VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica. **In:** VIEIRA. R.D.. CARVALHO, N.M. Testes de vigor em sementes. Jaboticabal: FUNEP, p. 103-132. 1994.

ZAGO, C. P. Cultura de sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. **In:** SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4., Anais... Piracicaba. ESALQ. p. 169-217. 1991.