



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

EVANDRO MARTIN BRANDELERO

**MECANISMO PARA MANEJO DA PALHA E DO SOLO NA
LINHA EM SEMEADURA DIRETA**

Londrina
2009

EVANDRO MARTIN BRANDELERO

**MECANISMO PARA MANEJO DA PALHA E DO SOLO NA
LINHA EM SEMEADURA DIRETA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação, em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Ralisch.

Londrina
2009

Catálogo na publicação elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da

**Biblioteca Central da Universidade Estadual de Londrina.
Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

B817m Brandelero, Evandro Martin.
Mecanismo para manejo da palha e do solo na linha em semeadura direta /
Evandro Martin Brandelero. – Londrina, 2009.
80 f. : il.

Orientador: Ricardo Ralisch.
Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina,
Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia,
2009.

Inclui bibliografia.

1. Semeadeira (Implemento agrícola) – Teses. 2. Máquinas agrícolas –
Teses. 3. Plantio direto – Teses. 4. Cobertura morta – Teses. 5. Solos –
Conservação – Teses. I. Ralisch, Ricardo. II. Universidade Estadual de Londrina.
Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia.
III. Título.

CDU 631.331

EVANDRO MARTIN BRANDELERO

**MECANISMO PARA MANEJO DA PALHA E DO SOLO NA LINHA EM
SEMEADURA DIRETA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação, em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Agronomia.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Ademir Calegari – IAPAR

Prof. Walter Boller – UPF

Dr. Henrique Debiasi – EMBRAPA

Prof. Dr. Otavio Jorge Grigoli Abi Saab
Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dr. João Tavares Filho (suplente)
Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dr. Ricardo Ralisch Orientador
Universidade Estadual de Londrina

Londrina, 20 de novembro de 2009.

“ VIVENDO COM A MENTE ALEGRE, REPLETA DE GRATIDÃO”,
MANIFESTA-SE A INFINITA FORÇA VITAL ”

SEICHO TANIGUCHI

A MEUS QUERIDOS PAIS NELSON BRANDELERO E TEREZINHA BRANDELERO,

A MINHA VÓ JACOMINA PALUDO BRANDELERO (in memoriam),

A MINHA AMADA ESPOSA RENATA PAULA HERRERA BRANDELERO E AS MINHAS LINDAS FILHAS
GABRIELA PAULINA HERRERA BRANDELERO E EDUARDA HERRERA BRANDELERO.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me abençoado a todo o momento com a sua luz sobre a minha vida.

A minha família por ter acreditado, apoiado e tido paciência para a realização de todas as fases do trabalho.

Aos meus orientadores, Professor da UEL Dr. Ricardo Ralisch e ao Pesquisador do IAPAR Dr. Augusto G. de Araújo por contribuírem em todas as etapas do Doutorado bem como pela amizade pessoal e profissional.

Ao programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina – UEL pela confiança em mim depositada.

Ao CNPq que auxiliou financeiramente o desenvolvimento do trabalho de pesquisa com bolsa de estudo.

A equipe técnica do Setor de Engenharia Agrícola do Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR) de Londrina, composta por: José Carlos da Silva (Zé-do-brejo), Pedro Machado (Pedrão), Ronaldo Rosseto e Milton Pereira da Silva (Campeão) *in memoriam*, e ao estagiário de Agronomia UEL, João Paulo de Freitas, por terem contribuído no desafio da melhoria dos mecanismos de manejo da linha e nas avaliações de campo, bem como pela rica amizade compartilhada.

BRANDELERO, Evandro Martin. **Mecanismo para manejo da palha e do solo na linha em semeadura direta**. 2009. 83 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

RESUMO

Para uma adequada implantação do Sistema Plantio Direto (SPD), entre outras práticas conservacionistas é necessária a manutenção da cobertura do solo com palha em função dos benefícios químicos, físicos e biológicos que esta proporciona. Nas culturas anuais, esta cobertura geralmente é composta por palha oriunda das culturas anteriores, que impõe várias dificuldades à operação das semeadoras, como: necessidade de transpor esta cobertura para aplicação dos insumos no solo, eventual interferência na germinação e emergência e a necessidade de preservar o solo coberto. O objetivo deste trabalho foi desenvolver e comparar diferentes mecanismos de manejo da palha na linha em semeadura direta com o intuito de melhorar o ambiente germinativo e atender aos princípios conservacionistas do SPD. O experimento foi conduzido no SPD em solo argiloso e apresentava 10,7 Mg ha⁻¹ de matéria seca de sorgo na superfície do solo. Os tratamentos consistiam na combinação de dois mecanismos à frente da haste sulcadora do adubo, composto do disco de corte e rodas de varredura, com três mecanismos atrás do sulcador da semente para retorno de solo, compostos de discos cobridores modelos: Vence Tudo, M1 e *Spider*, sendo que a combinação disco de corte e modelo *Spider* não foi avaliada. Para demonstrar os efeitos dos tratamentos quantificou-se a área mobilizada e de elevação do solo, profundidade e largura máxima do sulco, a profundidade das sementes, a porcentagem de cobertura vegetal sobre o sulco, a massa da cobertura vegetal na superfície e no interior do sulco, a temperatura, o conteúdo de água do solo no sulco de semeadura e a emergência das plântulas de milho. Os resultados permitiram constatar que os tratamentos com rodas de varredura apresentaram as maiores áreas mobilizadas, profundidade e largura máxima em relação aos mecanismos que continham disco de corte. O tratamento rodas de varredura apresentou a maior área de solo mobilizada com 105 cm² diferindo dos demais, sendo que o tratamento com disco de corte associado ao cobridor modelo M1 apresentou a menor média 35,3 cm². Nos tratamentos envolvendo os mecanismos rodas de varredura e disco de corte quando associados aos de retorno de solo, contribuem com o aumento no empolamento de 10 a 26%, respectivamente. Observou-se que a maior mobilização do solo na linha de semeadura pelas rodas de varredura, demonstra a necessidade da complementação com mecanismos de retorno para o aterramento do sulco, contribuindo no aumento da profundidade das sementes. Os diferentes mecanismos de manejo da palha interferem diretamente na qualidade da operação da semeadura, sendo recomendável o uso dos aterradores para a melhoria do ambiente germinativo das sementes. O mecanismo rodas de varredura removeu 4,8 vezes a mais da palha na superfície da linha de semeadura em comparação com o disco de corte; a associação de mecanismos cobridores modelo Vence Tudo, M1 e *Spider* com rodas de varredura contribuíram com no mínimo 62% a mais de palha na superfície da linha em comparação ao mecanismo rodas de varredura isolado, demonstrando boa eficiência no retorno da palha; os mecanismos cobridores adicionados às rodas de varredura melhoraram o ambiente germinativo das sementes por reduzirem a introdução de palha no interior do sulco e manterem cobertura sobre a linha satisfatoriamente; o uso do disco de corte a frente da semeadora contribuiu para o aumento da introdução da palha no interior do sulco o que pode ser uma desvantagem para a melhoria do ambiente germinativo das sementes. Entretanto, a adição de mecanismos cobridores ao disco de corte possibilitou a manutenção da cobertura vegetal a níveis similares ao original. Constatou-se

que 80% da variabilidade dos resultados de emergência de plântulas de milho podem ser explicados com a presença da palha na superfície da linha de semeadura, bem como pela manutenção do conteúdo de água nesta. No entanto, os mecanismos de retorno da palha não contribuíram para o aumento da emergência das plântulas de milho nos tratamentos que apresentam disco de corte na sua composição. Todos os tratamentos que mantiveram no mínimo de 65,5% de cobertura na superfície da linha de semeadura proporcionaram ao menos 30% de conteúdo de água volumétrico no solo na profundidade entre 0,031 a 0,06 m, obtendo emergência de plântulas de milho superiores a 92%. A retirada da palha pelas rodas de varredura quando operou isoladamente, e a baixa profundidade das sementes refletiu em menores índices de emergência das plântulas devido a limitações hídricas ocorridas no ambiente germinativo.

Palavras-chaves: Cobertura permanente. Resíduo na superfície. Sulcador. Ambiente germinativo.

BRANDELERO, Evandro Martin. **Mechanism for straw and soil handling in no-tillage seeding line.** 2009. 83 p. Thesis (Doctorate in Agronomy) – State University of Londrina, Londrina, 2009.

ABSTRACT

For an appropriate implementation of the No-Tillage System, among other conservationist practices, the maintenance of the soil coverage with straw is necessary due to the chemical, physical and biological benefits it provides. In annual crops this coverage generally consists of straw from previous crops, which places several difficulties to the operation of seeders such as the need to overcome this coverage to apply inputs to the soil, eventual interference in the germination and emergence, and the need to keep the soil covered. The objective of this work was to develop and compare different mechanisms of straw handling in no-till seeding lines with the aim of improving the germination environment and adhere to the conservationist principles of the No-Tillage System. The experiment was conducted with No-Tillage System in clay soil and presented 10.7 Mg ha⁻¹ of dry matter of sorghum on the soil surface. The treatments constituted in the combination of two mechanisms placed at the front of the fertilizer opener, which consisted of cutting disc and row cleaners, and three mechanisms behind the seed opener for soil rake, consisting of covering discs models Vence Tudo, M1 and Spider. The combination cutting disc and Spider model was not assessed. In order to demonstrate the effects of the treatments, this study quantified the mobilized and the soil elevation area, furrow depth and maximum width, seed depth, percentage of vegetal coverage on the furrow, vegetal coverage mass on the surface and inside the furrow, soil temperature, soil water content in the seed furrow and the emergence of corn seedlings. The results allowed the conclusion that the treatments with row cleaners presented the biggest mobilized areas, depth and maximum width in relation to the mechanisms which had cutting disc. The row cleaners treatment presented the biggest mobilized area with 105 cm² differing from the others, whereas the treatment with cutting disc associated with covering model M1 presented the lowest average 35.3 cm². The treatments involving the mechanisms row cleaners and cutting disc, when associated with the ones with soil rake, contributed with an increase in blistering from 10 to 26%, respectively. It was observed that the highest soil mobilization in the seeding line by the row cleaners demonstrates the need to complement with rake mechanisms for the furrow grounding, contributing with the increase in the seed depth. The different mechanisms of straw handling interfere directly in the quality of the seeding operation, and the use of grounders to improve the germination environment of the seeds is recommended. The row cleaners mechanism removed 4.8 times more straw from the seeding line surface in comparison with the cutting disc; the association of covering mechanisms Vence Tudo, M1 and Spider with row cleaners contributed with at least 62% more straw on the line surface in comparison with the row cleaners mechanism alone, demonstrating good efficiency in straw rake; the covering mechanisms added to the row cleaners improved the germination environment of the seeds by reducing the introduction of straw in the interior of the furrow and keeping satisfactorily the coverage on the line; the use of cutting disc at the front of the seeder contributed for an increase in the introduction of straw in the interior of the furrow, which may be a disadvantage for the improvement of the germination environment of the seeds. However, the addition of covering mechanisms to the cutting disc enabled the maintenance of the vegetal coverage at levels similar to the original one. It was verified that 80% of the variability of the results of corn seedling emergence can be explained by the presence of straw in the seeding line, as well as by the maintenance of the water

content on it. Nevertheless, the mechanisms of straw rake did not contribute for an increase in the corn seedling emergence of treatments involving the mechanisms cutting disc. All the treatments that kept a minimum of 65.5% of the coverage in the seeding line provided at least 30% of volumetric water content in the soil at 0.031 to 0.06 m depth, achieving corn seedling emergence higher than 92%. Straw withdrawal by row cleaners operating isolated and the low depth of the seeds produced lower indexes of seedling emergence due to hydric limitations in the germination environment.

Keywords: Permanent coverage. Residue on the surface. Opener. Germination environment.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 PALHA NO SISTEMA PLANTIO DIREITO (SPD) E SEUS EFEITOS NA UMIDADE E TEMPERATURA DO SOLO E NA EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS	12
2.1.1 Efeitos da Palha no Conteúdo de Água no Solo e Sua Relação Com a Emergência de Plântulas.....	13
2.1.2 Efeitos da Palha na Temperatura do Solo e Sua Relação Com a Emergência de Plântulas	15
2.2 EFEITOS DOS MECANISMOS DE MANEJO DA LINHA NA MOBILIZAÇÃO DA PALHA E SOLO NA SEMEADURA DIRETA.....	20
2.2.1 Efeitos dos Mecanismos de Manejo da Linha na Mobilização da Palha	21
2.2.2 Efeitos dos Mecanismos de Manejo da Linha na Mobilização de Solo	26
2.3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30
3 ARTIGO A – MOBILIZAÇÃO DE SOLO PROMOVIDA POR UMA SEMEADORA DIRETA COM DIFERENTES MECANISMOS DE MANEJO DE PALHA NA LINHA	36
3.1 INTRODUÇÃO	38
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	39
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
3.4 CONCLUSÕES	49
3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
4 ARTIGO B – MOBILIZAÇÃO DA PALHA POR DIFERENTES MECANISMOS DE MANEJO DA LINHA EM SEMEADURA DIRETA	52
4.1 INTRODUÇÃO	54
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	55
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	59
4.4 CONCLUSÕES	64
4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

5 ARTIGO C – MANEJO DA COBERTURA DA LINHA DE SEMEADURA E SEUS EFEITOS NA TEMPERATURA E CONTEÚDO DE ÁGUA NO SOLO E EMERGÊNCIA DO MILHO	66
5.1 INTRODUÇÃO	68
5.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	68
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	74
5.4 CONCLUSÕES	80
5.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	83

1 INTRODUÇÃO

O Sistema Plantio Direto (SPD) é um método conservacionista de manejo do solo consolidado e seguido por milhares de produtores rurais, conforme relatado por inúmeras pesquisas (FALLAHI; RAOUFAT, 2008; CASÃO JUNIOR, 2006; CORTEZ et al., 2006a; ARAÚJO et al., 2001). No Mundo, estima-se que o Sistema seja adotado em mais de 95,5 milhões de hectares. No Brasil, a área de solo no SPD é de 25,5 milhões de hectares (FEBRAPDP, 2009), sendo 5,6 milhões no Estado do Paraná (BUBLITZ, 2009). Para a viabilidade do SPD, entre outros componentes é fundamental a manutenção da cobertura permanente na superfície do solo. Esta cobertura, genericamente referida como “palha”, também deve permanecer sobre a linha de semeadura das culturas anuais visando a melhoria da emergência das plântulas por reduzir o impacto das gotas de água da chuva na superfície do solo, reduzir a possibilidade de seu encrostamento, evitar alterações bruscas da temperatura do solo, atuar como isolante térmico e possibilitar menor perda de água do solo para a atmosfera, melhorando a disponibilidade hídrica para as sementes (ARAÚJO et al., 2001).

No entanto, a palha sobre o solo no SPD impõe condições operacionais específicas às semeadoras, o que exigiu o desenvolvimento de mecanismos especiais para operar no Sistema. O disco liso de corte à frente do sulcador foi projetado para corte da palha, mas pode apresentar algumas limitações, tais como: corte irregular da vegetação, embuchamentos e abertura inapropriada do sulco afetando a uniformidade de emergência das plantas (ARAÚJO et al., 1998) e a introdução de palha no solo (CASÃO JUNIOR, 2006). Uma alternativa ao disco liso de corte são as rodas de varredura desenvolvidas para afastar lateralmente a palha, ao invés de cortá-la, utilizando, como mecanismo, duas rodas engrenadas, convergentes e dentadas localizadas à frente da haste sulcadora.

Outros mecanismos de manejo da palha na linha em semeadoras diretas foram introduzidos, tais como discos cobridores ou aterradores para retornar solo e palha sobre a linha de semeadura, possibilitando um melhor acabamento de semeadura (CASÃO JUNIOR et al., 2001).

O objetivo deste trabalho foi desenvolver e comparar diferentes mecanismos de manejo na linha em semeadora direta com intuito de melhorar as condições de semeadura, associadas à menor perturbação possível da palha na superfície do solo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A operação de semeadura é de fundamental importância para o estabelecimento das culturas anuais visando à produção de grãos (CORTEZ et al., 2006a), pois esta pode interferir na emergência de plântulas, alterando a população final de plantas, com reflexo direto na produtividade (KASPAR; ERBACH, 1998).

Diante disto, Araújo et al. (1998) afirmam que a alta resistência dos componentes rompedores do solo em semeadoras pode provocar, entre outras, a abertura inapropriada do sulco, profundidade de semeadura desuniforme, cobertura deficiente de solo sobre as sementes, podendo comprometer a emergência das plântulas.

Um adequado Sistema Plantio Direto preconiza o revolvimento do solo apenas na linha de semeadura, necessitando que as semeadoras-adubadoras tenham como funções básicas: corte da palha, dosar as sementes e adubos e depositá-los adequadamente no solo (CORTEZ et al., 2006b). É importante também na finalização do processo da semeadura, que o sulco seja coberto com solo, com a palha original retirada da superfície da linha de semeadura, que o solo mobilizado seja compactado lateralmente às sementes, para que essas possam absorver água e desenvolver o processo de germinação e emergência (CASÃO JUNIOR, 2006).

2.1 PALHA NO SISTEMA PLANTIO DIRETO (SPD) E SEUS EFEITOS NA UMIDADE E TEMPERATURA DO SOLO E NA EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS

Não basta ter palha no SPD é necessário, também, assegurar quantidade e distribuição adequada na superfície do solo, sendo que, quando esta estiver localizada sobre a linha de semeadura, favorecerá a germinação das sementes por contribuir na redução da temperatura, atuando como isolante térmico e agindo positivamente na manutenção da água do solo (ARAÚJO et al., 2001; KASPAR; ERBACH, 1998).

2.1.1 Efeitos da Palha no Conteúdo de Água no Solo e Sua Relação Com a Emergência de Plântulas

A presença da palha na superfície do solo é uma das recomendações técnicas para reduzir os processos erosivos pela água da chuva e pelo vento, auxiliando na sustentabilidade dos cultivos agrícolas (OLIVEIRA; MACHADO, 1991). Carvalho et al. (2003) constataram redução de 81% nas perdas de solo com a presença de resíduos vegetais em comparação a sistemas de cultivo que intensificavam sua desagregação e sem a presença de resíduos vegetais na superfície do solo. Segundo Bezerra e Cantalice (2006), a palha sobre a superfície do solo evita sua desagregação provocada pelo impacto das gotas da chuva. Além da desagregação, o impacto da gota altera a porosidade natural da superfície do solo, influenciando no volume de água infiltrada e na sua redistribuição no perfil (FARIA et al., 1998) desde que não haja compactação no solo.

No entanto, para que a palha contribua na manutenção da água do solo esta deverá ser uniformemente distribuída sobre o solo em quantidade adequada, sendo que, quando localizada sobre a linha de semeadura, favorecerá a germinação das sementes por contribuir na redução das perdas de umidade (FORTIN, 1993).

A perda de água do solo para a atmosfera ocorre em forma de vapor: seja por evaporação à superfície do solo, seja por transpiração pelas superfícies foliares (BRADY, 1989). O ritmo da perda de água por evaporação é determinado com base na energia radiante, pressão do vapor atmosférico, temperatura e vento. São necessárias 540 calorias de energia radiante provinda do sol para evaporar cada grama de água a 25°C por exposição direta do solo. Já para a pressão do vapor atmosférico, o gradiente de pressão de vapor está relacionado a fatores climáticos e de solo, sendo que, na condição de baixa pressão de vapor atmosférico a evaporação processar-se-á com rapidez. Também, o aumento da temperatura do ar e do solo, proporciona o aumento das perdas de água do solo. Em relação ao vento, quanto menor for a umidade do ar em contato com a superfície do solo e maior for seu movimento, maior será a evaporação nos solos.

Os efeitos da palha sobre a umidade do solo são bastante pronunciados nos primeiros cinco centímetros de profundidade devido à redução da evaporação (BRAGAGNOLO; MIELNICZUK, 1990). Os referidos autores avaliaram o efeito da cobertura da palha sobre a água no solo e verificaram que em solo sem cobertura o conteúdo de água do solo iniciou-se com 18% e finalizou em 6% após 14 dias e, na condição de

cobertura com palha sobre o solo, a umidade iniciou em 32% e finalizou com 13%, atribuindo tais diferenças no conteúdo da água ser afetada pela radiação solar que incidia diretamente sobre o solo no tratamento sem cobertura.

Andrade et al. (2007) avaliando as perdas de água por evaporação em dois níveis de palha de aveia na superfície do solo, no SPD concluíram que o uso de cobertura morta na superfície do solo ocasionou uma redução nas perdas de água por evaporação de 19 a 42%, respectivamente, para 3 e 6 Mg ha⁻¹ de palha, em comparação com a semeadura direta em solo descoberto.

Freitas (2005), trabalhando em solo argiloso na condição de 6,5 Mg ha⁻¹ de palha de sorgo manejada com rolo-faca, obteve a manutenção da água do solo no sulco nos tratamentos que continham discos aterradores pela maior cobertura que estes proporcionaram, apresentando perdas de apenas 2% após sete dias. Entretanto, nos tratamentos que não apresentavam discos aterradores, as perdas da água no solo foram maiores, sendo esta de 21%, devido segundo o autor à redução de 50% da cobertura com palha.

Casão Junior (2006) propõe a adição de discos aterradores nas máquinas semeadoras como forma de melhoria da qualidade de acabamento da semeadura. Segundo o autor, para que ocorra uma germinação satisfatória é necessário que as sementes estejam intimamente em contato com as partículas do solo, facilitando a absorção de água. A melhoria do contato solo-sementes é atingida com a eliminação de bolsões de ar presentes nos sulcos mal preparados pelos mecanismos sulcadores, a atuação inadequada dos compactadores, da inserção de palha no sulco e da ocorrência de torrões no interior do sulco de semeadura (REIS et al., 2002; CASÃO JUNIOR, 2006).

Além das sementes necessitarem um bom contato com o solo é importante que o ambiente germinativo tenha água suficiente para desencadear tal processo fisiológico. A perda da água do solo pode ser atenuada com a existência de palha sobre a linha de semeadura (CASÃO JUNIOR, 2006). O conteúdo de água no solo deve ser suficiente para proporcionar teores de água nas sementes entre 20 a 33%, promovendo a decomposição das substâncias de reserva, contribuindo na rápida e uniforme emergência das plântulas de milho (VILLELA et al., 2003), e reduzindo o ataque de pragas e doenças do solo às sementes e plântulas (LOLLATO, 1993). Freitas (2005), obteve as menores porcentagens de intumescimento das sementes de milho em tratamentos que não continham mecanismos para retorno da palha e solo sobre a linha de semeadura em comparação aos que apresentavam mecanismos aterradores, atribuindo tais efeitos ao maior conteúdo de água no solo decorrente da ação da palha na superfície da linha de semeadura.

O conteúdo de água no solo é um fator decisivo para a germinação das sementes, sendo que a maioria das sementes iniciam o processo germinativo quando seus teores variarem entre 30 e 60% de seu peso, sendo importante que o solo a ser semeado, esteja com bons teores de umidade, adequados para que a semente consiga absorver a quantidade de água necessária para uma boa germinação (BALASTREIRE, 1987). Freitas (2005) encontrou satisfatória emergência de plântulas de soja na condição de 22% de conteúdo de água em solo argiloso, atribuindo tais resultados ao efeito da maior cobertura de palha sobre a linha de semeadura obtida nos tratamentos com discos aterradores, proporcionando a manutenção da água ao longo dos dias avaliados.

2.1.2 Efeitos da Palha na Temperatura do Solo e sua Relação com a Emergência de Plântulas

A temperatura do solo está intimamente relacionada com o grau de cobertura, sendo que a presença proporciona temperaturas mais amenas e adequadas para uma boa germinação das sementes quando comparado com um solo sem palha em climas tropicais. O mesmo comportamento acontece com a água do solo, obtendo-se desta forma um duplo benefício da cobertura da palha no solo, contribuindo na melhoria da germinação das sementes nas regiões onde a temperatura do solo tende a se elevar muito e a umidade existente é deficiente (BALASTREIRE, 1987). Para desencadear o processo germinativo das sementes, é necessário ter bons teores de água e temperatura no ambiente germinativo. O umedecimento das sementes, não é suficiente para garantir a germinação, neste processo que envolve o metabolismo bioquímico, a temperatura tem importante papel, pois cada espécie possui sua temperatura ótima para a germinação, porém, uma boa germinação pode ser obtida em um largo intervalo de temperatura em torno da ótima (ORTOLANI, 1991).

A temperatura do solo, na profundidade de semeadura, é fator determinante para o número de dias necessários para que a emergência das plântulas se estabilize, conhecido como velocidade de emergência, sendo esta praticamente nula quando a temperatura média for abaixo de 10°C, aumentando progressivamente com o acréscimo na temperatura do solo até atingir 29°C, sendo esta, a temperatura ótima (CASTIGLIONI, 2004).

As baixas temperaturas do solo acarretam em danos às sementes pela maior incidência de pragas e doenças, decorrentes do maior tempo de exposição nas condições

inadequadas para desenvolver o processo germinativo, levando a uma emergência lenta e desuniforme (CASTIGLIONI, 2004).

No processo da sementeira, a palha pode também ser removida somente na linha de sementeira possibilitando aumento localizado da temperatura pela maior exposição aos raios solares, sendo uma técnica para solos de climas amenos com intuito de melhorar o percentual de germinação (GUPTA et al., 1983; KASPAR et al., 1990; VESTSCH; RANDALL, 2000; SILVA et al., 2006). Neste contexto, a presença ou a retirada da palha sobre a linha de sementeira implicam em amplitudes térmicas do solo na ordem de 22 para 36°C (SILVA et al., 2006), de 21,1 para 27,9°C (FORTIN, 1993), de 29 para 34°C (SIDIRAS; PAVAN, 1986). O aumento da temperatura na linha de sementeira com a retirada de palha contribuiu na elevação da emergência de 66.700 para 68.900 plântulas de milho por hectare (JANOVICEK et al., 1997) na condição de 3 Mg ha⁻¹ de palha nas condições do Canadá. Esta melhoria na emergência de plântulas se deve ao fato da temperatura do solo atuar fortemente no processo fisiológico da germinação das sementes (CARVALHO, 2000; SILVA et al., 2006).

Dwyer et al. (1990) desenvolveram pesquisas que demonstram a relação da temperatura do solo com a emergência das plântulas de milho, podendo ser prevista e descrita através de uma equação exponencial, que representa o aumento da emergência das plântulas com o aumento da temperatura do solo. Além da equação sugerida por Dwyer et al. (1990), levando-se em consideração os efeitos diretos da temperatura do solo, Swan et al. (1996) desenvolveram outra equação levando-se em consideração efeitos indiretos da palha, demonstrando a relação entre a faixa de abertura de palha sobre a linha de sementeira com o número de dias para a emergência das plântulas.

Schneider e Gupta (1985) nas condições climáticas dos Estados Unidos desenvolveram um modelo matemático senoidal, que expressa a emergência das plântulas de milho, levando em consideração o diâmetro de agregados, a temperatura e o conteúdo de água no solo. Constataram que a velocidade de emergência foi afetada prioritariamente pela seguinte seqüência: temperatura do solo, água do solo e pelo tamanho dos agregados. As melhores porcentagens de emergência foram obtidas entre 20 a 30°C de temperatura no solo, agregados com diâmetro entre 1 e 6,8 mm e potenciais matriciais no solo entre -10 a -33kPa, levando 8 dias para estabilizar a emergência. Temperaturas do solo muito baixas, 5 a 15°C, exerceram efeitos negativos sobre a porcentagem de emergência, mas foram parcialmente compensadas pelo aumento do conteúdo de água no solo, levando entre 20 a 42 dias para estabilizar a emergência.

As práticas de manejo do solo interferem nas suas condições térmicas, em especial a porcentagem de cobertura e a drenagem da água (BRADY, 1989), sendo que em períodos de intensa radiação solar, os resíduos na superfície do solo mantêm a temperatura do solo mais amena do que sua completa exposição. Em contraste, nos períodos de frio, os resíduos funcionam como moderadores das rápidas quedas de temperatura, os quais tendem a exercer efeito tamponante aos extremos de temperaturas.

A palha como cobertura do solo apresenta baixa condutividade, e tem efeito de isolamento térmico e resulta em temperaturas mais amenas no solo (PREVEDELLO, 1996). Acrescenta que coberturas com grande quantidade de ar entre os fragmentos proporciona temperaturas mais amenas sob estas, sendo a razão das coberturas com material vegetal atuarem eficazmente como isolantes e reduzirem a magnitude das oscilações diárias da temperatura na superfície do solo.

Brady (1989) afirma que a temperatura do solo depende direta e indiretamente de pelo menos três fatores: do saldo líquido do calor absorvido pelo solo, da energia calorífica exigida para ocasionar mudança específica na temperatura do solo e da energia necessária para ocorrer evaporação. Já a absorção ou perda de energia solar depende de outros fatores como: cor do solo, declividade, cobertura da área vegetal (BRADY, 1989) e da textura, conteúdo de água do solo, estrutura e densidade do solo (ORTOLANI, 1991).

A temperatura do solo exerce efeitos sobre os processos físicos, químicos e biológicos do solo (BRADY, 1989), sendo que a sua capacidade em armazenar e transferir calor é determinada pelas suas propriedades térmicas e condições meteorológicas (PREVEDELLO, 1996). A temperatura do solo afeta também a difusão de gases e solutos bem como o crescimento radicular das plantas, interferindo no seu desenvolvimento (ORTOLANI, 1991).

O calor específico, ou capacidade térmica, exerce influência sobre a temperatura do solo (BRADY, 1989), podendo ser explicada como a quantidade de calor necessária para elevar a temperatura de uma determinada substância de 15 para 16°C. Já o movimento de calor dos solos ao longo do seu perfil ocorre por condutância (BRADY, 1989) e convecção (PREVEDELLO, 1996), sendo que o calor se transfere do solo para a água, cerca de 150 vezes mais facilmente do que do solo para o ar (BRADY, 1989). O processo de condução é governado pelas propriedades térmicas do solo que, por sua vez, são altamente dependentes do conteúdo de água deste (PREVEDELLO, 1996). Prevedello (1996), acrescenta que a transferência de calor por convecção ocorre pelos fluidos em movimento (fluxo de massa) e é geralmente o processo mais importante na transferência de calor nos

solos úmidos. Portanto, o calor específico do solo reflete a sua capacidade de atuar como um reservatório de calor, enquanto a condutividade reflete na sua capacidade de transmitir calor.

O conteúdo de água no solo é um dos fatores principais na determinação da capacidade calorífica do solo, quer de aquecimento, quer de resfriamento, sendo que a água tende a tamponar o solo contra mudanças muito rápidas de temperatura (BRADY, 1989). O conteúdo de água no solo desempenha papel muito importante na determinação da quantidade de calor utilizado no processo de evaporação da água nele existente, sendo que a vaporização é ocasionada pelo aumento da atividade das moléculas de água do solo, o que é viabilizado mediante absorção do calor do meio ambiente circundante. A baixa temperatura do solo úmido é resultante, em parte, da evaporação e em outra, do seu elevado calor específico, podendo a superfície de um solo molhado atingir temperaturas de 3 a 6°C mais baixas em relação a um solo seco (BRADY, 1989).

Casão Junior (2006) observou em vários trabalhos que, havendo disponibilidade de água no solo e a temperatura do solo acima de 20°C, as sementes de milho emergem em 5 dias, entretanto, em condições de baixa temperatura no ambiente germinativo pode levar até 15 dias.

A temperatura do solo ideal para o crescimento varia consideravelmente com a espécie de planta, por exemplo, a germinação do milho exige temperatura do solo mínima de 7 a 10°C e máxima de 38°C (BRADY, 1989).

Swan et al. (1996) constataram que a temperatura baixa do ar reduz a atividade do meristema apical do colmo do milho, o qual governa o crescimento do milho, sendo que a temperatura do ar ideal para o crescimento do milho é entre 25 a 30°C. Entretanto, o aumento do potencial matricial do solo compensa em parte o efeito negativo das temperaturas baixas do solo sobre a emergência das sementes de milho, sendo que a palha na superfície do solo contribui para tal efeito.

Swan et al. (1996) nas condições climáticas do Norte dos Estados Unidos, observou que a presença de resíduos de culturas anuais sobre a linha de semeadura proporcionou aumento de 7% na taxa de emergência das plântulas de milho, e quando aumentou a porcentagem da cobertura do solo de 8% para 87%, o tempo para a estabilização da emergência foi aumentando em 4 dias, porém proporcionou aumento de 88% na taxa de emergência das plântulas. Os autores observaram que a menor porcentagem de cobertura do solo, 15%, proporcionou temperatura máxima de 21,3°C e mínima de 14,3°C, amplitude de 7°C. Por outro lado, à maior cobertura resultou numa temperatura máxima de 17,7°C e mínima de 13,6°C, obtendo amplitude de 4,1°C.

Fortin (1993), avaliando a temperatura e o conteúdo de água no solo da linha de semeadura do milho, constatou que na condição do SPD a temperatura média na região da semente foi de 21,1°C, e que a retirada de uma faixa de 30 cm de palha sobre a linha aumentou essa temperatura para 25,5°C. Observou, também, que ao remover totalmente a palha sobre o solo, simulando o sistema convencional, a temperatura na região da semente atingiu 27,9°C.

Janovicek et al. (1997) constataram que, na cultura do milho, a retirada de palha na linha de semeadura aumentou a percentagem de emergência de 66.700 para 68.900 plântulas por hectare, atribuindo tal fato ao aumento da temperatura na região da semente nas condições de clima ameno do Canadá. Esta melhoria na emergência de plântulas se deve ao fato da temperatura do solo atuar fortemente no processo fisiológico da germinação das sementes, conforme observações de Silva et al. (2006).

Vetsch e Randall (2000) nas condições climáticas dos Estados Unidos observaram que a retirada de palha de milho sobre a linha de semeadura, utilizando rodas de varredura, proporcionou antecipação da emergência de sementes de 9 e 12 dias para soja e milho, respectivamente. Verificaram também que, após 26 dias de semeadura, o sistema que manteve a palha sobre a linha de semeadura apresentou 20 e 40% de emergência de milho e soja, respectivamente, ao passo que a sua retirada proporcionou aumento deste percentual para 45 e 70%.

Kaspar et al. (1990) na condição de 7,9 Mg ha⁻¹ de palha oriunda das culturas do milho e da soja, sob o clima dos Estados Unidos, testaram as rodas de varredura, regulando-as para que apresentassem diferentes faixas horizontais de abertura da palha em relação à linha de semeadura do milho, e constataram que quanto maior a faixa maior foi a velocidade e a porcentagem de emergência devido a elevação da temperatura do solo pela exposição à radiação solar.

Silva et al. (2006) avaliando a temperatura do solo em três sistemas de manejo de solo nas condições climáticas do Brasil, constataram que o SPD apresenta a menor temperatura entre as máximas registradas na profundidade de 0,025 m, com 36,1°C, quando comparado ao Sistema Convencional de plantio com 49,7°C, sendo que na profundidade de 0,05 m, os resíduos vegetais baixaram a temperatura máxima diária de 36°C para 22°C.

Sidiras e Pavan (1986) nas condições do Norte do Paraná e sob palha de culturas anuais (soja-trigo), avaliaram a temperatura do solo na entre-linha de semeadura na profundidade de 0,03 m em diferentes manejos de solo e constataram que a semeadura direta apresentou menor oscilação térmica em comparação à semeadura convencional. Isso ocorreu,

segundo os autores, devido à palha atuar como isolante térmico e, conseqüentemente, reduzir a quantidade de calor armazenado no solo. As temperaturas registradas às 14 horas frequentemente excederam 40°C na semeadura convencional, mas foram sempre inferiores a 35°C na semeadura direta. Também constataram que, na linha de semeadura, a temperatura foi mais elevada que na entrelinha, provavelmente devido à mobilização proporcionada pelos sulcadores da semeadora, permitindo uma maior troca térmica. Este efeito da ausência da palha sobre a linha de semeadura proporcionou temperaturas na linha de 29°C a 37°C e, na entre linha com presença de palha, de 29°C a 34°C.

Gupta et al. (1983) trabalhando nas condições dos Estados Unidos empregando diferentes manejos do solo e sob palha do consórcio de aveia mais alfafa, constataram que no SPD apresentou 75% de cobertura ao passo que o Sistema Plantio Convencional (SPC) com 38%. A variabilidade da cobertura do solo resultou em comportamentos térmicos distintos, sendo que a temperatura máxima ocorrida no SPD foi de 26°C e no SPC de 40°C, atribuindo tal diferença ao efeito da porcentagem da cobertura do solo.

Entretanto, cabe enfatizar que nas condições climáticas do Norte do Paraná, a palha na superfície do solo evita o aquecimento excessivo pela sua alta refletividade à radiação solar e baixa condutividade térmica possibilitando a manutenção da temperatura e da umidade para germinação das sementes e desenvolvimento das plantas (SIDIRAS e PAVAN, 1986; BRAGAGNOLO; MIELNICZUK, 1990; SILVA et al., 2006; CASÃO JUNIOR, 2006).

2.2 EFEITOS DOS MECANISMOS DE MANEJO DA LINHA NA MOBILIZAÇÃO DA PALHA E SOLO NA SEMEADURA DIRETA

O mercado agrícola de semeadoras diretas no Brasil apresenta considerável crescimento na oferta de modelos, contendo 21 empresas fabricantes e produzindo mais de 650 opções de modelos (SILVA, 2008), sendo que dos 278 modelos de semeadoras avaliados, 262 tinham como opção o disco de corte de palha do tipo liso, 22 do tipo estriado, 17 do tipo ondulado, 10 do tipo corrugado e 1 do tipo recortado.

A maioria das semeadoras existentes no mercado nacional não possuem componentes aterradores especializados. O que predomina são máquinas com discos duplos desencontrados para abertura de sulco e com rodas paralelas de controle de profundidade para

sementes, seguidas de uma roda compactadora em "V", com possibilidade de alterar sua abertura frontal e vertical, mas estas não conseguem o retorno da palha ao sulco (CASÃO JUNIOR, 2006).

Outra opção de mecanismo para manejo da palha na linha de semeadura é das rodas de varredura comercializado pela empresa Jumil (2009), os quais segundo definições da empresa agem na limpeza da palha no local a ser semeado, apresentando dois modelos de rodas: as "Lisas" indicadas para solos arenosos com palha não triturada e as "Dentadas", para solos argilosos ou arenosos com palha triturada. O objetivo da remoção da palha sobre a linha por tais mecanismos é uma prática de manejo em regiões de clima temperado, promovendo a exposição do solo no sulco diretamente a radiação solar, aquecendo o ambiente germinativo das sementes, aumentando a velocidade de emergência e melhorando a população final de plantas (GUPTA et al., 1983; KASPAR et al., 1990; VESTSCH; RANDALL, 2000).

2.2.1 Efeitos dos Mecanismos de Manejo da Linha na Mobilização da Palha

A presença da palha sobre o solo no SPD impõe condições operacionais específicas às semeadoras, o que tem levado ao desenvolvimento de mecanismos especiais para operar no sistema. O disco liso, por exemplo, disposto à frente dos sulcadores, foi projetado para cortar a palha (LEVIEN, 1999) e permitir a semeadura direta. No entanto, em solos argilosos, a alta resistência à penetração dos componentes rompedores das semeadoras associada à grande retenção de umidade no solo, tem resultado em problemas, tais como, corte irregular da vegetação, embuchamentos, abertura inapropriada do sulco, aderência de solo nos componentes, profundidade de semeadura desuniforme, cobertura e compactação deficiente do solo sobre as sementes, afetando a uniformidade de emergência das plantas e exigindo constantes adaptações das semeadoras (ARAÚJO et al., 1998).

Bianchini e Magalhães (2003) avaliaram mecanismos para manejar a palha da cana-de-açúcar na dosagem de 10 Mg ha⁻¹, e constataram que o disco de corte quando opera na situação de solo seco ou duro, limita a penetração, e quando o solo está úmido ou solto o disco de corte tende a empurrar o resíduo vegetal para dentro do solo, sem cortá-lo, principalmente quando a quantidade de palha é grande. A primeira consequência relacionada à dificuldade do disco em penetrar no solo seco ou com grande quantidade de restos vegetais

em cobertura é o aumento da carga aplicada sobre ele. Este aumento de força vertical aplicada sobre o disco melhora sua capacidade de penetrar no solo e cortar a palha, mas obriga as máquinas e implementos agrícolas a apresentarem uma estrutura mais robusta e redonda em maior potencial de compactação do solo. Na elaboração de projetos de semeadoras para o SPD, faz-se necessário a inclusão de peso extra para obter a força vertical necessária para a penetração dos discos nos solos (BIANCHINI; MAGALHÃES, 2003). Afirmam não efetividade do sobrepeso quando o solo está úmido ou solto, pois, neste caso, a deficiência no corte dos restos vegetais está na pouca resistência do solo à deformação, que não resiste à ação do disco e permite que este penetre facilmente em seu interior, carregando consigo a palha que não é cortada por falta de suporte do solo, causando o efeito de “envelopamento” das sementes pela palha.

Hanna e Melvin (1992) afirmam que a semeadura pode ser realizada com diferentes modelos de varredura para manejar os resíduos vegetais sobre a linha, tais como: discos dispostos na vertical (*vertical-discs*), discos dispostos horizontalmente (*horizontal-disc*) e varredura larga (*sweep*). Os resultados obtidos mostram que os discos verticais, também conhecidos como rodas de varredura (JUMIL, 2009) são compostos por dois discos que operam em ângulos ao sentido do deslocamento da semeadora, variando em tamanho e formatos da lâmina, sendo que as extremidades dos discos podem ser lisas ou entalhadas com formato de dedos. No entanto, estes mecanismos devem ser ajustados de acordo com a textura do solo, quantidade e tipo de palha (HANNA; MELVIN, 1992).

Sattler e Portella (1999) avaliaram o desempenho de cinco semeadoras diretas, em duas velocidades de semeadura do milho, na condição de palha de ervilhaca manejada com herbicida. Constataram diferenças no índice de velocidade de emergência entre as semeadoras, apresentando precocidade na emergência em semeadoras equipadas com mecanismo sulcador do tipo disco de corte mais facão guilhotina, atingindo 95% de emergência 3 dias após o início da emergência, contra 7 dias na semeadora que não era equipada com este mecanismo, atribuindo tal efeito a falta de contato das sementes com a água do solo.

Os mecanismos de manejo da linha localizados à frente dos sulcadores das semeadoras diretas apresentam diferentes capacidades de manutenção da palha sobre a superfície do solo. Para os restos culturais do milho, as semeadoras diretas equipadas com o sistema de rodas de varredura mantiveram 20% de palha sobre a linha de semeadura e o de disco de corte, 70% (JANOVICEK et al., 1997). Os mesmos autores argumentaram que,

operando sobre restos culturais da soja, as rodas de varredura mantiveram 10% da palha na superfície da linha de semeadura e o disco de corte manteve 50%.

Swan et al. (1994) avaliando nos Estados Unidos os mecanismos rodas de varredura e disco de corte na condição de 8 Mg ha⁻¹ de palha de milho, constataram que o disco de corte apresentou, em média, 86% de palha sobre a linha e 52% para as rodas de varredura. Já em condição de 4 Mg ha⁻¹ de palha sobre o solo, o disco de corte manteve 46% de palha sobre a linha de semeadura contra 31% nas rodas de varredura.

Os mecanismos para manejo da linha de semeadura modificam a dinâmica da palha tanto no interior do sulco como na superfície da linha, afetando ou contribuindo com o ambiente germinativo das sementes, sejam pelos malefícios da diminuição do contato solo-semente e incidência de doenças pela introdução da palha no sulco ou pelos benefícios da umidade do solo e manutenção térmica com a palha na superfície do solo (FALLAHI; RAOUFAT, 2008; VESTSCH; RANDALL, 2000; KASPAR; ERBACH, 1998; KASPAR et al., 1990).

Fallahi e Raoufat (2008) constataram que na condição climática do Irã analisando sulcadores no manejo da palha de trigo na dose de 3 Mg ha⁻¹, constataram que o tratamento com rodas de varredura a velocidade de emergência apresentou média de 18,5% dia⁻¹, no disco de corte 16,4% dia⁻¹, no disco de corte associado a rodas de varredura 17,5% dia⁻¹, atribuindo tais diferenças aos efeitos da palha na superfície da linha, correspondentes a 0,0245 kg m⁻², 0,308 kg m⁻² e 0,185 kg m⁻², respectivamente.

Kaspar e Erbach (1998) avaliaram o efeito do sistema de cultivo e do tipo de mecanismo na semeadora direta para manejar a palha na linha de semeadura, constatando que a rotação de culturas com soja seguida de milho não diferiram na quantidade de palha na superfície do solo ao longo dos três anos avaliados. Entretanto, quando avaliaram a palha no interior do sulco, constataram que o monocultivo do milho, proporcionou maior introdução de palha no interior do sulco, sendo esta de 5,6 kg m⁻³, diferindo do sistema de rotação de culturas que apresentou 3,8 kg m⁻³.

Kaspar e Erbach (1998) observaram que as rodas de varredura foram muito eficientes na retirada de palha na superfície da linha, proporcionando valores de 0,24 kg m⁻², em contrapartida ao disco de corte com 0,56 kg m⁻². A eficiência das rodas de varredura em manejar a palha também foi observada no ano com menor produção de palha, as quais mantiveram apenas 0,05 kg m⁻² contra 0,2 kg m⁻² no disco de corte. A eficiência na retirada de palha da superfície da linha manifestou-se também em menor introdução de palha no interior do sulco de semeadura pelas rodas de varredura com 3,3 kg m⁻³, em comparação ao disco de

corte, com $6,2 \text{ kg m}^{-3}$. A maior introdução de palha pelos discos de corte resultou em menor taxa de emergência com $12,4\% \text{ d}^{-1}$ em comparação às rodas de varredura com $13,4\% \text{ d}^{-1}$, interferindo na população final de plantas. Os autores supra mencionados atribuem a baixa taxa de emergência de plântulas de milho à presença da palha no interior do sulco pela redução do contato entre solo e sementes.

Cortez et al. (2007) avaliando o desempenho de uma semeadora no SPD na condição de $5,4 \text{ Mg ha}^{-1}$ de palha de sorgo e constataram que os mecanismos disco de corte e haste sulcadora não influenciaram na porcentagem de cobertura vegetal do solo quando operaram na profundidade de 0,11, 0,14 e 0,17 m, mas observaram que após a aplicação dos tratamentos estes diminuíram em 30% a cobertura do solo. Atribuíram à redução à ação dos mecanismos sulcadores no solo, por revolverem a palha para a entrelinha.

Casão Júnior (2004) observou que as semeadoras-adubadoras dotadas de haste sulcadora sem mecanismo de aterramento para acabamento de semeadura reduziram em 33% a cobertura do solo após sua passagem, enquanto que as semeadoras com disco duplo reduziram apenas 10% da cobertura original.

Freitas (2005) trabalhando na condição climática do Norte do Paraná com $6,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ de palha de sorgo e testando mecanismos para manejo da linha de semeadura na cultura da soja, constatou que houve melhoria na profundidade das sementes, na cobertura da linha e na redução do número de sementes exposta, quando usou na semeadora os discos aterradores.

Kornecki et al. (2009) avaliaram quatro configurações de mecanismos para o manejo da palha de centeio, colocados em diferentes sentidos de deposição na superfície do solo, e observaram desempenho satisfatório no tratamento com discos de varredura quando operam paralelos ao sentido da deposição da palha e em alto volume, com 7 Mg ha^{-1} . Por outro lado na condição de baixo volume, com 3 Mg ha^{-1} , tanto os mecanismos rodas como os discos de varredura poderão ser substituídos pelo disco duplo pelo melhor desempenho mesmo em diferentes ângulos de deposição da palha. Na condição de operação perpendicular à deposição da palha, os tratamentos que continham rodas de varredura apresentaram as maiores taxas de emergência, sendo estas próximas de $11\% \text{ dia}^{-1}$, em comparação ao tratamento disco duplo, que apresentou a menor taxa de emergência de sementes, sendo esta de $5,43\% \text{ dia}^{-1}$.

Bianchini e Magalhães (2003), avaliando a eficiência de mecanismos para manejo da palha da cana-de-açúcar na condição de 10 Mg ha^{-1} , constataram que o disco com bordas dentadas exigiu 169 kgf de força vertical, o que corresponde a apenas 45% dos 379 kgf

exigidos pelo disco liso. Quando se analisa a força de tração exigida, observa-se que o disco com bordas dentadas, apresentou também o melhor desempenho, pois exigiu uma força de tração de apenas 51 kgf, enquanto o disco recortado e o liso necessitaram de 80 kgf e 139 kgf de força de tração, respectivamente.

Bianchini e Magalhães (2003) constataram que o mecanismo disco com bordas dentadas uma maior habilidade em cortar palha em comparação ao disco recortado e ao liso. Os resultados mostraram apenas 18,5 g m⁻¹ de palha foi introduzida no interior do sulco pelo mecanismo disco com bordas dentadas, enquanto que nos discos recortado e liso, esses valores foram de 155 e 310 g m⁻¹, respectivamente, o que em termos proporcionais, significa que o disco liso aumentou em 16,7 vezes e o disco recortado em 8,4 vezes a quantidade de palha introduzida no sulco em relação ao disco com bordas dentadas. Os autores atribuíram o melhor desempenho do disco com bordas dentadas à geometria do dente por possibilitar a compressão da palha ao solo sem que esta se desloque e acabe acumulando a frente, evitando o embuchamentos e introdução ao sulco.

Trabalhos desenvolvidos por Casão Júnior e Siqueira (2004), constataram possivelmente que os discos aterradores côncavos foram mais eficientes no retorno do solo e palha mobilizados após a semeadura em comparação a das rodas de controle de profundidade com angulação. Os autores verificaram também que em sulcos bem aterrados e devidamente recobertos com palha, maiores são as porcentagens de emergência de plântulas, melhorando sensivelmente a qualidade da semeadura.

Casão Júnior e Siqueira (2004) avaliaram 60 semeadoras de precisão e constataram que as máquinas que não apresentavam componentes aterradores após a semeadura, reduziram entre 16% a 48% a cobertura original da palha sobre a linha, enquanto que as que possuíam rodas aterradoras ou discos aterradores reduziram entre 10% a 24% da cobertura original da palha. No entanto, os autores observaram que os discos e rodas compactadoras com ângulos utilizados para manejarem a linha, em decorrência da aderência do solo, têm a eficiência diminuída com o aumento da umidade do solo.

2.2.2 Efeitos dos Mecanismos de Manejo da Linha na Mobilização de Solo

Nas semeadoras desenvolvidas para o SPD, os mecanismos rompedores de solo executam o primeiro contato com o solo, cortando a palha e abrindo um sulco, sobre o qual os outros componentes irão trabalhar (CASÃO JUNIOR, 2006). O autor acrescenta que os mecanismos mais utilizados para o manejo da palha são os discos lisos para corte da palha, porém existem outros, como os corrugados, estriados e dentados, conforme definições sobre a evolução dos designers dos discos para manejo das coberturas executados por Nieuwenburg et al. (1992).

Casão Junior (2006) descreve a ação dos mecanismos de manejo da linha em duas etapas. A primeira etapa inicia-se com a abertura do sulco pelos rompedores de solo (disco de corte e hastes), o qual deve ser fechado imediatamente, para que posteriormente seja aberto (disco duplo) e as sementes sejam depositadas na profundidade apropriada, sendo o sulco parcialmente fechado pela própria inércia do solo que foi mobilizado, necessitando distâncias superiores a 0,3 m para o bom desempenho. Entretanto, o autor afirma que nas situações de solos siltosos, argilosos e úmidos, ou com vegetações que dificultam o fechamento do sulco, é recomendável o uso de um dispositivo aterrador após o sulcador haste. A segunda etapa ocorre após o trabalho dos rompedores de solo, iniciaria a atuação dos componentes de acabamento de semeadura. A deposição das sementes deve ocorrer na profundidade desejada e as mesmas serem recobertas com solo e palha sobre o sulco e devem estar em íntimo contato com as partículas de solo para que absorvam água com facilidade, sem ocorrência de bolsões de ar e de selamento superficial do solo.

Segundo Casão Junior (2006) para que os discos atuem efetivamente no corte da palha, esta deve estar seca ou tenra, pois quando murcha apresenta muita resistência ao corte, favorecendo o embuchamento. Neste sistema o solo, deve funcionar como uma contraface, para seccionar a palha, sendo que a condição mais favorável para o corte da palha é a de solo com baixos teores de umidade, porém não é recomendável para a germinação das sementes. O autor acrescenta que a recomendação técnica para a semeadura é na condição de solo com consistência friável, porém pouco viável operacionalmente pelo curto período disponível desta situação favorável de solo para a semeadura, obrigando o produtor rural a semear com o solo com certa plasticidade o que gera problemas como o selamento superficial, espelhamento do sulco e aderência de solo aos órgãos ativos da semeadora.

Existem alternativas conjugadas de corte de palha e abertura de sulco, a exemplo do disco simples com roda de controle de profundidade e do disco duplo desencontrado (CASÃO JÚNIOR, 2006). Contudo, o uso dos discos duplos como abridores de sulco mobilizam menos solo, mantendo mais a palha sobre o sulco, exigem menos demanda de potência do trator e provocam menos embuchamentos, apesar de não se aprofundarem adequadamente em solos argilosos e com adensamento superficial.

Fernandes et al. (2005) avaliando diferentes mecanismos para abertura e compactação do sulco em diferentes conteúdo de água no solo, constataram que os mecanismos causam modificações no ambiente físico em torno da semente, onde o disco duplo pode proporcionar em razão do menor diâmetro de agregados, maiores valores de densidade do solo na região depositada no solo.

Casão Junior e Campos (2004), trabalhando com diferentes sistemas de acabamento de semeadura constataram efeitos significativos na emergência de sementes de feijão com um adequado aterramento e compactação do leito de semeadura. Os autores obtiveram 35% de emergência com as rodas paralelas de controle de profundidade nos discos de sementes associadas às compactadoras em "V". Já no tratamento discos aterradores e roda compactadora larga e revestida com borracha lisa, a emergência aumentou para 77%, entretanto foi prejudicada pelo selamento na superfície da linha ocorreu em 90%, provocado pela roda compactadora lisa.

Freitas (2005), avaliando a qualidade de aterramento do sulco, observou maior porcentagem de sulco coberto com solo quando utilizou discos aterradores, obtendo valores entre 95 e 97%, em comparação à supressão do mecanismo cobridor (testemunha) e aos tratamentos que possuíam rodas aterradoras inclinadas a 10°, variando entre 65 e 72%.

Após estudos realizados no Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR (CASÃO JUNIOR, 2006), recomenda-se que a profundidade do sulco ao sugere 0,1 m, pois maiores profundidades de trabalho das hastes sulcadoras acarretarão numa maior mobilização de solo, exigindo maior força de tração, maior demanda de potência, aumentando o peso e o consumo de combustível dos tratores agrícolas, o que não é desejado.

Schlosser et al. (1999) constataram que o mecanismo sulcador de haste possibilitou a maior profundidade de operação, 0,052 m, contra 0,039 m no disco duplo defasado e 0,033 m com o disco duplo, atribuindo os resultados à forma de atuação dos discos duplos, que ao deslocarem na superfície do solo para abrir o sulco, rompem o solo por compressão, e assim está mais sujeito às interferências de resíduos no momento da abertura do sulco, o que dificulta o seu aprofundamento. A haste sulcadora, por sua vez, penetra por

sucção devido à sua geometria, o que o torna menos sujeito ao efeito dos resíduos para aprofundar o sulco.

Swan et al. (1994), avaliando o efeito das rodas de varredura e do disco de corte sobre a profundidade de semeadura, concluíram que as semeadoras diretas dotadas de rodas de varredura apresentaram as maiores profundidades que, em média atingiram 0,036 m, em comparação ao tratamento disco de corte com 0,033 m de profundidade.

Fallahi e Raoufat (2008) estudando os mecanismos sulcadores sob palha de trigo, constatam que o sulcador disco duplo proporcionou a profundidade de 0,042 m, o disco de corte 0,043 m, e rodas de varredura 0,05 m, e disco de corte associado a rodas de varredura 0,053 m.

Freitas (2005) trabalhando numa menor profundidades de sementes usando mecanismos para manejo da linha de semeadura na cultura da soja, constatou que os tratamentos sem mecanismos para o aterramento do sulco, sendo esta em torno de 0,05 m, comparados com os tratamentos que possuíam discos aterradores, que proporcionaram valores de 0,075 m. O autor atribuiu tais resultados a maior eficiência dos discos aterradores no retorno do solo por acrescentar maior volume de solo sobre a semente.

Swan et al. (1994) trabalhando com alto volume de palha de milho, 8 Mg ha⁻¹, na semeadura do milho, concluíram que o disco de corte proporcionou uma população de 64.300 plantas por hectare e as rodas de varredura 67.000 plantas por hectare. Os autores atribuíram a redução da população de plantas com o disco de corte à dificuldade de corte da palha o que proporcionou profundidade de semeadura inadequada, sendo esta de 0,03 m, quando comparada às rodas de varredura que atingiram 0,035 m de profundidade.

Schlosser et al. (1999), avaliando sulcadores modelo duplo discos defasados, duplo discos encontrados e hastes, sob efeito de diferentes coberturas com palha, constataram melhores percentuais de emergência de sementes de soja no mecanismo haste, devido este mecanismo operar em maior profundidade, favorecendo maior umidade de solo e equilíbrio térmico para ambiente germinativo.

Casão Junior e Siqueira (2004) trabalhando numa dinâmica de vários modelos de semeadoras de precisão com a cultura do feijão na condição de 15 Mg ha⁻¹ de palha de milho e guandu anão, e constataram que as semeadoras PC 7/4, SOLOGRAFIC 4500 e PHM não apresentaram um bom aterramento dos sulcos, com 26% do sulco aberto ou mal aterrado. Os autores argumentam que este fato está associado, provavelmente, ao tipo de cobertura morta, pois o guandu anão deixa ramos cortados como varetas, que dificulta o aterramento do sulco.

Casão Junior e Siqueira (2004) avaliando modelos de semeadoras de precisão, constataram que as semeadoras PREMIUM, PDM 9810 e SOLOGRAFIC 4500, devido a falta de mecanismos aterradores apresentaram as maiores reduções da palha após semeadura, variando entre 35 a 40%. Na condição de semeadoras de fluxo contínuo, os autores observaram que ambas as semeadoras avaliadas reduziram muito pouco a cobertura da palha original, sendo que a MPS 1600 e a SDM 2219, 6 e 8% da cobertura, respectivamente, devido ambas possuírem mecanismos múltiplos, rodas compactadoras que atuam como aterradoras associadas ao mecanismo sulcador disco duplo.

Conforme Casão Junior e Siqueira (2004), as semeadoras apresentam diferentes desempenhos quanto à profundidade de trabalho, sendo que a semeadora modelo KK 8/4 apresentou resultados promissores, devido à presença de rodas de controle de profundidade nas hastes sulcadoras, bem como o modelo PDM 9810, por possuir discos aterradores atrás da haste sulcadora, com a finalidade de fechar o sulco, permitindo que os discos duplos para deposição das sementes trabalhem sobre uma condição favorável.

Casão Junior (2005), avaliando o desempenho de mecanismos sulcadores em uma semeadura de precisão na cultura da soja, numa condição de seca, constatou que nos tratamentos com discos duplos defasados, a emergência média foi de 48% e na condição disco de corte mais hastes sulcadora foi de 64%, atribuindo tal resultado a baixa profundidade no solo atingido pelos discos duplos defasados, expondo as sementes na superfície do solo, tendo esta grande perda de água no sulco por evaporação.

2.3 REFERÊNCIAS

ANDRADE, J. G.; CARLESSO, R.; SEGUÍ, J. P.; MARTINS, J. D.; BROETTO, T. Perdas de água por evaporação em milho com semeadura convencional e direta para diferentes níveis de cobertura morta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. *Anais...* Gramado: SBCS, 2007.

ARAÚJO, A. G. de; CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R. *Mecanização do plantio direto – problemas e soluções*. Informe da pesquisa, Londrina, , n. 137, p.18, jan.2001.

ARAÚJO, A. G.; CASÃO JUNIOR, R.; MEDEIROS, G. B.; CASTRO FILHO, C.; DORETTO, M.; BERTÉ, A. A.; CAVIGLIONE, J. H.; FIGUEIREDO, P. R. A. Identificação das restrições para expansão do plantio direto na região da represa de Itaipu. In: _____ Enc. Latino-Americano sobre P. D. na pequena propriedade, Pato Branco. *Trabalhos apresentados*. Pato Branco: 1998. p.18.

BALASTREIRE, L. *Máquinas agrícolas*. São Paulo: Manole, 1987. p.151-159.

BEZERRA, S. A. & CANTALICE, J. R. B. Erosão entre sulcos em diferentes condições de cobertura do solo, sob cultivo da cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Minas Gerais, v. 30, p.565-573, 2006.

BIANCHINI, A.; MAGALHÃES, P. S. G. Disco dentado para corte de palhadas. *Revista Plantio Direto*, Passo Fundo, RS, Ano XII, 74. ed, Março/Abril de 2003.

BRADY, N. C. *Natureza e propriedades dos solos*. 7. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. p.126-159

BRAGAGNOLO, N. & MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por resíduo de oito seqüências de culturas e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo, germinação e crescimento inicial do milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 14, p. 91-98, 1990.

BUBLITZ, U. *Emater divulga metodologia de acompanhamento do SPDP*. Boletim Informativo Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha, Número 35., Jan./ Março Ano 2009. Disponível em <http://www.febrapdp.org.br/informativos/bol35-2009.pdf>. Acesso em 01 de julho de 2009.

CARVALHO, D. F. de; MONTBELLER, C. A.; CRUZ, E. S. da; LANA, A. M. Q.; SILVA, W. A. da Efeito da cobertura morta e do preparo do terreno nas perdas de solo e água em um argissolo vermelho-amarelo. *Engenharia na Agricultura*, Viçosa, v. 11, n.1-4, Jan./Dez., 2003.

CARVALHO, N. M. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 4ª ed., Jaboticabal: Funep, 2000. 588p.

CASÃO JUNIOR, R. Discos duplos ou hastes em semeadoras de plantio direto. Passo Fundo-RS: *Revista Plantio Direto*, Ed.n. 88, julho/agosto de 2005.

CASÃO JUNIOR, R. Máquinas e qualidade de semeadura em plantio direto. Passo Fundo, RS: *Revista Plantio Direto*, Aldeia Norte Editora, ed. 96, set./out. 2006.

CASÃO JÚNIOR, R. Máquinas: aperfeiçoamento da unidade de semeadura. *Plantio Direto*, Passo Fundo, n. 83, p.39-42, 2004.

CASÃO JÚNIOR, R.; CAMPOS, C. F. Desempenho de diferentes sistemas de acabamento de semeadura em plantio direto. *Anais...* In: Congresso brasileiro de Engenharia Agrícola. p.33, São Pedro – SP, 2004.

CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R. Dinâmica de semeadoras-adubadoras diretas em Guaíra (PR) - Resultados de Avaliação. *Revista Plantio Direto*, ed. 83 – Nov./Dez. 2004.

CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R.; ARAÚJO, A. G. de *Dinâmica de semeadoras-adubadoras diretas em Marechal Cândido Rondon – PR*. Londrina, PR: Instituto Agrônômico do Paraná – IAPAR, Agosto de 2001. 26p.

CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R.; MEHTA, Y. R.; PASSINI, J. J. *Sistema plantio direto com qualidade*. Londrina: IAPAR, 2006. 212p.

CASTIGLIONI, V. B. R. *Tecnologias de Produção de Soja – Região Central do Brasil*. Londrina: Embrapa, 2004. 239p. (Embrapa, Sistemas de Produção 6).

CORTEZ, J. L.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P. da; GROTTA, D. C.; REIS, G. N. dos Desempenho operacional de um trator na operação de semeadura em diferentes velocidades e pressões de inflação do pneu da semeadora. *Anais...*, In.: XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, CD. João Pessoa, PB: CONBEA, 2006a.

CORTEZ, J. W.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P. DA; GROTTA, D. C.; CARVALHO FILHO, A. Desempenho do conjunto trator-semeadora-adubadora em Sistema Plantio Direto. *Revista Plantio Direto*, ed. 94, jul./ag. 2006 b.

CORTEZ, J. W.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P. da; CARVALHO FILHO, A. Parâmetros de avaliação no solo, na máquina e na planta sob plantio direto. *Revista Plantio Direto*, ed. 98, março/abr. 2007.

DWYER, L. M.; HAYHOE, H. N.; CULLEY, L. B. Prediction of soil temperature from air temperature for estimating corn emergence. *Canadian Journal of Plant Science*. 70: 619-628, jul. 1990.

FALLAHI, S & RAOUFAT, M.H. Row-crop planter attachments in a conservation tillage system: A comparative study. *Soil & Tillage Research* n. 98, 2008 p.27–34

FARIA, J. C.; SCHAEFER, C. E. R.; RUIZ, H. A.; COSTA, L. M. Effects of weed control on physical and micropedological properties of a brazilian ultisol. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 22, p.731-741, 1998.

FEBRAPDP – Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha. *Área de plantio direto*. Ponta grossa, PR: Disponível em: <http://www.febrapdp.org.br/port/plantiodireto.html>. Acesso em 01 de julho de 2009.

FERNANDES, H. C.; REIS, E. F. dos; NAIME, J. de M.; MODOLO, A. J.; RINALDI, P. C. N. Utilização da tomografia computadorizada para determinação da densidade do solo na região da semente. Viçosa, MG: *Engenharia na Agricultura*, v.13, n.2, p 82-94, Abr./Jun., 2005.

FORTIN, M. C. Soil temperature, soil water, and no-till corn development following in-row residue removal. *Journal Agronomy*, v. 85, may-june, p571-576, 1993.

FREITAS, J. P. de *Desempenho de diferentes sistemas de acabamento de semeadura em semeadoras de precisão para plantio direto*. Londrina – PR: IAPAR, 2005. 48 p. (Relatório de bolsa de iniciação científica – PIBIC/CNPQ - IAPAR)

GUPTA, S. C.; LARSON, W. E.; LINDEN, D. R. Tillage and surface residue effects on soil upper boundary temperatures. *Journal Soil Science Society American*, v. 47, P. 1212-1218, 1983.

- HANNA, M.; MELVIN, S. *Adjustment and operation of planters in systems with high levels of surface crop residue*. Ames, Iowa: Iowa State University, University Extension, jun. 1992. p.1492,
- JANOVICEK, K. J.; VYN, T. J.; VORONEY, R. P. *No-till corn response to crop rotation and in-row residue placement*. *Journal Agronomy*, v. 89, p.588-596, 1997.
- JUMIL *Especificações técnicas das semeadoras modelos: JM2880 MG / JM2980 EX*, Disponível em: <http://br.viarural.com/agricultura/semeadoras/jumil/plantio-de-sementes-graudas-jm2880-2980.htm> acessado em 14 de julho de 2009.
- KASPAR, T. C. & ERBACH, D. C. Improving stand establishment in no-till with residue-clearing planter attachments. *Transactions of the ASAE*, v. 41, n. 2, p.301-306, 1998.
- KASPAR, T. C.; ERBACH, D. C.; CRUSE, R. M. Corn response to seed-row residue removal. *Journal Soil Science Society American*, v.54, p.1112-1117, july-august, 1990.
- KORNECKI, T. S.; RAPER, R. L.; ARRIAGA, F. J.; SCHWAB, E. B.; BERGTOLD, J. S. Impact of rye rolling direction and different no-til row cleaners on cotton emergence and yield. *Transactions of the ASABE*, v. 52 (2): 383-391 2009.
- LEVIEN, R. Condições de cobertura e métodos de preparo para a implantação da cultura do milho (*Zea mays* L.). *Tese* (Doutorado em Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Paulista, Botucatu, 1999. 305f.
- LOLLATO, M; et al. *Produção a campo e processamento de sementes*. Londrina IAPAR 1993. p.16-20. Produção de sementes em pequenas propriedades (Circular técnica, 77).
- NIEUWENBURG, P. IJ. J.; SPEELMAN, L.; WENSINK, H. E. An evaluation of some disk coulters designs. *Journal Soil Science Society American. Res.* 51, 67-80, 1992.
- OLIVEIRA, V. F., MACHADO, N. F. Controle de plantas daninhas com palha e herbicida em milho sob plantio direto. In.: *Anais... CONGRESSO BRASILEIRO de HERBICIDAS e PLANTIO DIRETO*, v.18, Brasília: 1991. p.83
- ORTOLANI, A. F.; SILVA, F. M. da. DANIEL, L. A. Rodas compactadoras de semeadoras-adubadoras – In: Influência no condicionamento físico do solo na região de semeadura. In: *Anais... CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA 20*, Londrina, 1991.

PREVEDELLO, C. L. *Física do solo com problemas resolvidos*. Curitiba: Salesward, 1996. p.324-360

REIS, E. F. dos; SCHAEFER, C. E. G. R.; VIEIRA, L. B.; SOUZA, C. M.; FERNANDES, H. C. Avaliação do contato solo-semente em um solo argiloso sob plantio direto, com diferentes teores de água do solo. Viçosa, MG: *Engenharia na Agricultura*, v.10, n.1-4, p 31-39, Jan./Dez., 2002.

SATTLER, A. F.; PORTELLA, J. A. Eficiência de semeadoras na emergência de plântulas de milho (*Zea mays*) sob sistema plantio direto. *Revista Plantio Direto*. Ed. Aldeia Norte ed., 01 de jun. 1999.

SCHLOSSER, J. F.; BERTOL, O. J.; BERTOL, I.; LAVORANTI, O. J. Desempenho de três mecanismos sulcadores de semeadora na presença de diferenças culturais destinada à cobertura de inverno. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 19, n. 1, p. 64-70, set. 1999.

SCHNEIDER, E. C. & GUPTA, S. C. Corn emergence as influenced by soil temperature, matricial potencial, and aggregate size distribution. *Journal of the Soil Science of Society America*, v. 49, p. 415-422, 1985.

SIDIRAS, N. & PAVAN, M. A. Influência do sistema de manejo na temperatura do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 10, p.181-184, 1986.

SILVA, M. R. Tecnologia de máquinas para semeadura direta de precisão no Brasil. Passo Fundo, RS: Aldeia Norte *Revista Plantio Direto*, ed. 105, maio/junho de 2008.

SILVA, V. R. da; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. Variação na temperatura do solo em três sistemas de manejo na cultura do feijão. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.30, p.391-399, 2006.

SWAN, J. B.; HIGGS, R. L.; BAILEY, T. B.; WOLLENHAUPT, N. C.; PAULSON, W. H.; PETERSON, A. E. Surface residue and in-row treatment effects on long-term no-tillage continuous corn. *Journal Agronomy*, v.86, p.711-718, 1994.

SWAN, J.B.; KASPAR, T.C.; ERBACH, D.C. Seed-row residue management for corn establishment in the northern US Corn Belt. *Soil & Tillage Research*, 40, 1996. p.55-72

VETSCH, J. A. & RANDALL, G. W. Enhancing no-tillage systems for corn with starter fertilizers, row cleaners and nitrogen placement methods. *Journal Agronomy*, v. 92, march-april, 2000. p. 309-15.

VILLELA, F. A.; MARCOS FILHO, J.; NOVENBRE, A. D. da L. C. Estado energético da água na semente de milho no processo de germinação. *Revista brasileira de sementes*, vol. 25, n 1, p.95-100, 2003.

3. ARTIGO A: MOBILIZAÇÃO DE SOLO PROMOVIDA POR UMA SEMEADORA DIRETA COM DIFERENTES MECANISMOS DE MANEJO DE PALHA NA LINHA

RESUMO

A execução da semeadura direta é feita por semeadoras-adubadoras que realizam o preparo localizado na linha, utilizando mecanismos sulcadores para a incorporação de adubos e sementes ao solo, podendo ser utilizado os aterradores para melhorar a cobertura das sementes. Estes sulcadores proporcionam efeitos diferenciados na linha, modificando o ambiente físico do solo. Objetivou-se avaliar a mobilização de solo no sulco de semeadura promovida por um mesmo mecanismo rompedor de solo associado a diferentes mecanismos de manejo de palha por uma semeadora direta. O experimento foi conduzido no Sistema Plantio Direto (SPD) em solo argiloso e apresentava 10,7 Mg ha⁻¹ de matéria seca de sorgo na superfície do solo. Os tratamentos consistiram na combinação de dois mecanismos à frente da haste sulcadora do adubo, composto do disco de corte e rodas de varredura, com três mecanismos atrás do sulcador da semente para retorno de solo, compostos de discos cobridores modelos: Vence Tudo, M1 e *Spider*, sendo que a combinação disco de corte e modelo *Spider* não foi avaliada. Para demonstrar os efeitos dos tratamentos, quantificou-se a área mobilizada do sulco e de elevação do solo, profundidade e largura máxima do sulco, bem como a profundidade das sementes. Os resultados permitiram constatar que o tratamento rodas de varredura apresentou a maior área de solo mobilizada com 105 cm² diferindo dos demais, sendo que o tratamento com disco de corte associado ao cobridor modelo M1 apresentou a menor média 35,3 cm². Nos tratamentos envolvendo os mecanismos rodas de varredura e disco de corte quando associados aos de retorno de solo, contribuem com o aumento no empoamento de 10 a 26%, respectivamente. Observou-se que a maior mobilização do solo na linha de semeadura pelas rodas de varredura, demonstra a necessidade da complementação com mecanismos de retorno para o aterramento do sulco, contribuindo no aumento da profundidade das sementes. Os diferentes mecanismos de manejo da palha interferem diretamente na qualidade da operação da semeadura, sendo recomendável o uso dos aterradores para a melhoria do ambiente germinativo das sementes.

Palavras-chave: Semeadura direta. Aterradores. Sulcadores. Qualidade de semeadura.

SOIL MOBILIZATION PROMOTED BY NO-TILLAGE SEEDER WITH DIFFERENT IN-LINE STRAW HANDLING MECHANISMS

ABSTRACT

The execution of no-tillage seeding is made by seeder-fertilizer machines that perform the localized preparation of the line by using opening mechanisms for the incorporation of fertilizers and seeds to the soil. Grounders may also be used to improve seed coverage. Such grounders provide differentiated effects in the line, modifying the soil physical environment. The objective of this work was to assess soil mobilization in the seeding furrow promoted by the same soil-opening mechanism associated with different no-tillage straw handling mechanisms. The experiment was conducted with No-tillage System in clay soil and presented 10.7 Mg ha^{-1} of dry matter of sorghum on soil surface. The treatments consisted in the combination of two mechanisms at the front of the fertilizer opener, constituted of cutting disc and row cleaners, with three mechanisms behind the seed opener for straw rake back to the soil, comprised of covering discs models: Vence Tudo, M1 and Spider. The combination cutting disc and Spider model was not assessed. In order to demonstrate the effects of the treatments, this study quantified furrow mobilized area and soil elevation area, furrow depth and maximum width, as well as seed depth. The results allowed the conclusion that the treatment with row cleaners presented the biggest mobilized soil area, with 105 cm^2 , differing from the others, whereas the treatment with cutting disc associated with covering model M1 presented the lowest average 35.3 cm^2 . The treatments involving the mechanisms row cleaners and cutting disc, when associated with the ones with soil rake, contributed with an increase in blistering from 10 to 26%, respectively. It was observed that the highest soil mobilization in the seeding line by the row cleaners demonstrates the need to complement with rake mechanisms for furrow grounding, contributing with an increase in seed depth. The different mechanisms of straw handling interfere directly in the quality of the seeding operation, and the use of grounders to improve the germination environment of the seeds is recommended.

Keywords: No-tillage. Grounders. Openers. Seeding quality.

3.1 INTRODUÇÃO

Para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável é essencial que seja considerado a conservação do solo e da água, pois a substituição de ambientes naturais por uma agricultura com uso intensificado do solo contribui para alterações consideráveis na dinâmica dos ecossistemas. Uma adequada alternativa para redução de impactos ambientais da agricultura é o SPD.

Nas culturas anuais, a execução da semeadura direta é feita por semeadoras-adubadoras que realizam o preparo localizado na linha, utilizando mecanismos sulcadores para a incorporação de adubos e sementes ao solo, bem como mecanismos aterradores para melhorar a cobertura das sementes. Estes sulcadores proporcionam efeitos diferenciados na linha, modificando o ambiente físico do solo quanto à área mobilizada e profundidade das sementes. Os sulcadores mais utilizados nas semeadoras diretas são as hastes e discos duplos, com suas variações construtivas. Para uma adequada semeadura, a máquina deverá também transpor a cobertura do solo, em geral composta por palha. Para tanto, emprega-se mais frequentemente o disco plano de corte à frente do sulcador haste.

Uma alternativa aos discos de corte é o sistema de rodas de varredura, que afastam lateralmente a palha ao invés de cortá-la como ocorre nos discos, utilizando duas rodas dentadas engrenadas e convergentes.

Além dos efeitos dos mecanismos rompedores na mobilização de solo no interior do sulco, também há possibilidade da adição de mecanismos aterradores para o retorno do solo e da palha mobilizados. O aterramento do sulco pode melhorar a cobertura da semente com solo e palha, aumentando a profundidade das sementes e ao mesmo tempo reduzindo sementes expostas, além de agir na manutenção da cobertura da linha, melhorando a qualidade da semeadura.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a mobilização do solo e o aterramento das sementes no sulco de semeadura pela ação de uma semeadora direta equipada com diferentes mecanismos de manejo da palha.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR) de Londrina-PR, a 23°37' S e 51°17' W. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distroférico e encontra-se sob SPD há 21 anos.

O experimento foi implantado no dia 6 de agosto de 2007 e a área experimental estava coberta por palha de sorgo manejada com triturador de resíduos vegetais, apresentando quantidade média de 10,7 Mg ha⁻¹ de matéria seca. Para a operação de semeadura foi utilizado um trator com 85 cv de potência e pesando 4.420 kg, trabalhando com velocidade média de 5,7 km h⁻¹. Para a execução dos tratamentos, utilizou-se uma semeadora direta Jumil com uma linha de semeadura, com a seguinte configuração: sulcador de fertilizante tipo haste, sulcador de semente tipo disco duplo defasado, roda controladora de profundidade de semente e roda compactadora lisa.

O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados com quatro repetições e sete tratamentos, sendo estes constituídos pelos mecanismos de manejo da linha de semeadura. As parcelas experimentais foram constituídas por uma linha de semeadura com 30 m de comprimento e distanciadas 3 m entre si, cujos tratamentos estão descritos na Tabela 01. A semente de milho utilizada foi da variedade Agrocerec 1051, na densidade de 8 sementes por metro.

Tabela 01 – Tratamentos experimentais constituídos pela combinação de mecanismos de manejo da palha posicionados à frente do sulcador tipo haste (anteriores) e atrás das rodas controladoras de profundidade (posteriores).

Tratamentos	Composição do conjunto	
	<i>Anteriores</i>	<i>Posteriores</i>
DC+VT	Disco de corte	Disco cobridor modelo VT
DC+M1	Disco de corte	Disco cobridor modelo M1
DC	Disco de corte	Sem mecanismo
RV+VT	Rodas de varredura	Disco cobridor modelo VT
RV+M1	Rodas de varredura	Disco cobridor modelo M1
RV+MS	Rodas de varredura	Disco cobridor modelo MS
RV	Rodas de varredura	Sem mecanismo

O mecanismo denominado rodas de varredura (RV) é constituído por dois discos metálicos lisos que possuem, ao longo de sua borda, pontas afiadas em bisel, que trabalham engrenadas e se movimentam pelo contato das pontas com o solo, deslocando a palha para a lateral da linha de semeadura, sem cortá-la (Figura 01-B). Já o mecanismo disco de corte é composto por disco metálico plano e liso, que se localiza anteriormente aos demais órgãos ativos da semeadora, e desempenha a função de corte da palha, utilizando o solo como anteparo (Figura 01-A).

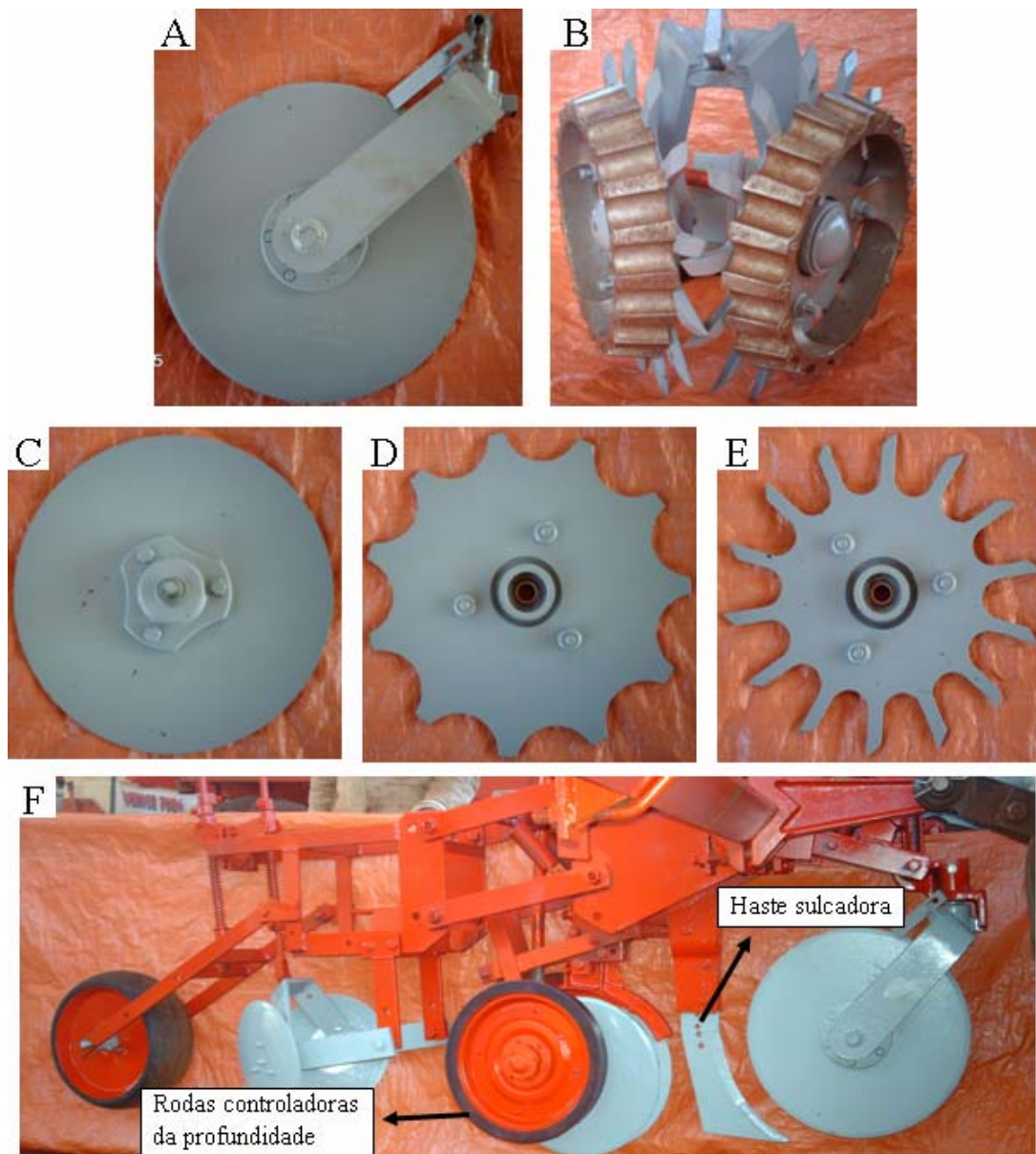


Figura 01 – Mecanismos para manejo da linha em semeadora direta, sendo A (disco de corte liso, DC), B (rodas de varredura, RV), C (discos cobridores modelo Vence Tudo, VT), D (rodas cobridoras modelo M1), E (rodas cobridoras modelo *Spider*, MS) e F (disposição geral da localização dos mecanismos usados na semeadora direta).

Os conjuntos posteriores avaliados são também conhecidos como discos cobridores e visaram deslocar solo e palha da lateral ao centro do sulco. São posicionados lateralmente e após o sulcador de sementes em posição oblíqua ao deslocamento da semeadora, um de cada lado da linha de semeadura. Os modelos variam quanto ao formato da ferramenta. O modelo VT baseado no modelo do fabricante Vence Tudo, é composto de dois discos metálicos côncavos, com borda lisa (Figura 01-C). Os discos cobridores protótipo modelo M1 são dois discos metálicos lisos com reentrâncias semicirculares, formando uma borda recortada, distanciados entre si e posicionados em direção oblíqua em relação à linha de semeadura (Figura 01-D). Os discos cobridores modelo MS, de *Spider*, são dois discos metálicos lisos que possuem, ao longo de sua borda, pontas com afiação em bisel (Figura 01-E).

Para caracterizar as parcelas da área experimental, foram realizadas coletas de amostras indeformadas de solo utilizando cilíndricos metálicos, em duas profundidades, sendo uma entre 0,025 e 0,075 m e outra de 0,100 a 0,150 m. Após a coleta dos anéis efetuou-se a pesagem (peso úmido) sendo efetuado a secagem em estufa a 105°C até peso constante (peso seco). Aferiu-se o volume interno dos cilindros e de posse dos dados calculou-se a densidade do solo (equação 1) e o conteúdo de água no solo (equação 2) (EMBRAPA, 1997) e expressos na Tabela 02.

Eq. 1

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Em que:

ρ , densidade aparente do solo (Mg m^{-3}),

m , massa do solo (Mg),

v , volume do solo (m^{-3}).

Eq. 2

$$U (\%) = \left\{ \frac{[(P_u - P_s) * 100]}{P_s} \right\} * \rho$$

Em que:

U , conteúdo de água no solo expresso em umidade volumétrica (%),

P_u , peso do solo úmido (g),

P_s , peso do solo seco (g),

ρ , densidade aparente do solo (Mg m^{-3}).

Tabela 02 – Caracterização do solo com base no conteúdo de água volumétrico no solo (%) e densidade do solo (Mg m^{-3}) da área experimental em duas profundidades, P1 = 0,025 a 0,075 m e P2 = 0,100 a 0,150 m.

		Tratamentos						
		DC+VT	DC+M1	DC	RV+VT	RV+M1	RV+MS	RV
Densidade (Mg m^{-3})	P1	1,24 a*A	1,30 aA	1,24 aA	1,24 aA	1,21 aA	1,21 aA	1,32 aA
	P2	1,35 aB**	1,38 aB	1,36 aB	1,33 aB	1,36 aB	1,33 aB	1,38 aB
Umidade (%)	P1	29,57 a*A	32,46 aA	31,40 aA	31,43 aA	29,56 aA	29,77 aA	30,99 aA
	P2	36,77 aB**	37,69 aB	35,80 aB	34,35 aB	36,82 aB	35,54 aB	37,08 aB

*Médias seguidas por letras minúsculas iguais na mesma profundidade entre os tratamentos (sentido horizontal) não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%. **Médias seguidas por letras maiúsculas e diferentes entre as profundidades (sentido vertical), distinguem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

Para quantificar os efeitos dos tratamentos na área mobilizada e de elevação, profundidade e largura máxima do sulco, utilizou-se um perfilômetro com largura útil de 0,9 m, com pontos tomados a cada 0,015 m, perfazendo um total de 60 leituras, obtidas por régua (hastes) de 1,0 m de comprimento, graduada em 0,01 m (Figura 02).



Figura 02 – Perfilômetro utilizado para avaliar os efeitos na linha de semeadura em função dos mecanismos de manejo da linha em semeadura direta.

Para a coleta dos dados de perfilometria efetuou-se duas leituras por parcela com o perfilômetro, posicionado transversalmente sobre a linha em dois locais na parcela, demarcados previamente à aplicação dos tratamentos com piquetes cravados no solo, dispostos ao lado da linha de semeadura, no qual apoiou uma superfície de referência para medição dos perfis. Assim, foram realizadas as leituras do perfil do solo antes da aplicação dos tratamentos, obtendo-se o perfil natural, e após a aplicação dos tratamentos, para obtenção do perfil da superfície do solo após a semeadura e do perfil do solo mobilizado, denominados, respectivamente, de perfil de elevação e perfil de fundo (CARVALHO FILHO et al., 2007). Para a avaliação do perfil de fundo, foi removido manualmente o solo mobilizado pelo mecanismo tomando cuidado para não descaracterizar o efeito do mecanismo. Para quantificar a área mobilizada subtraíram-se os dados do perfil natural com os do perfil de fundo, e para a área de elevação subtraíram-se, também os resultados do perfil natural com os do perfil de elevação. A profundidade e largura máxima do sulco foram extraídas considerando a maior diferença entre os perfis da superfície original e interno do solo no sulco (ARAÚJO et al., 1999).

Para a avaliação do empolamento do solo, seguiu-se a metodologia sugerida por Carvalho Filho et al. (2007), com adaptações às condições do experimento. O empolamento do solo mostra a porcentagem do aumento do volume do solo mobilizado pelos mecanismos de manejo da palha bem como pelas hastes sulcadoras. O empolamento do solo foi determinado utilizando a equação 3, a qual expressa a razão entre a área de elevação e a área mobilizada pelos mecanismos e hastes sulcadoras, quantificados pelo perfilômetro descritos anteriormente.

$$\text{Eq. (3)} \quad \mathbf{Em} = \left(\frac{A_e}{A_m} \right) * 100$$

Em que:

Em, empolamento, %.

Ae, área de elevação, m².

Am, área mobilizada, m².

Para medição da profundidade de semeadura, foram coletadas dez plântulas por parcela, medindo-se a distância entre a base do hipocótilo da semente (no interior do solo) até o início da parte superior do colmo (fora do solo) onde iniciava a presença de clorofila (ARAÚJO et al., 1999).

Após as coletas dos dados, efetuou-se a análise da variância e quando houve diferença significativa a 5% de probabilidade de erro, suas médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5%.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias da densidade do solo para cada tratamento e profundidade estão descritas na Tabela 02 e mostram as menores densidades na superfície do solo (0,025 a 0,075 m) diferindo da profundidade entre 0,10 a 0,15 m. A menor densidade na superfície do solo no SPD está relacionada ao maior crescimento do sistema radicular neste ambiente, favorecendo a descompactação pela maior atividade biológica por micro e macro-organismos presentes nos resíduos vegetais na superfície que auxiliam na estruturação e / ou agregação do solo tornando-o menos denso (COLOZZI FILHO e ANDRADE, 2006). Este gradiente confirma de que tratar-se de um SPD consolidado, onde os parâmetros físicos do perfil do solo tendem a se comportar de forma semelhante ao solo em condições naturais (RALISCH et al., 2008).

O conteúdo volumétrico de água no solo (Tabela 02) mostra maiores valores na profundidade entre 0,10 a 0,15 m em comparação à superfície do solo (0,025 a 0,075 m), diferindo significativamente entre as mesmas. Estes resultados ocorreram devido ao processo de drenagem gravitacional após precipitação pluviométrica ocorrida nos dias anteriores e demonstra a reserva de água que as camadas mais profundas do solo representam para as plantas, que dependem de sistemas radiculares bem distribuídos e mais profundos.

Os tratamentos apresentaram distintos efeitos na mobilização de solo na semeadura do milho, sendo que, para a profundidade máxima, os mecanismos que apresentaram disco de corte (DC) à frente mantiveram, em média, 0,052 m contra 0,075 m para as rodas de varredura (RV) (Tabela 03 e Figura 03). O tratamento DC+M1 apresentou a menor média (0,049 m) na profundidade máxima, a qual diferiu significativamente de todos os tratamentos que apresentaram rodas de varredura à frente, mas não diferiu dos outros

tratamentos com DC na sua composição. A maior profundidade máxima ocorreu com o tratamento RV+MS tendo atingido 0,081 m.

Casão Junior et al. (2001), avaliando uma semeadora com haste sulcadora no SPD em solo argiloso na cultura do milho, obtiveram profundidade média entre 0,097 a 0,13 m, as quais consideraram satisfatórias, porém não atingidas no presente estudo (Tabela 03). Já a menor profundidade obtida nos mecanismos que apresentaram disco de corte na sua composição deve-se, segundo Schlosser et al. (1999) e Swan et al. (1994), à forma de atuação dos discos que ao se deslocarem, comprimem o solo e estão mais sujeitos às interferências de resíduos no momento da abertura do sulco, o que dificulta o seu aprofundamento. Como alternativa a este efeito, as rodas de varredura afastam lateralmente a palha ao invés de cortá-la utilizando duas rodas engrenadas e dentadas (VETSCH e RANDALL, 2000).

Tabela 03 – Profundidade máxima do sulco (P.máx.), largura máxima do sulco (L.máx.), área mobilizada (Am), área de elevação (Ae), empolamento (Em), profundidade das sementes (Prof. Sem.) em função do método de manejo da linha em semeadura direta.

Tratamentos	P.máx. m	L.máx. m	Am cm ²	Ae cm ²	Em %	Prof. Sem. m
DC+VT	0,054 bc*	0,176 b	40,5 c	19,3 a	47,7 a	0,039 a
DC+M1	0,049 c	0,165 b	35,3 c	12,6 bc	35,6 a	0,043 a
DC	0,054 bc	0,184 ab	45,6 c	4,3 d	9,5 b	0,032 b
RV+VT	0,071 ab	0,231 ab	70,7 b	10,1 bc	14,3 b	0,035 b
RV+M1	0,071 ab	0,221 ab	72,5 b	9,6 c	13,2 b	0,030 b
RV+MS	0,081 a	0,238 ab	80,9 b	15,0 ab	18,5 b	0,036 b
RV	0,079 a	0,279 a	105 a	3,3 d	3,1 c	0,023 c
C.V. (%)	13,88	20,17	14,92	31,36	19,95	12,25

*Médias seguidas por letras distintas em cada coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5 %.

Para a largura máxima do sulco (Tabela 03) o tratamento RV proporcionou 0,279 m diferindo significativamente dos tratamentos DC+VT com 0,176 m e do DC+M1 com 0,165 m. Possivelmente, estes efeitos de maior largura no sulco nos tratamentos com rodas de varredura em comparação aos mecanismos compostos de disco de corte devem-se à forma de atuação dos mecanismos junto ao solo, sendo que as rodas de varredura para serem acionadas devem ter um bom contato com o solo, que ao se deslocarem engrenadas (Figura 01-B) resultam em maior área de contato com o solo, conforme resultados semelhantes com

os de Swan et al. (1994). Entretanto, estes resultados estão bem acima dos encontrados por Schlosser et al. (1999) que obteve 0,042 m com disco duplo defasado e 0,048 m no sulcador haste.

Outra diferença importante de forma de ação entre estes sistemas de manejo do solo e da palha refere-se à superfície do solo, pois o disco de corte penetra na superfície do solo ao cortar a palha, rompendo as estruturas superficiais do solo e condicionando o cisalhamento ou ruptura que será promovido pelo sulcador, eventualmente atenuando a irradiação das linhas de ruptura das estruturas do solo.

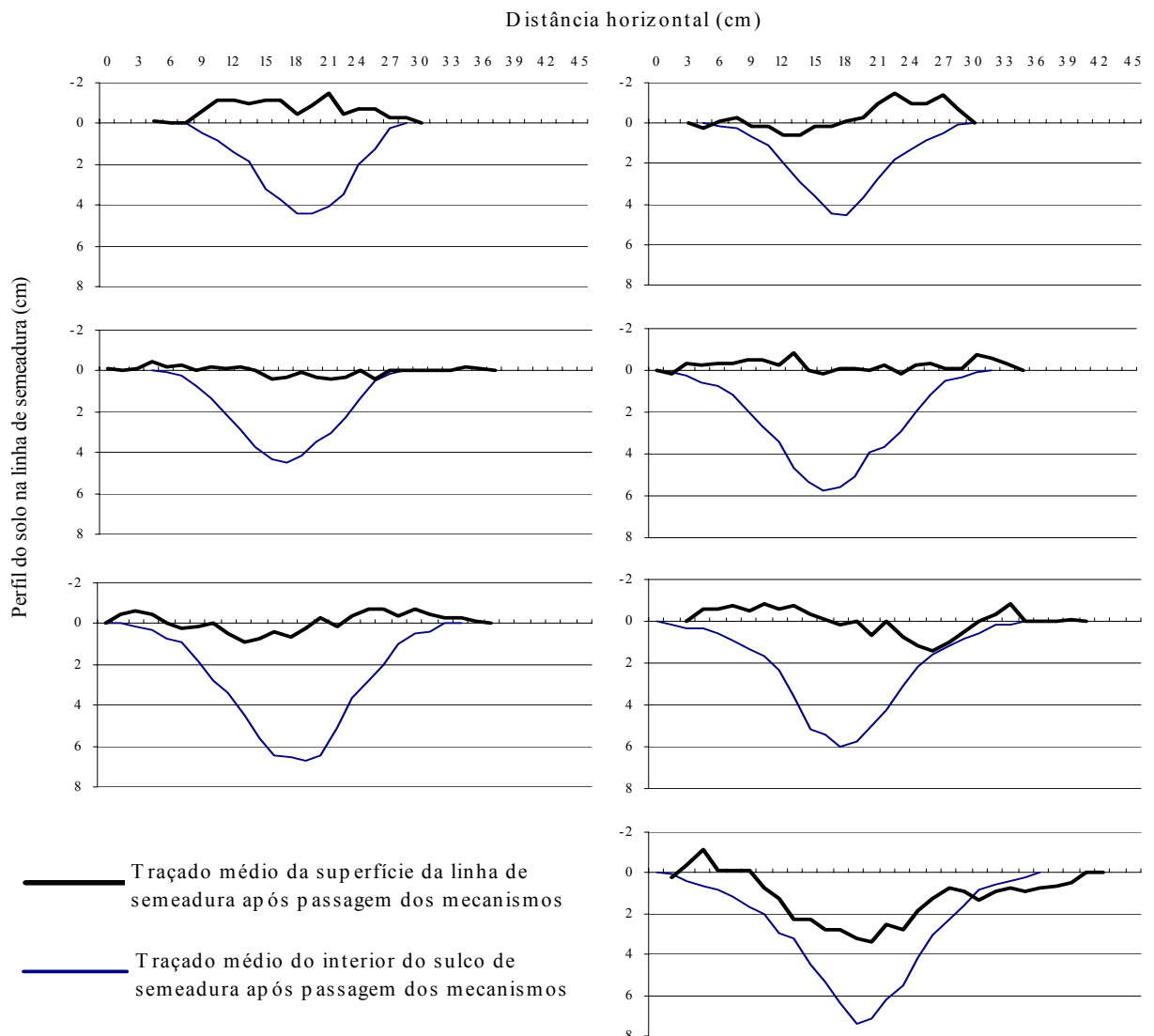


Figura 03 – Traçado médio da superfície da linha de semeadura após a passagem dos mecanismos e traçado médio do interior do sulco de semeadura após a passagem dos mecanismos de manejo da linha.

O tratamento RV apresentou a maior área de solo mobilizada com 105 cm², diferindo dos demais (Tabela 03), sendo que o tratamento DC+M1 apresentou menores valores médios absolutos 35,3 cm², porém não diferenciou significativamente dos tratamentos DC+VT e DC. Casão Junior et al. (2001), avaliando uma semeadora com disco de corte e haste sulcadora no SPD, obtiveram valores, maiores de área mobilizada para o sistema de manejo e mecanismo utilizado, estando estes entre 78,5 a 113,3 cm², próximos aos de RV e superiores a todos os tratamentos com DC à frente da haste sulcadora. Swan et al. (1994) obtiveram, na condição de alto volume de palha, 17,3 cm² de área mobilizada no mecanismo rodas de varredura e 48,6 cm² no disco de corte. Entretanto, os referidos autores afirmam que estes valores podem aumentar quando a palha está presente em volume reduzido.

Observa-se que todos os tratamentos que apresentam disco de corte à frente do sulcador resultaram em áreas mobilizadas significativamente menores em comparação aos que possuíam rodas de varredura à frente (Tabela 03), denotando que a forma como que a cobertura é tratada interfere na forma de ação dos sulcadores.

Os valores de área mobilizada obtidos demonstram haver diferentes efeitos nos dois sistemas de preparo da palha empregados, sendo que RV propiciou sempre maiores valores, como da associação destes com os mecanismos de acabamento avaliados. Os valores de área mobilizada no sulco foram sempre menores quando se adicionou cobridores a RV, possivelmente resultante da diferença de distribuição da pressão da linha sobre o solo, tanto menor quanto maiores forem os pontos de contato, considerando que para o ensaio em questão optou-se por padronizar esta pressão para todos os tratamentos, através do mecanismo específico da máquina.

Os dados de área de elevação representam o efeito de retorno de solo sobre o sulco pelos mecanismos de acabamento empregados, diferenciando-se dos tratamentos em que tais mecanismos não foram adotados. Isto demonstra a importância destes mecanismos na qualidade de semeadura.

Os resultados de empolamento e os de área de elevação mostram o efeito do mecanismo rompedor de solo na redução de sua densidade no sulco, associado ao efeito de retorno de terra sobre o sulco propiciado pelos mecanismos de aterramento. Os dados distinguem-se entre os mecanismos de manejo da palha e do solo atuando isoladamente e entre os tratamentos que empregaram os de acabamento. Isto confirma que o modo de se tratar a palha altera significativamente à forma de ação do sulcador, haja vista o menor valor de empolamento obtido pelo tratamento RV. Este resultado se contrasta com o dado de área mobilizada, onde este tratamento obteve o maior valor, porém podendo ser explicado pela

maior largura máxima obtida. Portanto, com a retirada da palha da superfície do solo, o sulcador adotado promoveu uma ruptura de solo mais horizontal e o corte desta palha induziu a uma ruptura mais vertical. Esta diferença de forma de ação pode ainda não estar associada à palha propriamente dita, mas aos diferentes efeitos dos mecanismos DC e RV na superfície do solo.

Constatou-se que os mecanismos de retorno de palha adicionados ao DC e a RV contribuem também para o retorno do solo, resultando num aumento de no mínimo 10% no empoamento observado nos mecanismos que apresentaram rodas de varredura na sua composição, e de 26% nos mecanismos que apresentaram disco de corte.

Segundo Casão Junior e Siqueira (2006), a adição de mecanismo de retorno de solo e palha, chamados de “aterradores”, é de fundamental importância para realizar o acabamento da semeadura. Os tratamentos que melhor desempenharam a função de retorno de solo sobre a linha foram o DC+VT, DC+M1 e RV+MS, o que pode ser indicativo de qualidade de acabamento de semeadura.

A avaliação relativa à profundidade da semente mostra que o tratamento que mais se aproximou das recomendações técnicas para a cultura do milho foi o DC+M1, o qual obteve a maior profundidade (0,043 m), diferindo de todos os demais com exceção do DC+VT. Estes resultados se assemelham aos encontrados por Koakoski et al. (2007) com o mecanismo rompedor do tipo disco duplo (0,0443 m), mas abaixo dos valores encontrados por esses autores para o sulcador haste (0,0501 m).

O tratamento RV apresentou a menor profundidade das sementes, com 0,023 m, estando inferior aos padrões técnicos da cultura do milho. Aratani et al. (2006), avaliando o desempenho de uma semeadora em solo muito argiloso com palha intacta de milho, constataram que sementes mal cobertas por solo ou depositadas sobre sua superfície prejudicam o estabelecimento da população desejada de plantas. Possivelmente, a menor profundidade das sementes no tratamento RV venha a prejudicar a germinação das sementes.

Observa-se que a adição de mecanismos para retorno de solo nos tratamentos que continham rodas de varredura contribuiu para um aumento de no mínimo 0,017 a 0,023 m na profundidade da semente com o seu aterramento, demonstrando que semeadoras equipadas com rodas de varredura melhoram a profundidade de semeadura com a adição de mecanismos cobridores.

Nota-se, na Figura 03, os efeitos da haste sulcadora associados aos diferentes mecanismos colocados a sua frente, ficando claro que a forma de ação dos sulcadores depende muito de como a palha é manejada, interferindo na qualidade de

semeadura. As diferenças obtidas em área mobilizada devem-se às maiores profundidades e maiores larguras superficiais dos sulcos formados nos tratamentos RV e suas associações, também constatado por Swan et al. (1994).

Ficou evidente que diferentes mecanismos de manejo da palha por uma semeadora direta interferem diretamente na qualidade da operação. Em geral, pretende-se que no SPD revolva-se minimamente o solo, uma desvantagem da associação dos sulcadores tipo haste com as rodas de varredura, como demonstrado neste trabalho. Porém, no contexto do SPD para culturas anuais, as semeadoras diretas receberam outras atribuições além da semeadura. Por exemplo, atribui-se a estas semeadoras a função de realizar um preparo de solo localizado na linha de semeadura, normalmente em solos argilosos; discute-se também a possibilidade de atribuir às semeadoras a função de corrigir o perfil de distribuição dos corretivos e nutrientes no solo, aplicando corretivos a profundidades maiores. Em ambas as situações, o aumento do volume de solo mobilizado pela haste pode ser uma adequada estratégia, dando grande aplicabilidade aos mecanismos que atuem de forma semelhante às rodas de varreduras avaliadas neste trabalho.

3.4 CONCLUSÕES

A associação da haste sulcadora com os mecanismos que continham na sua composição rodas de varredura apresentaram as maiores mobilizações de solo em relação aos mecanismos que continham disco de corte.

A maior mobilização do solo na linha de semeadura pelas rodas de varredura, demonstra a necessidade da complementação com mecanismos de retorno para o aterramento do sulco, contribuindo no aumento da profundidade das sementes.

Os diferentes mecanismos de manejo da palha interferem diretamente na qualidade da operação da semeadura, sendo recomendável o uso dos aterradores para a melhoria do ambiente germinativo das sementes.

Os mecanismos de retorno foram eficientes na complementação da operação de semeadura e fundamentais para obtenção de qualidade nos itens avaliados.

3.5 REFERÊNCIAS

- ARATANI, R. G.; MARIA, I. C. de; CASTRO, O. M. de; PECHE FILHO, A.; DUARTE, A. P.; KANTHACK, R. A. D. Desempenho de semeadoras-adubadoras de soja em Latossolo Vermelho muito argiloso com palha intacta de milho. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.10, n.2, p.517–522, 2006.
- ARAÚJO, A. G.; CASÃO JUNIOR, R.; RALISCH, R.; SIQUEIRA, R. Mobilização de solo e emergência de plantas na semeadura direta de soja e milho em solos argilosos. Jaboticabal: *Engenharia Agrícola*, v. 19, n.2, p.226-237, dez. 1999.
- CARVALHO FILHO, A.; CENTURION, J. F.; SILVA, R. P. DA; FURLANI, C. E. A.; CARVALHO, L. C. C. Métodos de preparo do solo: alterações na rugosidade do solo. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.27, n.1, p.229-237, jan./abr. 2007.
- CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R. *Máquinas para manejo de vegetação e semeadura em plantio direto*. In.: CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R.; MEHTA, Y. R.; PASSINI, J. J. Sistema plantio direto com qualidade. Londrina: IAPAR, 2006. p.85-126.
- CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R.; ARAÚJO, A. G. de *Dinâmica de semeadoras-adubadoras diretas em Marechal Cândido Rondon – PR*. Londrina, PR: Instituto Agrônômico do Paraná – IAPAR, Agosto de 2001. p. 26
- COLOZZI FILHO, A.; ANDRADE, D. S. *Organismos do solo e atividade microbiana no plantio direto*. In.: CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R.; MEHTA, Y. R.; PASSINI, J. J. Sistema plantio direto com qualidade. Londrina: IAPAR, 2006. p.39-53.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Ciência do Solo. *Manual de métodos de análise do solo*. Rio de Janeiro, 1997. Não paginado.
- KOAKOSKI, A.; SOUZA, C. M. A. de; RAFULL, L. Z. L.; SOUZA, L. F. de; REIS, E. F. dos Desempenho de semeadora-adubadora utilizando-se dois mecanismos rompedores e três pressões da roda compactadora. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.42, n.5, p.725-731, maio 2007.
- RALISCH, R.; MIRANDA, T.M.; OKUMURA, R.S.; BARBOSA, G.M.C.; GUIMARÃES, M.F.; SCOPEL, E.; BALBINO, L.C. Resistência à penetração de um Latossolo Vermelho Amarelo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v.12, s. 4, p.381-384, 2008.

SCHLOSSER, J. F.; BERTOL, O. J.; BERTOL, I.; LAVORANTI, O. J. Desempenho de três mecanismos sulcadores de semeadora na presença de diferentes culturas destinada à cobertura de inverno. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 19, n. 1, p. 64-70, set. 1999.

SWAN, J. B.; HIGGS, R. L.; BAILEY, T. B.; WOLLENHAUPT, N. C.; PAULSON, W. H.; PETERSON, A. E. Surface residue and in-row treatment effects on long-term no-tillage continuous corn. *Journal Agronomy*, v.86, p.711-718, 1994.

VETSCH, J. A. & RANDALL, G. W. Enhancing no-tillage systems for corn with starter fertilizers, row cleaners and nitrogen placement methods. *Journal Agronomy*, v. 92, march-april, p.309-15, 2000.

4. ARTIGO B: MOBILIZAÇÃO DA PALHA POR DIFERENTES MECANISMOS DE MANEJO DA LINHA EM SEMEADURA DIRETA

Resumo

A manutenção da palha na superfície do solo e da linha de semeadura e a diminuição de sua inserção no interior do sulco são desafios de uma boa semeadura direta e, como tal, alvo de pesquisas por contribuírem para a melhoria do Sistema Plantio Direto (SPD). O objetivo foi avaliar diferentes mecanismos de manejo da palha na linha de uma semeadora direta, envolvendo dois conceitos de abertura da palha associados aos mecanismos de retorno da palha sobre a linha. O experimento foi conduzido no SPD em solo argiloso e apresentava 10,7 Mg ha⁻¹ de matéria seca de sorgo na superfície do solo. Os tratamentos consistiram na combinação de dois mecanismos à frente da haste sulcadora do adubo, composto do disco de corte e rodas de varredura, com três mecanismos atrás do sulcador da semente para retorno de solo, compostos de discos cobridores modelos: Vence Tudo, M1 e *Spider*, sendo que a combinação disco de corte e modelo *Spider* não foi avaliada. Avaliou-se o índice de permanência da cobertura com palha sobre o solo da linha de semeadura, e a massa da cobertura vegetal na superfície e no interior do sulco. Os resultados permitiram constatar que: o tratamento que continha o mecanismo rodas de varredura removeu 4,8 vezes a mais da palha na superfície da linha de semeadura em comparação com o disco de corte; a associação de mecanismos cobridores modelo Vence Tudo, M1 e *Spider* com rodas de varredura contribuíram com no mínimo 62% a mais de palha na superfície da linha em comparação ao mecanismo rodas de varredura isolado, demonstrando boa eficiência no retorno da palha; os mecanismos cobridores adicionados às rodas de varredura melhoraram o ambiente germinativo das sementes por reduzirem a introdução de palha no interior do sulco e manterem cobertura sobre a linha satisfatoriamente; o uso do disco de corte a frente da semeadora contribuiu para o aumento da introdução da palha no interior do sulco o que pode ser uma desvantagem para a melhoria do ambiente germinativo das sementes. Entretanto, a adição de mecanismos cobridores ao disco de corte possibilitou a manutenção da cobertura vegetal em níveis similares ao original.

Palavras-chave: Cobertura do solo. Sulcadores. Resíduos. Sistema plantio direto.

STRAW MOBILIZATION BY DIFFERENT NO-TILLAGE IN-LINE HANDLING MECHANISMS

Abstract

The maintenance of straw on the soil and seeding line surface, and its lower insertion inside the furrow, are challenges of good no-till seeding and, as such, targets for research, as they contribute for improvements in the No-Tillage Seeding System. The objective of this work was to assess different straw handling mechanisms in no-tillage by involving two concepts of straw opening associated with mechanisms of straw rake over the lines. The experiment was conducted under No-Tillage System in clay soil, and presented 10.7 Mg ha^{-1} of dry matter of sorghum on soil surface. The treatments consisted of the combination of two mechanisms at the front of the fertilizer opener, consisting of cutting disc and row cleaners, and three mechanisms behind the seed opener for straw rake, constituted by covering discs models: Vence Tudo, M1 and Spider. The combination cutting disc and Spider model was not assessed. The study assessed the permanence index of the straw coverage on the soil in the seeding line and the vegetal coverage mass on the surface and inside the furrow. The results allowed the following conclusions: the treatment with row cleaners mechanism removed 4.8 times more straw from the seeding line surface in comparison with cutting disc; the association of covering mechanisms models Vence Tudo, M1 and Spider with row cleaners contributed with, at least, 62% more straw on the line surface in comparison with the row cleaners mechanism isolatedly, showing good efficiency at straw rake; the covering mechanisms added to the row cleaners improved seed germination environment by reducing the introduction of straw in the interior of the furrow and keeping satisfactorily the coverage on the line; the use of cutting disc at the front of the seeder contributed for an increase in the introduction of straw in the interior of the furrow, which may be a disadvantage for the improvement of the germination environment of the seeds. However, the addition of covering mechanisms to the cutting disc enabled the maintenance of the vegetal coverage at levels similar to the original one.

Keywords: Soil coverage. Openers. Residues. No-Tillage system.

4.1 INTRODUÇÃO

Para a viabilidade do SPD, um dos componentes essenciais é a manutenção da cobertura na superfície do solo. Esta cobertura vegetal, quando morta, é genericamente referida como “palha” e também deve preferencialmente permanecer sobre a linha de semeadura visando proteger a superfície do solo e a emergência das plântulas em climas tropicais, por reduzir a possibilidade de seu encrostamento e agir na manutenção da temperatura e umidade do solo.

Esta cobertura do solo com palha impõe condições operacionais específicas às semeadoras, o que tem levado ao desenvolvimento de mecanismos especiais para operar no sistema. O disco liso, por exemplo, disposto à frente dos sulcadores, foi projetado visando cortar a palha e permitir a semeadura direta. No entanto, em solos argilosos, a alta resistência à penetração dos componentes rompedores das semeadoras associada à grande retenção de umidade no solo, tem resultado em problemas, tais como: corte irregular da vegetação, embuchamentos, abertura inapropriada do sulco, aderência de solo nos componentes, profundidade de semeadura desuniforme, cobertura e compactação inadequada do solo sobre as sementes, afetando assim a uniformidade de emergência das plantas.

Em alternativa ao disco liso de corte, existe o sistema de rodas de varredura, que visa afastar lateralmente a palha, ao invés de cortá-la, utilizando, como mecanismo, duas rodas engrenadas e dentadas localizadas à frente da haste sulcadora. Outra possibilidade de manejo da cobertura do solo é a utilização de mecanismos para o retorno da palha, conhecidos como aterradores utilizados nas semeadoras convencionais, mas que podem melhorar a qualidade de semeadura no SPD, por agirem positivamente, não só na manutenção da palha, mas na manutenção de solo sobre o sulco.

O objetivo foi avaliar diferentes mecanismos de manejo da palha na linha de uma semeadora direta, envolvendo dois conceitos de abertura da palha associados aos mecanismos de retorno da palha sobre a linha.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR) de Londrina-PR, a 23°37' S e 51°17' W. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distroférico e encontra-se sob SPD há 21 anos.

O experimento foi implantado no dia 6 de agosto de 2007 e a área experimental estava coberta por palha de sorgo manejada com triturador de resíduos vegetais, apresentando quantidade média de 10,7 Mg ha⁻¹ de matéria seca. Para a operação de semeadura foi utilizado um trator com 85 cv de potência e pesando 4.420 kg, trabalhando com velocidade média de 5,7 km h⁻¹. Para a execução dos tratamentos, utilizou-se uma semeadora direta Jumil com uma linha de semeadura, com a seguinte configuração: sulcador de fertilizante tipo haste, sulcador de semente tipo disco duplo defasado, roda controladora de profundidade de semente e roda compactadora lisa.

O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados com quatro repetições e sete tratamentos, sendo estes constituídos pelos mecanismos de manejo da linha de semeadura. As parcelas experimentais foram constituídas por uma linha de semeadura com 30 m de comprimento e distanciadas 3 m entre si, cujos tratamentos estão descritos na Tabela 01. A semente de milho utilizada foi da variedade Agrocerec 1051, na densidade de 8 sementes por metro.

Tabela 01 – Tratamentos experimentais constituídos pela combinação de mecanismos de manejo da palha posicionados à frente do sulcador tipo haste (anteriores) e atrás das rodas controladoras de profundidade (posteriores).

Tratamentos	Composição do conjunto	
	<i>Anteriores</i>	<i>Posteriores</i>
DC+VT	Disco de corte	Disco cobridor modelo VT
DC+M1	Disco de corte	Disco cobridor modelo M1
DC	Disco de corte	Sem mecanismo
RV+VT	Rodas de varredura	Disco cobridor modelo VT
RV+M1	Rodas de varredura	Disco cobridor modelo M1
RV+MS	Rodas de varredura	Disco cobridor modelo MS
RV	Rodas de varredura	Sem mecanismo

O mecanismo denominado rodas de varredura (RV) é constituído por dois discos metálicos lisos que possuem, ao longo de sua borda, pontas afiadas em bisel, que trabalham engrenadas e se movimentam pelo contato das pontas com o solo, deslocando a palha para a lateral da linha de semeadura, sem cortá-la. Já o mecanismo disco de corte (DC) é composto por disco metálico plano e liso, que se localiza anteriormente aos demais órgãos ativos da semeadora, e desempenha a função de corte da palha, utilizando o solo como anteparo.

Os conjuntos posteriores avaliados são também conhecidos como discos cobridores e visaram deslocar solo e palha da lateral ao centro do sulco. São posicionados lateralmente e após o sulcador de sementes em posição oblíqua ao deslocamento da semeadora, um de cada lado da linha de semeadura. Os modelos variam quanto ao formato da ferramenta. O modelo VT baseado no modelo do fabricante Vence Tudo, é composto de dois discos metálicos côncavos, com borda lisa. Os discos cobridores protótipo modelo M1 são dois discos metálicos lisos com reentrâncias semicirculares, formando uma borda recortada, distanciados entre si e posicionados em direção oblíqua em relação à linha de semeadura. Os discos cobridores modelo MS, de *Spider*, são dois discos metálicos lisos que possuem, ao longo de sua borda, pontas com afiação em bisel.

Para descrever os efeitos dos tratamentos envolvendo mecanismos de manejo da palha na linha de semeadura, avaliaram-se o índice de permanência da cobertura com palha sobre o solo, massa da cobertura vegetal na superfície da linha e a massa vegetal no interior do sulco.

A porcentagem de cobertura vegetal (palha) na superfície da linha foi quantificada utilizando uma trena de 15 m de comprimento com marcações equidistantes de 0,15 m, conforme metodologia de Laflen et al. (1981). A trena foi colocada na superfície da linha de semeadura em três locais, sendo no centro e nas duas laterais da linha, distanciadas 0,15 m do centro em cada parcela experimental. A porcentagem de palha obtida diretamente pela contagem do número de pontos intercedidos com palha sob a trena marcada. As porcentagens da cobertura do solo antes e após a semeadura serviram de subsídio para calcular o índice de permanência da cobertura com palha sobre o solo (IPS), descrito na equação 1, sugerida por Cortez et al. (2007).

Eq. 1

$$IPS = \left(\frac{CP}{CA} \right) * 100$$

Em que:

IPS, índice de permanência da cobertura com palha sobre o solo (%),

CP, Cobertura após a semeadura (%),

CA, Cobertura antes da semeadura (%).

Para a quantificação da palha na superfície do solo foram coletadas amostras após a passagem dos mecanismos, em dois locais opostos e transversalmente à linha de semeadura (Figura 01), sendo três posições no lado direito e três no lado esquerdo da linha. Para a coleta da palha, foi utilizada uma moldura metálica com dimensão de 0,15 x 0,30 m (Figura 01), juntamente com facas serrilhadas para seccionar a palha dentro da moldura. Posteriormente, o material coletado foi armazenado em sacos de papéis etiquetados e levado à estufa para secagem até peso constante. Os dados de massa de palha coletados do lado direito e esquerdo com distâncias iguais em relação ao centro da linha foram analisados pelo valor médio. Os valores encontrados foram extrapolados para gramas por metro quadrado da superfície da linha, conforme sugestão de Kaspar e Erbach (1998) e Fallahi e Raoufat (2008).

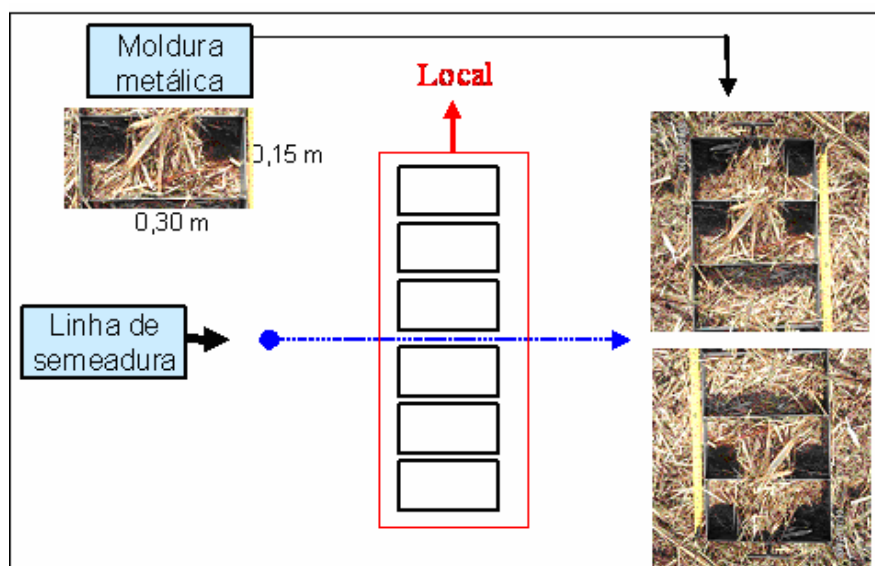


Figura 01 – Representação da forma de amostragem da massa da palha na superfície, avaliando a distribuição transversal desta em relação à linha de semeadura.

Também foi avaliada a massa da palha no interior do sulco, sendo removida manualmente a palha da superfície da linha de semeadura e coletado o solo com palha mobilizado no interior do sulco (Figura 02-A), em sete amostras por parcela, utilizando caixas metálicas com dimensões de 0,15 x 0,10 x 0,10 m (comprimento, altura e largura). Após a coleta do solo, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos identificados. Posteriormente, as amostras foram imersas em um recipiente com água, sendo que a palha que ficou em suspensão foi coletada com uma peneira de malha 3 mm (Figura 02-B) e o restante obtido com a lavagem da amostra. A palha foi acondicionada em sacos de papel e secas em estufa a 60°C até massa constante. Os resultados permitiram extrapolar os valores encontrados para gramas por metro cúbico de solo mobilizado conforme sugestão de Kaspar e Erbach (1998) e Fallahi e Raoufat (2008).



Figura 02 – Quantificação da massa vegetal no interior do sulco de semeadura, sendo: A, caixa metálica com solo do interior do sulco utilizada para mensurar. B, imersão de uma amostra e coleta da palha em suspensão com a peneira.

Após as coletas dos dados, efetuou-se a análise estatística da variância e quando houveram diferenças significativas a 5% de probabilidade de erro, suas médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O índice de permanência da cobertura com palha sobre o solo (IPS) indica que quanto maior o seu valor, melhor a ação dos mecanismos da semeadora em deixar a cobertura vegetal sobre a linha (CORTEZ et al., 2007). Constatou-se, que após a implantação dos tratamentos, os mecanismos mostraram distintas porcentagens de cobertura do solo sobre o centro da linha de semeadura (Tabela 02). O maior IPS no centro da linha (Tabela 02) foi obtido com o tratamento com disco de corte associado aos discos cobridores M1 com 93,8%, diferindo significativamente dos tratamentos com rodas de varredura associada ao disco cobridor M1 com 71,5%, disco de corte (DC) com 67,5%, rodas de varredura com disco cobridor modelo VT com 65,5% e rodas de varredura (RV) com 1%. Casão Junior et al. (2001), avaliando o desempenho de dez semeadoras de precisão em solo argiloso, com cobertura de 13 Mg ha⁻¹ de palha de milho e mucuna anã obteve, no melhor tratamento entre as semeadoras equipadas com discos aterradores (similares ao disco modelo VT), a permanência de 85% da cobertura, valor próximo ao encontrado no tratamento DC+VT (89,4%) e abaixo do tratamento DC+M1 (93,8%).

Tabela 02 – Porcentagem de cobertura do solo na lateral e centro da linha de semeadura antes e após a aplicação dos tratamentos com seus respectivos índices de permanências da cobertura sobre o solo (IPS).

Tratam.	Posição na linha *					
	Lateral			Centro		
	Antes (%)	Após (%)	IPS (%)	Antes (%)	Após (%)	IPS (%)
DC+VT	99,8 a	99,6 a	99,9 a	99,5 a	89 ab	89,4 ab
DC+M1	99,6 a	98,6 a	99,0 a	100 a	93,8 a	93,8 a
DC	99,8 a	98,8 a	99,0 a	100 a	67,5 c	67,5 c
RV+VT	100 a	95,6 a	95,6 a	100 a	65,5 c	65,5 c
RV+M1	99,9 a	96,6 a	96,7 a	100 a	71,5 bc	71,5 bc
RV+MS	99,8 a	94,0 a	94,2 a	99,5 a	76,5 abc	76,9 abc
RV	99,8 a	99,6 a	99,9 a	100 a	1,0 d	1,0 d

* Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5 %.

Em relação à habilidade de retornar a palha sobre a linha de semeadura (Tabela 02), os cobridores modelos VT e M1 associados ao DC apresentaram desempenhos

estatisticamente similares entre si e ambos foram superiores ao tratamento com DC sem nenhum mecanismo associado. Fica claro, que a adoção destes mecanismos posteriores ao DC aumenta a cobertura da linha de semeadura.

As rodas de varredura (RV) foram muito eficientes na retirada de palha no centro da linha, atingindo em média, 99% de redução no IPS quando operaram isoladamente (Tabela 02). Este efeito se deve à configuração dos mecanismos, os quais deslocam a palha lateralmente à linha de semeadura (VETSCH e RANDALL, 2000). Os mecanismos cobridores modelo VT, M1 e MS associados à RV, foram eficientes no retorno da palha e mostraram desempenhos estatisticamente similares entre si (Tabela 02), sempre comparando com o tratamento RV aplicado isoladamente.

A eficiência da retirada da palha pelas rodas de varredura aumenta a porcentagem de superfície de solo exposto, uma clara desvantagem, conforme constatações de Cepik et al. (2005). Portanto, estas devem estar sempre associadas aos mecanismos de acabamento e recolocação de palha sobre a linha de semeadura para que o sistema de produção se valha das vantagens de maior profundidade das sementes, manutenção da água e da temperatura no solo, constatadas por Aratani et al. (2006) e Casão Junior et al. (2001). Porém, Brandelero (2009) constatou que a retirada da palha afeta a forma de ação dos sulcadores tipo haste no solo, aumentando a funcionalidade das semeadoras diretas.

O tratamento DC atuando isoladamente, configuração mais usada atualmente pelos produtores, resultou em cobertura da linha de semeadura iguais aos tratamentos que associaram cobridores diferentes à RV. O tratamento RV+MS mostrou boa habilidade para retornar a palha, igualando-se aos tratamentos que empregaram DC associado aos cobridores.

Para melhor compreender a forma de ação dos mecanismos estudados, avaliou-se também o deslocamento horizontal e vertical da massa da palha (Tabela 03). Analisando os tratamentos DC e RV atuando isoladamente constata-se que, de fato, apenas o mecanismo RV retira a palha do centro da linha de semeadura. Isto não surpreende, tendo em vista a proposta de ação do mecanismo DC, mas como consequência negativa, este introduz o quádruplo de palha no sulco demonstrado na Tabela 03. Analisando-se a associação dos mecanismos anteriores citados com os posteriores avaliados, verifica-se que nenhum dos mecanismos cobridores foi capaz de retornar o mesmo volume de palha retirado pelo mecanismo RV, havendo necessidade de aperfeiçoá-los. Ainda nestas associações com RV, os mecanismos cobridores avaliados acabaram por introduzir mais palha no sulco que o próprio

mecanismo varredor, provável efeito do aterramento também promovido pelos mecanismos posteriores avaliados.

Conceitualmente falando, seria interessante que fosse possível distinguir a ação de aterramento da ação de retorno da palha para reduzir tal efeito. Os resultados obtidos demonstram não haver efeito de aporte de palha à superfície do sulco pelos mecanismos posteriores associados ao DC, porém evidenciam que tais mecanismos reduzem o efeito de introdução de palha no sulco pelo mecanismo DC, provavelmente pela mobilização de solo causada no aterramento deste. Brandelero (2009) constatou que a associação dos mecanismos cobridores ao disco de corte promoveu no mínimo o triplo da área de elevação em comparação ao mecanismo disco de corte quando visto isoladamente, promovendo melhor aterramento do sulco de semeadura.

Os resultados obtidos da massa da palha na posição 0 a 0,15 m nos tratamentos que continham o mecanismo DC na sua composição, estão acima dos encontrados por Kaspar e Erbach (1998), que obtiveram 363 g m⁻² de palha de milho utilizando o mecanismo disco de corte, bem como os de Fallahi e Raoufat (2008), com palha de trigo apresentando o disco de corte, 308 g m⁻² de palha N a mesma posição, observando os resultados dos tratamentos que continham o mecanismo RV, constata-se que os valores estão acima dos encontrados por Kaspar e Erbach (1998), que utilizaram os mesmos mecanismos e obtiveram 134 g m⁻² com palha oriunda da sucessão milho + soja na quantidade de 3 Mg há⁻¹ nas condições climáticas de Iowa e próximos aos de Fallahi e Raoufat (2008) alcançando 245 g m⁻² de palha de trigo que apresentava a quantidade 3,8 mg há⁻¹ nas condições climáticas do Irã. A superioridade dos resultados encontrados no trabalho pode estar ligada às condições experimentais desenvolvidas que foram de 10,7 Mg-há⁻¹ de palha de sorgo.

Tabela 03 – Deslocamento lateral da massa de palha em relação à linha de semeadura (g m^{-2}) e deslocamento vertical, correspondente à introdução de palha no interior do sulco de semeadura (g m^{-3}).

Tratamentos	Deslocamento lateral (superfície)			Deslocamento vertical
	0 - 0,15 m	0,15 - 0,30 m	0,30 - 0,45 m	(Interior)
	g m^{-2}			g m^{-3}
DC+VT	725 ab*	715 b	846 a	3.372 b
DC+M1	1.150 a	819 b	973 a	3.087 b
DC	1.032 a	1.138 a	1082 a	4.215 a
RV+VT	592 b	1.023 a	1231 a	2.380 c
RV+M1	591 b	1.134 a	1220 a	1.730 d
RV+MS	572 b	1.050 a	982 a	2.210 cd
RV	224 c	1.252 a	1159 a	1.070 e
CV (%)	20,28	23,57	27,56	18,93

* Médias seguidas por letras distintas na coluna entre os tratamentos distinguem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

As observações visuais do experimento, mostram que o tratamento DC isolado teve mais solo aderido ao disco ao se deslocar, expondo torrões na superfície que foram quantificados como solo descoberto.

Constata-se na coleta da massa da palha na posição entre 0,30 a 0,45 m na superfície da linha de semeadura (Tabela 03) que os tratamentos não apresentaram diferenças significativas, demonstrando que nesta faixa da lateral da linha os mecanismos não demonstram seus efeitos, mas podem servir de referência para avaliar os efeitos dos mecanismos entre as posições de cada tratamento. Neste sentido, o tratamento DC+M1 apresentou a maior média de massa de palha sobre o centro da linha, posição entre 0 a 0,15 m, porém não diferiu dos tratamentos DC+VT e DC. O fato do tratamento DC+M1 apresentar a maior média deve estar ligado à forma de trabalho do cobridor M1 decorrentes da sua forma estrutural, composto de discos metálicos lisos com reentrâncias semicirculares ao longo de sua borda, que visam mobilizar apenas a palha. O tratamento DC não apresentou diferenças significativas entre as suas médias, conforme era a expectativa, visto que o mesmo apenas secciona a palha, não a movimentando lateralmente.

O tratamento DC+VT não apresentou diferenças significativas, apesar de possuir mecanismo de manejo da linha que retorna a palha, demonstrando pouca eficiência no retorno da palha na superfície do solo quando associado ao disco de corte. Todos os tratamentos que continham rodas de varredura apresentaram valores significativamente abaixo

na posição central da linha de semeadura, demonstrando que os mecanismos de retorno de palha não foram suficientes para retornar os níveis de palha que continham inicialmente e foram deslocados pelas rodas de varredura. Entretanto, a quantidade de palha retornada pelos mecanismos de manejo da linha (572 a 592 g m^{-2}) são quantidades adequadas, próximos a 6 Mg ha^{-1} , o que é satisfatório em termos de conservação do solo.

Os resultados de incorporação de palha no interior do sulco (Tabela 03) mostram efeitos significativos dos mecanismos. Os tratamentos que continham disco de corte na sua composição incorporaram mais palha em comparação aos mecanismos que operaram com rodas de varredura. O tratamento DC apresentou a maior introdução de palha no interior do sulco sendo esta de 4.215 g m^{-3} , diferindo significativamente de todos os demais, inclusive dos tratamentos que continham este mecanismo na sua composição (DC+VT e DV+M1). Estes resultados são inferiores aos obtidos por Kaspar e Erbach (1998), obtendo 7.410 g m^{-3} de palha de milho no interior do sulco de semeadura, e estão acima dos encontrados por Fallahi e Raoufat (2008) com 3.459 g m^{-3} de palha de trigo.

Possivelmente, a maior introdução de palha no interior do sulco de semeadura, observados nos tratamentos com disco de corte à frente, contribua para a formação de espaços de ar (bolsões), que impedem um contato adequado solo-semente, prejudicando a germinação, conforme constatações de Aratani et al. (2006), avaliando o desempenho de uma semeadora na condição de $9,3 \text{ Mg ha}^{-1}$ de palha de milho, sem fragmentá-la e utilizando disco de corte associado ao sulcador haste.

O tratamento RV apresentou-se mais eficiente na redução da palha no interior do sulco (1.070 g m^{-3}), diferindo significativamente dos demais tratamentos (Tabela 03). Estes resultados também estão abaixo dos encontrado por Kaspar e Erbach (1998), obtendo 4.120 g m^{-3} de palha no interior do sulco de semeadura no tratamento com rodas de varredura, assim como os de Fallahi e Raoufat (2008), com tratamento composto por rodas de varredura e disco de corte (3.295 g m^{-3}), seguidos das rodas de varredura (3.058 g m^{-3}). Os resultados demonstraram que o tratamento rodas de varredura foi muito eficiente na retirada de palha, visto que as parcela continham em média $10,7 \text{ Mg ha}^{-1}$.

A variabilidade dos resultados da palha nas pesquisas relacionadas estão possivelmente dependentes de três fatores, sendo: nível de cobertura e resistência a cisalhamento, tamanho, distribuição e orientação dos fragmentos; ao tipo de solo como a densidade, umidade e textura; e outro ligado à forma de atuação dos mecanismos de manejo da palha, como a forma de corte e / ou afastamento lateral e a de retorno.

No entanto, o retorno da palha executado pelos mecanismos cobridores nos tratamentos RV+VT, RV+M1 e RV+MS contribuíram para o acréscimo de 164%, 162% e 155%, respectivamente de palha sobre a linha de semeadura em comparação ao mecanismo RV quando operou isoladamente. Estes resultados mostram que o retorno de palha pelos mecanismos cobridores adicionados às rodas de varredura precisam ser melhorados quanto ao seu desempenho, apesar da boa cobertura de palha (Tabela 02 e 03) no tratamento RV+VT.

Os mecanismos compostos de rodas de varredura isoladas ou associadas à cobridores, obtiveram médias abaixo dos tratamentos que continham disco de corte e seus cobridores, demonstrando resultados satisfatórios na redução de palha no interior do sulco de semeadura.

O tratamento DC+VT que apresenta o cobridor modelo VT, existente no mercado agrícola brasileiro e é usado com o nome de aterradores, apresentou desempenho similar aos tratamentos que continham rodas de varredura associados a todos os cobridores na manutenção da palha na posição 0 a 0,15 m.

4.4 CONCLUSÕES

O tratamento com rodas de varredura foi o mais eficiente na remoção da palha na superfície da linha de semeadura.

A associação de mecanismos cobridores modelo Vence Tudo, modelo M1 e *Spider* com as rodas de varredura demonstraram boa eficiência no retorno da palha.

Os mecanismos cobridores adicionados às rodas de varredura melhoraram o ambiente germinativo das sementes por reduzirem a introdução de palha no interior do sulco e manterem cobertura sobre a linha satisfatoriamente.

O uso do disco de corte a frente da semeadora contribuiu para o aumento da introdução da palha no interior do sulco o que pode ser uma desvantagem para a melhoria do ambiente germinativo das sementes. Entretanto, a adição de mecanismos cobridores ao disco de corte possibilitou a manutenção da cobertura vegetal a níveis similares ao original.

4.5 REFERÊNCIAS

- ARATANI, R. G.; MARIA, I. C. de; CASTRO, O. M. de; PECHE FILHO, A.; DUARTE, A. P.; KANTHACK, R. A. D. Desempenho de semeadoras-adubadoras de soja em Latossolo Vermelho muito argiloso com palha intacta de milho. *Revista Brasileira de Engenharia Agricultura Ambiental*, v.10, n.2, p.517–522, 2006.
- BRANDELERO, E. M. Mecanismos para manejo da palha e do solo na linha em semeadura direta. Tese. Londrina: universidade estadual de londrina – UEL, 2009. 80f.
- CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R.; ARAÚJO, A. G. de *Dinâmica de semeadoras-adubadoras diretas em Marechal Cândido Rondon – PR*. Londrina, PR: Instituto Agrônômico do Paraná – IAPAR, Agosto de 2001. 26p.
- CEPIK, C. E. C.; TREIN, C. R.; LEVIEN, R. Força de tração e volume de solo mobilizado por haste sulcadora em semeadura direta sobre campo nativo, em função do teor de água no solo, profundidade e velocidade de operação. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.25, n.2, p.447-457, maio/ago. 2005.
- CORTEZ, J. W.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P. da; CARVALHO FILHO, A. Parâmetros de avaliação no solo, na máquina e na planta sob plantio direto. *Revista Plantio Direto*, ed. 98, março/abr. 2007.
- FALLAHI, S & RAOUFAT, M.H. Row-crop planter attachments in a conservation tillage system: A comparative study. *Soil & Tillage Research* n. 98, 2008 p.27–34
- KASPAR, T. C. & ERBACH, D. C. Improving stand establishment in no-till with residue-clearing planter attachments. *Transactions of the ASAE*, v. 41, n. 2, p.301-306, 1998.
- LAFLEN, J. M.; AMEMIYA, M.; HINTZ, E. A. Measuring crop residue cover. *Journal of soil and Water Conservation*, Ankeny, v.36, n.6, p.341-43, 1981.
- VETSCH, J. A. & RANDALL, G. W. Enhancing no-tillage systems for corn with starter fertilizers, row cleaners and nitrogen placement methods. *Journal Agronomy*, v. 92, march-april, 2000. p.309-15.

5. ARTIGO C: MANEJO DA COBERTURA DA LINHA DE SEMEADURA E SEUS EFEITOS NA TEMPERATURA E CONTEÚDO DE ÁGUA NO SOLO E EMERGÊNCIA DO MILHO.

RESUMO

A adequada condução do Sistema de Plantio Direto (SPD) em culturas anuais exige um manejo da cobertura do solo. Esta cobertura permanente do solo pode melhorar as condições de germinação das sementes, porém a forma de manejá-la pode desfavorecer o ambiente para as sementes e plântulas. O objetivo do presente trabalho foi avaliar diferentes mecanismos de manejo da cobertura da linha em semeadura direta e seus efeitos na manutenção da umidade e da temperatura do solo no ambiente germinativo das sementes de milho. O experimento foi conduzido no SPD em solo argiloso e apresentava $10,7 \text{ Mg ha}^{-1}$ de matéria seca de sorgo na superfície do solo. Os tratamentos consistiram na combinação de dois mecanismos à frente da haste sulcadora do adubo, composto do disco de corte e rodas de varredura, com três mecanismos atrás do sulcador da semente para retorno de solo, compostos de discos cobridores modelos: Vence Tudo, M1 e *Spider*, sendo que a combinação disco de corte e modelo *Spider* não foi avaliada. Avaliou-se o índice de permanência da palha no solo, a temperatura e a umidade do solo na linha de semeadura, a emergência das plântulas de milho, a profundidade de deposição e o teor de água das sementes. Constatou-se que 80% da variabilidade dos resultados de emergência de plântulas de milho podem ser explicados com a presença da palha na superfície da linha de semeadura, bem como pela manutenção do conteúdo de água sobre esta. No entanto, os mecanismos de retorno da palha não contribuíram para o aumento da emergência das plântulas de milho. Todos os tratamentos que mantiveram no mínimo de 65,5% de cobertura na superfície da linha de semeadura proporcionaram ao menos 30% de conteúdo de água volumétrico no solo na profundidade entre 0,031 a 0,06 m, obtendo emergência de plântulas de milho superiores a 92%. A retirada da palha pelas rodas de varredura quando operou isoladamente, e a baixa profundidade das sementes refletiu em menores índices de emergência das plântulas devido a limitações hídricas ocorridas no ambiente germinativo.

Palavras-chave: Semeadura direta. Ambiente germinativo. Sulcadores. Palha na linha.

SEEDING LINE COVERAGE HANDLING AND ITS EFFECTS ON SOIL TEMPERATURE AND WATER CONTENT AND CORN EMERGENCE

ABSTRACT

The appropriate conduction of No-tillage System in annual crops requires soil coverage handling. This permanent soil coverage may improve seed germination conditions, though the way to handle it may not favor the environment for the seeds and seedlings. The objective of the current work was to assess different seeding line coverage handling mechanisms in No-tillage Seeding System and their effects in the maintenance of soil humidity and temperature in the germination environment of corn seeds. The experiment was conducted with No-tillage System in clay soil and presented 10.7 Mg ha^{-1} of dry matter of sorghum on the soil surface. The treatments consisted of the combination of two mechanisms at the front of the fertilizer opener, consisting of cutting disc and row cleaners, and three mechanisms behind the seed opener for straw rake, constituted by covering discs models: Vence Tudo, M1 and Spider. The combination cutting disc and Spider model was not assessed. The study assessed the permanence index of the straw coverage on the soil, soil temperature and humidity in the seeding line, corn seedling emergence, deposition depth and seed water content. It was verified that 80% of the variability of the results of corn seedling emergence can be explained by the presence of straw in the seeding line, as well as by the maintenance of the water content on it. Nevertheless, the mechanisms of straw rake did not contribute for an increase in corn seedling emergence. All the treatments that kept a minimum of 65.5% of the coverage on the seeding line provided at least 30% of volumetric water content in the soil at 0.031 to 0.06 m depth, achieving corn seedling emergence higher than 92%. Straw withdrawal by row cleaners operating isolatedly and the low depth of the seeds produced lower indexes of seedling emergence due to hydric limitations in the germination environment.

Keywords: No-tillage seeding system. Germination environment. Openers. Straw on the line.

5.1 INTRODUÇÃO

O SPD para as culturas anuais exige a transposição da cobertura do solo pela operação de semeadura para a correta aplicação dos insumos, fertilizante e sementes, no solo, operação cuja terminologia que vem se consagrando para representá-la é “manejo da palha”. No entanto, a cobertura do solo com palha impõe condições operacionais específicas às semeadoras, o que tem levado ao desenvolvimento de mecanismos especiais para operar no sistema. Em geral, as semeadoras diretas adotam o corte da palha para tal, seja com o disco de corte quando associado à haste sulcadora ou pelo próprio disco duplo defasado. Nestes casos, o corte se dá contra o solo, podendo inserir parte da palha neste, acelerando sua decomposição e prejudicando o ambiente germinativo das sementes. Uma alternativa disponível é a retirada lateralmente da palha antes dos sulcadores, promovida pelas rodas de varredura, porém aumentando a área da superfície do solo descoberta, ficando mais vulnerável às intempéries, exigindo a reposição desta palha sobre a linha de semeadura.

O objetivo do trabalho foi avaliar diferentes mecanismos de manejo da palha, associando tanto o disco de corte como a roda de varredura com diferentes mecanismos de retorno de solo e palha sobre a linha de semeadura, e seus efeitos na umidade e temperatura do solo e na emergência do milho.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), em Londrina-PR, a 23°37' S e 51°17' W. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distroférico e encontra-se sob SPD há 21 anos. Os dados climatológicos durante o período da realização do experimento foram cedidos pela da Estação Climatológica do IAPAR (Figura 01).

O experimento foi implantado no dia 6 de agosto de 2007 e a área experimental estava coberta por palha de sorgo manejada com triturador de resíduos vegetais, apresentando quantidade média de 10,7 Mg ha⁻¹ de matéria seca. Para a operação de semeadura foi utilizado um trator com 85 cv de potência e pesando 4.420 kg, trabalhando com velocidade média de 5,7 km h⁻¹. Para a execução dos tratamentos, utilizou-se uma semeadora

direta Jumil com uma linha de semeadura, com a seguinte configuração: sulcador de fertilizante tipo haste, sulcador de semente tipo disco duplo defasado, roda controladora de profundidade de semente e roda compactadora lisa.

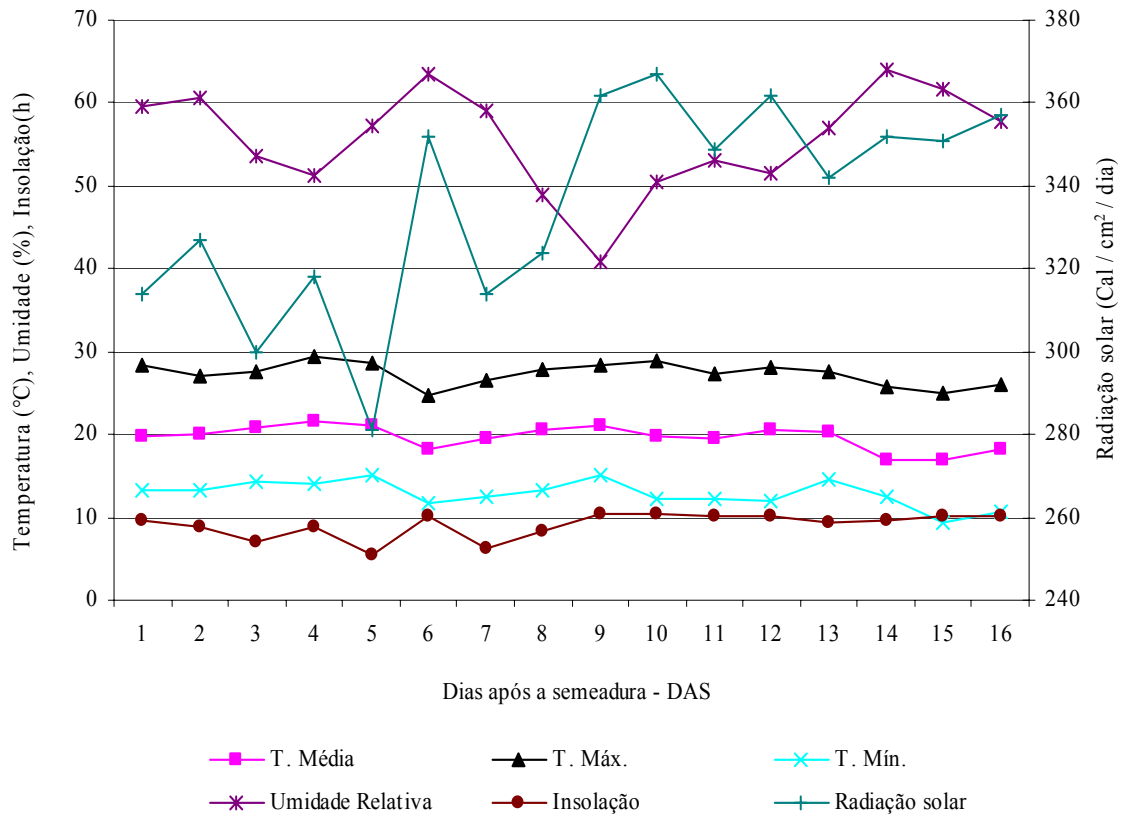


Figura 01 – Dados meteorológicos da Estação climatológica do IAPAR no período de realização do experimento e referentes às temperaturas máxima, mínima e média do ar, umidade relativa do ar, insolação e radiação solar.

O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados com quatro repetições e sete tratamentos, sendo estes constituídos pelos mecanismos de manejo da linha de semeadura. As parcelas experimentais foram constituídas por uma linha de semeadura com 30 m de comprimento e distanciadas 3 m entre si, cujos tratamentos estão descritos na Tabela 01. A semente de milho utilizada foi da variedade Agrocerec 1051, na densidade de 8 sementes por metro. A análise fisiológica das sementes de milho mostrou que no momento da semeadura, estas apresentaram 96% de germinação e 99% de plântulas normais.

O mecanismo denominado rodas de varredura (RV) é constituído por dois discos metálicos lisos que possuem, ao longo de sua borda, pontas afiadas em bisel, que

trabalham engrenadas e se movimentam pelo contato das pontas com o solo, deslocando a palha para a lateral da linha de semeadura, sem cortá-la. Já o mecanismo disco de corte (DC) é composto por disco metálico plano e liso, que se localiza anteriormente aos demais órgãos ativos da semeadora, e desempenha a função de corte da palha, utilizando o solo como anteparo.

Tabela 01 – Tratamentos constituídos pela combinação de mecanismos de manejo da palha posicionados à frente do sulcador tipo haste (anteriores) e atrás das rodas controladoras de profundidade (posteriores).

Tratamentos	Composição do conjunto	
	<i>Anteriores</i>	<i>Posteriores</i>
DC+VT	Disco de corte	Disco cobridor modelo VT
DC+M1	Disco de corte	Disco cobridor modelo 1
DC	Disco de corte	Sem mecanismo
RV+VT	Rodas de varredura	Disco cobridor modelo VT
RV+M1	Rodas de varredura	Disco cobridor modelo 1
RV+MS	Rodas de varredura	Disco cobridor modelo S
RV	Rodas de varredura	Sem mecanismo

Os conjuntos posteriores avaliados são também conhecidos como discos cobridores e visaram deslocar solo e palha da lateral ao centro do sulco. São posicionados lateralmente e após o sulcador de sementes em posição oblíqua ao deslocamento da semeadora, um de cada lado da linha de semeadura. Os modelos variam quanto ao formato da ferramenta. O modelo VT baseado no modelo do fabricante Vence Tudo, é composto de dois discos metálicos côncavos, com borda lisa. Os discos cobridores protótipo modelo M1 são dois discos metálicos lisos com reentrâncias semicirculares, formando uma borda recortada, distanciados entre si e posicionados em direção oblíqua em relação à linha de semeadura. Os discos cobridores modelo MS, de *Spider*, são dois discos metálicos lisos que possuem, ao longo de sua borda, pontas com afiação em bisel.

Para descrever os efeitos dos tratamentos, avaliaram-se o índice de permanência da cobertura com palha sobre o solo, a temperatura e a umidade do solo na linha de semeadura, o teor de água e a profundidade das sementes de milho, bem como a emergência das plântulas de milho.

A porcentagem de cobertura com palha na superfície da linha foi quantificada utilizando uma trena de 15 m de comprimento com marcações equidistantes de 0,15 m (Figura 02-A), conforme metodologia de Laflen et al. (1981). A trena foi colocada na superfície da linha de semeadura em dois locais, sendo um no centro e outro nas duas laterais da linha, distanciados 0,15 m do centro em cada parcela experimental, sendo a porcentagem de palha obtida diretamente pela contagem do número de pontos intercedidos com palha sob a trena marcada. As porcentagens da cobertura do solo antes e após a semeadura serviram de subsídio para calcular o índice de permanência da cobertura com palha sobre o solo (IPS) descritos na equação 1 (CORTEZ et al., 2007).

Eq. 1

$$IPS = \left(\frac{CP}{CA} \right) * 100$$

Em que:

IPS, índice de permanência da cobertura com palha sobre o solo (%),

CP, Cobertura após a semeadura (%),

CA, Cobertura antes da semeadura (%).



Figura 02 – Vista da trena marcada utilizada para quantificar a porcentagem de palha na superfície da linha de semeadura (A) e do geotermômetro de mercúrio, utilizando no interior do sulco para avaliar a temperatura do solo (B).

A temperatura do solo foi registrada diariamente as nove e às quinze horas, com um geotermômetro de mercúrio de leitura direta conforme Figura 02-B (SIDIRAS e PAVAN, 1986), o qual foi instalado na linha de semeadura de cada parcela a 0,05 m de

profundidade. As leituras foram efetuadas do primeiro ao décimo quinto dia após a semeadura, sendo seu resultado expresso em média do período avaliado.

Para avaliar o conteúdo de água no solo no interior do sulco de semeadura, foram coletadas amostras deformadas de solo em quatro épocas e em cada parcela, sendo uma na profundidade de 0 a 0,06 m quantificada no dia da semeadura, e as demais em duas profundidades (0 a 0,03 m e 0,031 a 0,06 m), coletadas um dia (24 horas) após a semeadura no início da emergência das sementes e no final da emergência. Para a coleta, utilizaram-se cápsulas de alumínio com capacidade de 184,6 cm³. Após a coleta do solo úmido, as cápsulas foram lacradas com fita plástica para evitar perdas de água e, em seguida, foi realizada a pesagem e acondicionamento das amostras em estufa a 105°C até peso constante. Após secagem do solo, foi calculada o conteúdo de água no solo, utilizando-se da fórmula demonstrada na equação 2 (EMBRAPA, 1997). Para a determinação da densidade do solo (equação 3) coletaram-se duas amostras indeformadas de solo por parcela na profundidade de 0,025 a 0,075 m.

$$\text{Eq. 2} \quad U (\%) = \left\{ \frac{[(P_u - P_s) * 100]}{P_s} \right\} * \rho$$

Em que:

U, conteúdo de água no solo expresso na unidade volumétrica (%),

P_u, peso do solo úmido (g),

P_s, peso do solo seco (g),

ρ, densidade do solo (Mg m⁻³).

$$\text{Eq. 3} \quad \rho = \frac{m}{v}$$

Em que:

ρ, densidade aparente do solo (Mg m⁻³),

m, massa do solo (Mg),

v, volume do solo (m⁻³).

Antes da semeadura, efetuou-se análise da germinação das sementes de milho quanto à porcentagem de plântulas normais e do envelhecimento rápido no laboratório de sementes do IAPAR. No campo, determinou-se a porcentagem de emergência contando-se

o número de plântulas emergidas a cada dia em 10 metros em cada parcela, a partir do dia em que a primeira plântula emergiu, até a não ocorrência da emergência, definido como estabilidade da emergência (ARAÚJO et al., 1999). O índice de velocidade de emergência foi obtido dividindo-se a porcentagem de plântulas emergidas em cada dia, pelo número de dias do plantio até à emergência, conforme a equação 3 (ERBACH, 1982).

Eq. 3

$$\mathbf{I.V.E.} = \left(\frac{E_1}{N_1}\right) + \left(\frac{E_2}{N_2}\right) + \dots + \left(\frac{E_n}{N_n}\right)$$

Em que:

I.V.E., índice de velocidade de emergência (% dia⁻¹),

E₁, E₂, E_n, porcentagem de plantas emergidas, computadas na primeira, segunda até a última contagem (%),

N₁, N₂, N_n, número de dias da 1^a, 2^a até a última contagem (dia).

A quantificação do teor de água das sementes (T.A.S.) foi realizada 24 horas após a semeadura dos tratamentos. Foram coletadas vinte sementes por parcela manualmente e armazenadas em recipiente hermeticamente fechado para evitar desidratação. Posteriormente as sementes úmidas foram pesadas (Pu) e levadas para estufa de circulação forçada até peso constante, aferindo-se o peso seco (Ps). Após secagem das sementes, foi calculado o teor de umidade das sementes utilizando-se da equação 4 (CARVALHO, 2000).

Eq. 4

$$\mathbf{T.A.S.(%) = \frac{[(Pu - Ps) * 100]}{Ps}$$

Em que:

T, teor de água das sementes (%),

Pu, peso das sementes úmidas (g),

Ps, peso das sementes secas (g).

A profundidade das sementes foi determinada coletando-se dez plântulas por parcela após a emergência, medindo-se a distância entre a base do hipocótilo da semente (no interior do solo) e o início da parte superior do colmo (fora do solo) onde iniciava a presença de clorofila (ARAÚJO et al., 1999).

Após as coletas dos dados, efetuou-se análise da variância e, quando houve diferenças significativas a 5% de probabilidade de erro, suas médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Para avaliar a relação entre os conjuntos de dados das variáveis analisadas, efetuou-se a análise de correlação linear simples (r) utilizando o programa computacional de correlação da Microsoft Office Excel 2003.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados climáticos durante a condução do experimento, mostrados na Figura 01, indicam que a temperatura média do ar variou de 17 a 21,7°C, a temperatura máxima de 24,6 a 29,4°C e a mínima de 9,4 a 15°C. Já a radiação solar variou de 281 a 367 Cal./cm²/dia e a insolação de 5,5 a 10,4 horas. A umidade relativa do ar oscilou entre 40,8 a 64%. Não ocorreu precipitação pluviométrica durante a realização do experimento, contribuindo desta forma para averiguar distintivamente os efeitos dos tratamentos.

A semeadora foi regulada para distribuir oito sementes por metro linear, sendo que o número médio de sementes distribuídas na linha de semeadura foi de 7,6 sementes por metro linear, estando 5% abaixo do desejado. Casão Júnior e Siqueira (2003) afirmam que semeadoras que apresentarem número de sementes distribuídas no campo com variação inferior a 10% do recomendado são consideradas boas.

Segundo Carvalho (2000), o aumento do teor de água nas sementes intensifica a atividade respiratória das sementes, o que irá degradar substâncias de reserva e, por sua vez, irá nutrir o crescimento do eixo embrionário, possibilitando, em etapa seguinte, melhor desempenho no processo germinativo.

Os resultados de teor de água das sementes (T.A.S.) vinte e quatro horas após a semeadura mostram que o tratamento DC+VT apresentou a maior porcentagem com 41,5% de umidade (Tabela 02), diferindo significativamente dos tratamentos RV+M1 e RV, com 35,9 e 36,1%, respectivamente, diferenças que, na média, foram de 5,5%. O tratamento RV apresentou o menor conteúdo de água no solo, sendo esta de 24% (Tabela 02) diferindo significativamente do DC+VT que tinha 32%. Isso demonstra que o maior contato das sementes com o conteúdo de água do solo no tratamento DC+VT favoreceu o maior teor de água das sementes. O baixo coeficiente de variação observado demonstra ser um dado interessante para se avaliar o ambiente germinativo. Freitas (2005) obteve as menores porcentagens de água nas sementes de milho nos tratamentos que não continham mecanismos

para retorno da palha e solo sobre a linha de semeadura em comparação aos que apresentavam os discos aterradores e / ou rodas aterradoras inclinadas, atribuindo tais resultados a maior porcentagem de umidade decorrente da ação da palha sobre o solo.

Os dados de porcentagem de emergência e do índice de velocidade de emergência, apresentados na Tabela 02, demonstram que a menor velocidade e eficiência de emergência foi obtido no tratamento RV, confirmando que os fatores climáticos impostos à superfície da linha de semeadura descoberta são mais prejudiciais que a eventual introdução de palha no sulco. Constata-se também que o emprego de RV exige a adoção de mecanismos de retorno da palha à linha de semeadura para proteger a superfície do solo e a capacidade de emergência das plantas. O mesmo comportamento nestes quesitos não foi observado nos tratamentos que envolviam o DC, ou seja, a adoção de cobridores associados ao DC não melhoraram os resultados de emergência das plântulas. A emergência das plântulas se iniciou no oitavo dia, com o tratamento DC+VT apresentando a maior porcentagem de plântulas emergidas sendo estas de 31,5%, e o tratamento RV a menor com 6,3%.

Tabela 02 – Resultados do experimento relativos ao conteúdo de água no solo (%) 24 horas após a semeadura, teor de água das sementes - T.A.S. (%) 24 horas após a semeadura, emergência de plântulas de milho (%) nos respectivos dias após a semeadura - D.A.S., bem como o índice de velocidade de emergência - I.V.E. (% dia⁻¹).

Tratam.	Conteúdo de água 24 hs (%)	T.A.S. (%)	Dias após a semeadura - D.A.S.							I.V.E. % dia ⁻¹
			8°	9°	10°	11°	12°	13°	15°	
			Emergência de plântulas (%)							
DC+VT	32 a	41,5 a*	31,5 a	59,1 ab	78,0 ab	86,6 ab	89,8 a	92,1 a	88,2 a	31,0 a
DC+M1	29 ab	37,7 ab	28,3 ab	78,0 a	97,6 a	100,0 a	98,4 a	99,2 a	94,5 a	34,9 a
DC	27 ab	38,8 ab	18,1 ab	60,6 ab	83,5 ab	90,6 ab	99,2 a	99,2 a	99,2 a	33,0 a
RV+VT	27 ab	40,2 ab	12,6 ab	48,8 b	66,1 b	78,7 ab	82,7 a	88,2 a	94,5 a	28,7 a
RV+M1	31 a	35,9 b	15,7 ab	52,0 b	75,6 ab	81,9 ab	93,7 a	96,1 a	94,5 a	30,6 a
RV+MS	27 ab	39,2 ab	10,2 ab	41,7 b	59,1 b	63,0 b	78,7 a	86,6 a	92,1 a	26,5 a
RV	24 b	36,1 b	6,3 b	11,0 c	15,0 c	22,0 c	25,2 b	28,3 b	33,9 b	8,9 b
C.V.(%)	12,89	5,52	80,25	32,12	27,04	25,74	20,58	18,05	22,32	20,2

*Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

Nota-se que apenas o tratamento DC+M1 apresentou 100% de emergência, o que aconteceu no 11º D.A.S.. Aparentemente, a associação do DC aos sulcadores avaliados oferece melhor ambiente germinativo às sementes de milho e isto possivelmente se deve à alteração da forma de ação dos sulcadores no solo, já constatado por Brandelero (2009). O corte superficial do solo realizado pelo disco de corte pode induzir uma forma de ação específica do sulcador, alterando o efeito de rompimento das estruturas do solo e induzindo a uma menor rugosidade das paredes do sulco e melhor contato solo-semente (DOMINGOS et al, 2009) Uma alternativa para melhorar este ambiente germinativo promovido pelo mecanismo RV seria o aumento ou redirecionamento da pressão de compactação da superfície do sulco exercido por equipamentos com este fim.

Os resultados de I.V.E. estão divididos em dois agrupamentos estatísticos, um com as maiores médias oscilando entre 26,5 a 34,9% dia⁻¹ composto dos tratamentos: DC+VT, DC+M1, DC, RV+VT, RV+M1, RV+MS, e outro com 8,9% dia⁻¹ composto unicamente pelo tratamento RV. Os resultados das maiores médias do primeiro agrupamento são superiores aos encontrados por Fallahi e Raoufat (2008), que obtiveram entre 15 e 18,8% dia⁻¹, trabalhando com disco de corte e rodas de varredura, respectivamente. Já o resultado do tratamento RV está próximo do encontrado por Fernandes et al. (2005), variando este entre 9,1 e 10% dia⁻¹, quando avaliou mecanismos sulcadores e compactadores. Segundo Sattler e Portella (1999), as diferenças observadas no índice de velocidade de emergência na cultura do milho na condição de palha de ervilhaca podem ser atribuídas às características individuais de cada tipo do mecanismo sulcador nas cinco semeadoras avaliadas pelos pesquisadores.

Analisando os dados constantes na Tabela 03, verifica-se que o conteúdo de água no solo no momento da semeadura estava uniforme, devendo-se às variações ocorridas aos tratamentos realizados. Constata-se que há claro efeito da ausência de cobertura sobre a linha de semeadura na perda mais acentuada de umidade do solo no sulco de semeadura nas profundidades avaliadas, podendo interferir no potencial de germinação das sementes. Estes comportamentos estão associados ao tratamento RV, ou seja, sem recolocação de palha sobre a linha de semeadura, os menores valores de umidade do solo nas épocas e profundidades avaliadas. Na profundidade de 0,03 m no início da emergência, todos os tratamentos que continham RV na sua composição apresentaram os menores valores de conteúdo de água no solo, não se distinguindo apenas do tratamento DC. Portanto, deve-se considerar que a recolocação de palha sobre a linha é muito interessante para preservação deste conteúdo de água no solo e que, mesmo sem promover movimentação de solo, o mecanismo RV propicia mais rápida perda de água das camadas superficiais do solo. Conforme observações de

Andrade et al. (2007), o uso de cobertura morta na superfície do solo ocasiona uma redução nas perdas de água por evaporação de 19 a 42%, respectivamente, para 3 e 6 Mg ha⁻¹ de palha de aveia, em comparação ao solo descoberto.

A remoção da palha sobre a linha de semeadura pelos mecanismos de manejo da palha, expressos como índice de permanência da cobertura com palha sobre o solo na superfície da linha (Tabela 03), resultou em distintos conteúdos de água no solo, demonstrando que os tratamentos que continham mais de 65,5% de palha, tratamento RV+VT, mantiveram no mínimo 30% de conteúdo de água no solo na profundidade entre 0,031 a 0,06 m ao final da emergência das plântulas de milho. Entretanto, na profundidade acima, 0 a 0,03 m, somente o tratamento DC+M1 apresentou percentuais próximos a da camada inferior entre 0,031 a 0,06 m, sendo este conteúdo de água no solo de 29,7% com 93,8% de cobertura com palha, conferindo melhores condições de conteúdo de água no solo para a germinação das sementes, uma vez que o referido tratamento apresentou maior profundidade em relação aos demais.

Tabela 03 – Conteúdo de água no solo (%) do sulco de semeadura em diferentes épocas: implantação (na profundidade 0 - 0,06 m), Início EME e Final EME, referindo-se ao período da emergência de plântulas de milho em duas profundidades, 0 - 0,03 m e 0,031 - 0,06 m; profundidade de semeadura – (Prof. Sem. m) e índice de permanência da cobertura com palha sobre o solo (IPS) (%)

Tratam.	Conteúdo de água no solo (%)					Prof. Sem. m	IPS %
	Implantação		Início EME				
	0-0,06 m	0-0,03 m	0,031-0,06 m	0-0,03 m	0,031-0,06 m		
DC+VT	38,0 a*	24,7 ab	37,4 a	18,4 c	35,1 a	0,036 b	89,4 ab
DC+M1	40,8 a	29,6 a	39,1 a	29,7 a	36,5 a	0,043 a	93,8 a
DC	40,4 a	22,4 bc	32,8 abc	23,5 abc	30,0 bc	0,032 b	67,5 c
RV+VT	44,4 a	21,9 bc	36,5 ab	27,4 ab	34,8 a	0,035 b	65,5 c
RV+M1	41,3 a	17,7 c	30,9 abc	20,1 bc	32,5 ab	0,030 b	71,5 bc
RV+MS	38,4 a	18,0 c	29,5 bc	20,7 abc	31,7 ab	0,036 b	76,9 abc
RV	43,0 a	11,6 d	29,4 c	9,8 d	30,1 c	0,023 c	1,0 d
C.V.(%)	10,32	16,03	12,44	21,42	6,05	12,25	21,2

* Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

Já os resultados de temperatura, Tabela 04 nos mostra que as diferenças nos índices de cobertura da palha sobre o solo alteraram a temperatura do solo medida às 15h, onde o tratamento RV apresentou o maior valor médio. Isto confirma que a cobertura age na

proteção à radiação solar sobre o solo e não na convecção, ou seja, a perda de temperatura da superfície do solo para a atmosfera que acontece durante a noite. Trata-se da confirmação de mais uma justificativa para se manter os solos em condições tropicais cobertos. É esta variação térmica diurna que pode explicar a redução na disponibilidade de água da superfície do solo verificado e comentado anteriormente.

Tabela 04 – Temperatura média (°C) do solo a 0,05 m de profundidade na linha de semeadura em dois momentos do dia, 9 e 15 horas, durante a emergência das sementes de milho.

Tratamentos	Temperatura (°C)	
	9 horas	15 horas
DC+VT	17,9 a*	21,7 bc
DC+M1	17,8 a	21,2 c
DC	17,8 a	22,0 b
RV+VT	17,8 a	22,2 b
RV+M1	17,8 a	22,1 b
RV+MS	17,8 a	22,4 b
RV	17,8 a	24,1 a
C.V. (%)	1,36	2,12

*Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

Os resultados obtidos mostram que os baixos índices de permanência da cobertura com palha na superfície da linha de semeadura encontradas no tratamento RV (Tabela 03) proporcionaram temperaturas médias do solo às 15 horas de 24,1°C (Tabela 04). Entretanto, a adição de maiores porcentagens de palha sobre a linha de semeadura fez com que diminuísse a temperatura do solo para 21,2°C no tratamento DC+M1 nas condições do experimento (Figura 01). Entretanto, as diferentes porcentagens de cobertura com palha não interferiram termicamente no horário das 9 horas, devido possivelmente ao pouco tempo de exposição à radiação solar conforme Conceição et al. (2000).

A baixa porcentagem de emergência e de seu índice de velocidade ocorrida no mecanismo RV (Tabela 02) pode estar relacionada à baixa profundidade das sementes e umidade do solo na superfície da linha de semeadura (Tabela 03), decorrentes da evaporação da água pelo aumento da temperatura do solo (Tabela 04), devido à baixa porcentagem da cobertura do solo com 1% (Tabela 02), comprometendo o ambiente germinativo, apesar de demonstrar condições térmicas ideais para a emergência. Estes resultados corroboram com Schneider e Gupta (1985), que obtiveram boas porcentagens de emergência de sementes de milho entre 20 a 30°C de temperatura no solo, quando apresentava teores adequados de

conteúdo de água no solo. A perda de água pode ser facilitada pela maior exposição da superfície de evaporação e a maior temperatura na ausência de vegetação (ANDRADE et al., 2007). Este efeito da palha em agir na manutenção térmica e hídrica, também foi evidenciado por Conceição et al. (2000), comparando o SPD com o Convencional.

A análise de correlação simples foi feita para se avaliar a interdependência da umidade do solo, cobertura da superfície do solo com palha, teor de água da semente, temperatura do solo e profundidade das sementes com a emergência de plântulas de milho (Tabela 05). Apenas a temperatura do solo foi negativa em 78%. O maior coeficiente, 80%, foi obtido na correlação da cobertura do solo com a emergência das plântulas, confirmando o efeito da proteção da superfície da linha de semeadura.

Tabela 05 – Coeficientes de correlação linear simples (r) das variáveis analisadas em relação à emergência das plântulas de milho.

	Conteúdo de água no solo	Palha	Teor de Água na semente	Temperatura	Profundidade das sementes
Emergência	0,67	0,80	0,17	-0,78	0,42

A presença da palha na superfície da linha propiciou a manutenção no conteúdo de água no solo da linha de semeadura, sendo que 67% da variação da emergência das plântulas de milho podem ser explicadas pelo conteúdo de água no solo no ambiente germinativo (Tabela 05), reforçando as discussões anteriormente feitas sobre o assunto. Na Tabela 05, também pode-se observar que 78% da variação da emergência das plântulas de milho são explicadas pelas temperaturas ocorridas no ambiente germinativo, sendo esta negativa. Este comportamento mostra que o aumento da porcentagem de emergência de plântulas de milho são obtidos indiretamente com a diminuição da temperatura do solo pelo efeito tamponante da água na temperatura (BRADY, 1989; PREVEDELLO, 1996), tendo a palha como grande contribuinte na manutenção do ambiente hídrico da linha bem como na amenização dos efeitos da radiação solar sobre o solo.

Constatou-se que apenas 17% da variabilidade dos dados de emergência de plântulas foram explicados pelo teor de água das sementes (Tabela 05), possivelmente devido às condições climáticas (Figura 01) associadas aos diferentes graus de manutenção da palha e conteúdo de água no solo (Tabela 03) agir em etapa seguinte à semeadura, modificando a expectativa de tal comportamento avaliado vinte e quatro horas após a semeadura sobre a emergência futura.

Os dados de correlação simples ilustrado na Tabela 05 mostram que 42% da variação da emergência das plântulas de milho são explicadas pela variação na profundidade das sementes, demonstrando que o fator decisivo para ocorrer à emergência das plântulas foi o conteúdo de água do solo no sulco de semeadura, tendo a palha como contribuinte para a redução das perdas de água e em menor proporção a profundidade de semeadura.

Vale reforçar que neste trabalho não se testou variações extremas de temperatura no solo, mas que, na faixa de temperatura média de solo de 17,8°C às nove horas da manhã e de 22,4°C às quinze horas, ocorreram boas porcentagens de emergência em sementes de milho variando estas entre 92,1 a 100%. A palha agiu positivamente na manutenção do conteúdo de água e na temperatura do solo. Esta relação da palha com o conteúdo de água e a temperatura na superfície do solo também foi evidenciada pelos trabalhos de Bragagnolo e Milelniczuk (1990), Sidiras e Pavan (1986) e Fallahi e Raoufat (2008), contribuindo no aumento do I.V.E. nos tratamentos que mantiveram palha na superfície da linha, conferindo maior precocidade e estabilização da emergência das plântulas de milho.

5.4 CONCLUSÕES

A utilização de mecanismos de retorno da palha proporcionou a manutenção da palha sobre a linha, mas não contribuiu para o aumento da emergência das plântulas de milho nos tratamentos que apresentaram disco de corte na sua composição, nas condições experimentais desenvolvidas.

A manutenção da palha sobre a linha de semeadura pelos mecanismos de retorno agiu positivamente na manutenção do conteúdo de água no solo e da temperatura.

A retirada da palha pelas rodas de varredura quando operou isoladamente e a baixa profundidade das sementes refletiu em menores índices de emergência das plântulas devido a limitações hídricas ocorridas no ambiente germinativo.

5.5 REFERÊNCIAS

ANDRADE, J. G.; CARLESSO, R.; SEGUÍ, J. P.; MARTINS, J. D.; BROETTO, T. Perdas de água por evaporação em milho com semeadura convencional e direta para diferentes níveis de cobertura morta. *Anais... XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*, agosto de 2007.

ARAÚJO, A. G.; CASÃO JUNIOR, R.; RALISCH, R.; SIQUEIRA, R. Mobilização de solo e emergência de plantas na semeadura direta de soja e milho em solos argilosos. *Jaboticabal: Engenharia Agrícola*, v. 19, n.2, p.226-237, dez. 1999.

BRADY, N. C. *Natureza e propriedades dos Solos*. 7ª Ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. p. 898.

BRAGAGNOLO, N. & MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por resíduo de oito seqüências de culturas e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo, germinação e crescimento inicial do milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 14, p. 91-98, 1990.

BRANDELERO, E. M. Mecanismo para manejo da palha e do solo na linha em semeadura direta. *Tese*. Londrina: Universidade Estadual de Londrina – UEL, 2009. 80f.

CARVALHO, N. M. de *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 4ª Ed., Jaboticabal: Funep, 2000. p. 588.

CASÃO JUNIOR, R. & SIQUEIRA, R. *Resultados das avaliações do desempenho de semeadoras-adubadoras de plantio direto na costa oeste paranaense*. Londrina, IAPAR, 2003. p.132.

CONCEIÇÃO, M. J.; WOHLBERG, E. V.; ZIMMERMANN, F. L.; CARLESSO, R.; REICHERT, J. M. Temperatura, umidade do solo e emergência de milho em diferentes sistemas de manejo. In: XIII Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água, 2000, Ilhéus - BA. *Anais... da XIII Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da água*, 2000.

CORTEZ, J. W.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P. da; CARVALHO FILHO, A. Parâmetros de avaliação no solo, na máquina e na planta sob plantio direto. *Revista Plantio Direto*, edição 98, março/abril 2007.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Ciência do Solo. *Manual de métodos de análise do solo*. Rio de Janeiro, 1997.

ERBACH, D.C. Tillage for continuous corn and corn-soybean rotation. *Transactions of the ASAE*, 25, 1982 p.906–911.

FALLAHI, S & RAOUFAT, M.H. Row-crop planter attachments in a conservation tillage system: A comparative study. *Soil & Tillage Research* n. 98, 2008 p.27–34

FERNANDES, H. C.; REIS, E. F. dos; NAIME, J. de M.; MODOLO, A. J. RINALDI, P. C. N. Utilização da tomografia computadorizada para determinação da densidade do solo na região da semente. Viçosa, MG: *Engenharia na Agricultura*, v.13, n.2, p 82-94, Abr./Jun., 2005.

FREITAS, J, P de *Desempenho de diferentes sistemas de acabamento de semeadura em semeadoras de precisão para plantio direto*. Londrina – PR: IAPAR, 2005. 48 p. (Relatório de bolsa de iniciação científica – PIBIC/CNPq - IAPAR)

LAFLEN, J. M.; AMEMIYA, M.; HINTZ, E. A. Measuring crop residue cover. *Journal of soil and Water Conservation*, Ankeny, v.36, n.6, p.341-43, 1981.

PREVEDELLO, C. L. *Física do solo com problemas resolvidos*. Curitiba, 1996. p. 446.

DOMINGOS, M. M.; GASPARETTO, N. V. L.; NAKASHIMA, P.; RALISCH, R.; TAVARES FILHO, J. Estrutura de um nitossolo vermelho latossólico eutroférico sob Sistema Plantio Direto, preparo convencional e floresta. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 33, n. 6, 2009.

SATTLER, A. F.; PORTELLA, J. A. Eficiência de semeadoras na emergência de plântulas de milho (*Zea mays*) sob sistema plantio direto. *Revista Plantio Direto*. Ed. Aldeia Norte. 01 de jun. 1999.

SCHNEIDER, E. C. & GUPTA, S. C. Corn emergence as influenced by soil temperature, matricial potencial, and aggregate size distribution. *Journal Soil Science Society American*, v. 49, p. 415-422, 1985.

SIDIRAS, N. & PAVAN, M. A. Influência do sistema de manejo na temperatura do solo. *Revista brasileira de Ciência do Solo*, v. 10, p.181-184, 1986.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adoção de rodas de varredura resultaram em maior mobilização de solo no interior do sulco pela haste sulcadora, em comparação aos tratamentos que continham disco de corte, necessitando a adição de mecanismo de retorno de solo sobre o sulco para melhorar a profundidade de semeadura e os índices de emergência das plântulas.

Os mecanismos adotados para promover o retorno da palha sobre o sulco de semeadura contribuíram, também, para o retorno de solo, aumentando a profundidade da semente e por sua vez melhorando o acabamento da semeadura.

A forma de manejar a palha da superfície da linha de semeadura afeta a mobilização do solo promovida pela haste sulcadora, tanto na superfície do solo como no interior do sulco.

As rodas de varredura demonstraram grande eficiência na retirada de palha na superfície da linha e reduziram significativamente sua introdução no sulco, contribuindo para a melhoria do ambiente germinativo das sementes. Entretanto, quando este operou sem os mecanismos de retorno expôs excessivamente a superfície do solo, causando a maior perda de conteúdo de água para a atmosfera e reduziu a profundidade efetiva das sementes, prejudicando severamente a emergência das plântulas.

Os métodos da trena marcada e da moldura metálica utilizados para quantificar a palha na superfície da linha, bem como o método da caixa metálica para quantificar a palha no interior do sulco de semeadura, foram eficientes e válidos dentro de seus objetivos propostos.

O uso dos mecanismos cobridores melhora a cobertura do solo, possibilitando a redução dos processos erosivos nos solos cultivados, contribuindo para a manutenção do meio ambiente.

A mudança na forma de manejar a palha na semeadura direta poderá auxiliar no desenvolvimento de semeadoras que atendam aos interesses de correção da fertilidade física e química dos solos sob SPD, como alternativa às propostas de retorno das operações de preparo do solo para tal.