

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

**CARLOS CIMAROSTI JÚNIOR**

**SEMEADURA DE MILHO EM SOLO COMPACTADO SOB DIFERENTES  
PROFUNDIDADES DE ATUAÇÃO DA HASTE SULCADORA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PATO BRANCO**

**2015**

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CURSO DE AGRONOMIA**

**CARLOS CIMAROSTI JÚNIOR**

**SEMEADURA DE MILHO EM SOLO COMPACTADO SOB  
DIFERENTES PROFUNDIDADES DE ATUAÇÃO DA HASTE  
SULCADORA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PATO BRANCO  
2015**

CARLOS CIMAROSTI JÚNIOR

**SEMEADURA DE MILHO EM SOLO COMPACTADO SOB  
DIFERENTES PROFUNDIDADES DE ATUAÇÃO DA HASTE  
SULCADORA**

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

Orientador: Prof. Dr. Alcir José Modolo

PATO BRANCO

2015

**Cimarosti Júnior, Carlos**

**Semeadura de Milho em solo compactado sob diferentes profundidades de atuação da haste.**

**Pato Branco. UTFPR, 2015**

**39 f. : il. ; 30 cm**

**Orientador: Prof. Dr. Alcir José Modolo**

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

**Bibliografia: f. 35 – 38**

**1. Agronomia. 2. Plantio Direto. 3. Mecanismos Sulcadores. 4. Semeadora-adubadora Molodo, Alcir José. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. IV. Título.**

**CDD: 630**



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



**TERMO DE APROVAÇÃO**  
**Trabalho de Conclusão de Curso - TCC**

**SEMEADURA DE MILHO EM SOLO COMPACTADO SOB DIFERENTES  
PROFUNDIDADES DE ATUAÇÃO DA HASTE SULCADORA**

por  
**CARLOS CIMAROSTI JÚNIOR**

Monografia apresentada às 8 horas 30 min. do dia 18 de Novembro de 2015 como requisito parcial para obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÔNOMO, Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo-assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Banca examinadora:

**Prof. Dr. José Ricardo da Rocha Campos**

UTFPR  
Membro

**Prof. Dr. Robson Gonçalves Trentin**

UFPR  
Membro

**Prof. Dr. Alcir José Modolo**

UTFPR  
Orientador

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

## RESUMO

CIMAROSTI JÚNIOR, Carlos. Semeadura de Milho em solo compactado sob diferentes profundidades de atuação da haste sulcadora. 37 Folhas. Monografia (Graduação) – Curso de Agronomia (Área de Fitotecnia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2015.

Na região sudoeste do Paraná, o milho é um cereal cultivado em sistema de plantio direto em sucessão com a cultura da soja. É amplamente utilizado na alimentação animal na forma de silagem e como componente energético na formulação de rações. O objetivo do presente trabalho foi de avaliar os efeitos de diferentes profundidades de atuação da haste sulcadora em solo compactado sobre parâmetros de qualidade de semeadura da cultura do milho em um Latossolo Vermelho distroférrico. O experimento foi conduzido na área experimental da UTFPR - Campus Pato Branco - PR. Foi utilizado delineamento de blocos ao acaso, com quatro tratamentos e com quatro repetições, totalizando 16 unidades experimentais. Os tratamentos foram compostos por quatro profundidades de atuação da haste sulcadora de adubo (0,06; 0,09; 0,12 e 0,15 m), sendo avaliado a profundidade de deposição de sementes, largura de sulco, área e volume de solo mobilizado, índice de velocidade de emergência de plântulas, estande inicial de plantas. Com este trabalho pode-se observar que com o aumento da profundidade de atuação da haste sulcadora, ocorre um aumento da profundidade de semeadura, profundidade máxima de sulco, largura de sulco, área e volume de solo mobilizado e que o aumento da profundidade de atuação da haste sulcadora não tem efeito sobre o índice velocidade de emergência e estande inicial de plantas.

**Palavras-chaves:** Plantio direto, Mecanismos Sulcadores, Semeadora-adubadora, Qualidade de Semeadura.

## ABSTRACT

The Corn is used in crop rotation with soybeans and animal feed as silage, providing food to animals for production, mainly of milk, the vast majority of corn planted in southwestern Paraná is spread with tillage system. The objective of this study was to evaluate the effects of different depths of action of the shank of fertilizer in compacted soil on quality parameters of sowing of corn, cultivated after black oat in a Latossolo Vermelho distroférico. The experiment was conducted in the experimental area of UTFPR - Campus Pato Branco - PR. The experimental design was randomized blocks, with four treatments and four repetitions, totaling 16 experimental units. The treatments consisted of four depths of shank of fertilizer (0.06; 0.09; 0.12; 0.15 m), and evaluated the depth of seed deposition, groove width, area and volume soil mobilized, seedling index emergence speed, stand of initial plant. With this work it can be seen that with increasing depth of operation of the shank, there is an increase of sowing depth, maximum depth groove, groove width, area and volume of soil disturbed and that the increasing depth of operation the grooved shaft has no effect on the emergence velocity index and initial plants stand.

**Keywords:** Tillage; Seed drills; Planter; Quality of sowing.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela saúde e oportunidade para que eu pudesse realizar esse sonho.

Ao meu Orientador por se dispor a me guiar e tirar minhas dúvidas para essa conquista ser possível.

Aos meus Pais Carlos e Raquel Cimarosti, minha namorada Daiana e a toda família pelo o apoio e motivação nos momentos difíceis.

Aos meus colegas de faculdade por todos os momentos de convívio, tornando essa conquista mais fácil.



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>8</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>9</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	9
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>10</b>
3.1 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA CULTURA DO MILHO.....	10
3.2 SISTEMA PLANTIO DIRETO.....	11
3.3 COMPACTAÇÃO DO SOLO.....	12
3.4 SEMEADORA-ADUBADORA DE PLANTIO DIRETO.....	14
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>17</b>
4.1 LOCALIZAÇÃO, HISTÓRICO DE MANEJO E CLIMA.....	17
4.2 COMPACTAÇÃO DO SOLO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	17
4.3 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	17
4.4 MÁQUINAS E IMPLEMENTOS UTILIZADOS.....	18
4.5 MANEJO DA CULTURA DO MILHO.....	19
4.6 AVALIAÇÕES PÓS-SEMEADURA.....	19
4.6.1 Profundidade de semeadura.....	19
4.6.2 Largura, área e volume de solo mobilizado.....	20
4.6.3 Índice de velocidade de emergência de plântulas.....	21
4.6.4 Estande inicial de plantas.....	22
4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS.....	22
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>23</b>
5.1 PROFUNDIDADE DE SEMEADURA.....	23
5.2 PROFUNDIDADE MÁXIMA DE SULCO.....	24
5.3 LARGURA SUPERFICIAL DE SULCO.....	26
5.4 ÁREA DE SOLO MOBILIZADA.....	27
5.5 VOLUME DE SOLO MOBILIZADO.....	28
5.6 ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA.....	29
5.7 ESTANDE INICIAL.....	30
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>32</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>33</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Na região sudoeste do Paraná, o milho é utilizado para a rotação de cultura com a soja e também na alimentação animal na forma de silagem, fornecendo assim alimento aos animais, principalmente para a produção de leite.

Segundo levantamento realizado pela SEAB/DERAL na safra de 2012, o milho foi cultivado em aproximadamente 196 mil hectares, com produtividade de 1,1 milhão de toneladas, resultando em produtividade média de 5,6 toneladas por hectare, valor maior que a média nacional, que é de aproximadamente 4,9 toneladas por hectare.

Grande parte da área plantada com milho na região sudoeste do Paraná é cultivada com o sistema de Plantio Direto, o qual preconiza o revolvimento de solo apenas na linha de deposição do adubo e da semente. Porém, se este sistema for mal manejado, pode ocorrer uma compactação excessiva do solo, dificultando o crescimento radicular das plantas, tornando-as mais suscetíveis a déficit hídrico na ocorrência de períodos de estiagem.

A compactação do solo é definida como um adensamento dos solos causados pela aplicação de energia mecânica, podendo dificultar ou até mesmo impossibilitar o crescimento radicular das plantas, principalmente para as raízes secundárias, que é nelas que ocorre maior taxa de absorção de nutrientes.

Com a compactação ocorre redução dos macroporos e aumentar a quantidade de microporos, que apresentam uma maior capacidade de movimentação do ar e condução da umidade, enquanto que os microporos apresentam maior capacidade de retenção da umidade, com isso pode acabar dificultando a germinação das sementes pelo excesso de umidade no solo.

Como forma de amenizar os problemas relacionados com a compactação do solo, alguns agricultores utilizam a escarificação e posterior associação à técnica de semeadura direta. Entretanto, o manejo do solo com escarificador possui um custo energético elevado, desestrutura o solo, expõe o mesmo aos agentes erosivos e corriqueiramente não resulta em aumento significativo de produtividade das culturas.

Outra opção que pode ser viável está relacionada com a regulação da profundidade de atuação das hastes sulcadoras de adubo das semeadoras-adubadoras, no momento da semeadura, abaixo de 10 cm, visto que grande parte do sistema radicular das culturas anuais de verão se desenvolve até 20 cm.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar os efeitos de diferentes profundidades de atuação da haste sulcadora em solo compactado sobre parâmetros de qualidade de semeadura e desenvolvimento inicial da cultura do milho.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Avaliar a profundidade de semeadura, profundidade máxima de sulco, área e volume de solo mobilizada; largura superficial de sulco, índice de velocidade de emergência e o estande inicial de plantas.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA CULTURA DO MILHO

O milho é o cereal mais produzido no mundo, tendo nas últimas décadas um aumento expressivo na produção, passando de 453 milhões de toneladas na década de 80 para aproximadamente 960 milhões de toneladas em 2013, sendo os Estados Unidos, China, Brasil e Argentina os maiores produtores, que juntos representam 70% da produção mundial (PEIXOTO, 2014).

A importância econômica do milho está na sua diversidade de utilização, sendo usado na alimentação animal e humana e na indústria de alta tecnologia, onde o maior destino do grão é para produção de ração para aves, bovinos e suínos, o que corresponde a 70% do volume utilizado (DEMARCHI, 2011).

No Brasil, na safra 2013/14 a área cultivada com o milho de primeira safra atingiu aproximadamente 6,7 milhões hectares, com produção de aproximadamente 32,2 milhões de toneladas. Produção esta 6,8% menor que a do ano anterior, devido a adversidades climáticas. Já no cultivo de milho de segunda safra, a área plantada atingiu 9,1 milhões hectares, tendo uma produtividade total de 46,8 milhões toneladas (CONAB, 2014).

A produção nacional de primeira safra encontra-se concentrada nas Regiões Sul (37,7%), Sudeste (30,1%), Nordeste (15%) e Centro-Oeste (13,3%), com destaque para os estados do Paraná e Minas Gerais. Já, a produção do milho de segunda safra está mais concentrada nos estados do Mato Grosso e Paraná (IBGE, 2012).

No Paraná, o milho tem importância econômica e social devido ao elevado número de empregos e renda gerado em toda a cadeia produtiva, correspondendo em média a 46% do total de grãos produzidos no estado (DEMARCHI, 2011). Na Safra 2013/14 a área plantada de milho no Paraná foi de 2,5 milhões de hectares, com produtividade média de 6,1 toneladas por hectare. Valor esse superior a média nacional, que é de 4,9 toneladas por hectare (CONAB, 2014).

O milho em âmbito nacional é de relativa importância tanto no aspecto econômico quanto social. Caracteriza-se também por sua importância agrônoma, sendo utilizado em sistemas de rotação de culturas, principalmente nos quais a soja é a cultura principal. No sistema plantio direto, o milho é uma alternativa econômica

em programas de rotação de culturas, pois produz alta quantidade de matéria seca, possuindo decomposição mais lenta, devido a sua maior relação carbono/nitrogênio, protegendo o solo por período de tempo mais longo (MELO, 1997).

Segundo levantamento realizado por Martin (2011) no sudoeste do Paraná, cerca de 90% dos agricultores utilizavam a semeadura direta no cultivo do milho, onde os próprios produtores ressaltavam como vantagem um menor revolvimento do solo, o que ajudava a diminuir a erosão e aumento da fertilidade do solo.

### 3.2 SISTEMA PLANTIO DIRETO

O plantio direto é definido como a semeadura em solo não revolvido, no qual a semente é depositada em sulcos para o contato delas com o solo, utilizando um menor número de operações de preparo do solo, mantendo a superfície coberta de palhada, protegendo o solo contra o impacto das gotas de chuva, reduzindo o escoamento superficial, erosão e uso de herbicidas. A rotação de culturas com espécies de diferentes exigências nutricionais, produção de resíduos e sistema radicular diferente tornam o sistema mais eficiente (CRUZ, 1999, CRUZ, 2001; LANDERS, 2005).

Os primeiros plantios com cultivo sem revolvimento da área total ocorreram por volta de 1950, com a cultura do milho, nos estados americanos de Ohio, Michigan e Indiana. Já no Brasil, essa técnica foi introduzida primeiramente na Região Sul, na década de 70, onde se desenvolveu com o binômio trigo e soja (MIALHE, 2012).

Em sistema de plantio direto consolidado fica evidente a redução do número de operações agrícolas, destacando-se basicamente eventuais aplicações de corretivos no solo, para culturas anuais operações de semeadura, adubação, pulverização, colheita e dependendo do tipo de cobertura vegetal, alguma operação adicional de manejo desta (MAHL, 2006).

O plantio direto surgiu com a intenção de combater a erosão do solo, resultando no controle do escoamento da água da chuva através dos resíduos que reduzem a velocidade da água em movimento, gerando mais tempo para a infiltração da água no solo, reduzindo também a capacidade erosiva da água que escorre superficialmente (LANDERS, 2005).

Segundo dados da Federação Brasileira de Plantio Direto, na safra 1972/73 a área cultivada no Brasil com plantio direto era de 180 hectares, enquanto que na safra 2011/12 foi de aproximadamente 32 milhões de hectares (FBPDP, 2012).

As principais vantagens do sistema estão relacionados com a racionalização no uso de insumos e máquinas, melhor estrutura física e biológica do solo com a formação de uma cobertura de palha sobre o solo, rotação de cultura, reciclagem de nutrientes, preservação de matéria orgânica, redução da erosão e degradação dos solos, principalmente pela chuva, maior conservação da umidade, controle de plantas daninhas, melhoria da condição fitossanitária da cultura. Como desvantagens tem-se que este sistema não é aplicável a todas as condições de solo, necessita maior uso de herbicida, apresenta deficiência na eliminação de focos de doenças e pragas (presentes em restos culturais), tem a necessidade de estabelecimento de cobertura morta, pode ainda causar compactação excessiva do solo se o sistema não for bem executado (CRUZ, 2001).

### 3.3 COMPACTAÇÃO DO SOLO

A compactação do solo é definida como sendo o adensamento dos solos causados pela aplicação de energia mecânica, sendo uma consequência indesejada da mecanização, podendo causar redução da produtividade, e em casos extremos tornando-o inadequado ao crescimento das plantas (REICHERT, 2007).

O solo torna-se apto a constituir-se em um leito de semeadura quando ocorre a transferência de água e calor para a semente, fazendo com que a mesma venha a romper o estado de dormência e desencadear o processo fisiológico da germinação, tendo um desenvolvimento normal das radículas e dos caulículos. Em casos de compactação excessiva do solo ocorre uma redução excessiva dos macroporos e aumento dos microporos, que apresentam baixa eficiência na condução da umidade, prejudicando a germinação das sementes pelo excesso de umidade (MIALHE, 2012).

As causas da compactação do solo são o impacto da gota de chuva, considerada uma fonte natural de compactação, pois quando cai sobre o solo descoberto pode compactá-lo ou desagregá-lo aos poucos; tráfego de máquinas agrícolas, sendo a principal causa da compactação do solo, onde devido a

modernização da mecanização, ocorreu um aumento do peso das máquinas e equipamentos e, a intensidade de uso do solo (RICHART, 2005).

O efeito da compactação na planta se inicia com a restrição do crescimento radicular, com consequências para o crescimento da parte aérea e produtividade, sendo o sistema radicular o primeiro a sentir os efeitos da compactação. Um solo pode ser quimicamente bom, mas ocorrendo a compactação, as plantas não se beneficiam adequadamente dos nutrientes disponíveis, uma vez que o desenvolvimento de novas raízes fica prejudicado e é nelas que ocorre a maior taxa de absorção. A compactação diminui os espaços livres do solo e a quantidade de O<sub>2</sub> disponível na rizosfera, podendo ser limitante para o desempenho dos processos metabólicos das plantas (REICHERT, 2007).

No sistema de plantio direto, a camada de maior impedimento ao crescimento radicular está localizada entre 8 e 15 cm de profundidade. Já a camada superficial de 0 a 5 cm apresenta baixa densidade e elevada porosidade total, graças à ação dos sulcadores da semeadora-adubadora, maior concentração de raízes e de matéria orgânica e maior atividade biológica (REICHERT, 2007).

Avaliando o efeito da compactação em um Latossolo Bruno de textura média, em vasos montados com anéis de PVC sobrepostos, com diâmetro interno de 14,5 cm e altura de 35 cm no desenvolvimento aéreo e radicular de cultivares de milho, Foloni (2003) observou que a compactação do solo variando de 1,28 a 1,69 Mg m<sup>-3</sup> até a profundidade de 15 cm influenciou negativamente o desenvolvimento da parte aérea e radicular da cultura, com redução do crescimento em média de 20% após 40 dias de cultivo, não ocorrendo crescimento radicular das plantas de milho abaixo da camada de solo compactado.

Conceição (2008), avaliando o efeito de diferentes níveis de compactação em um Argissolo no crescimento e matéria seca do milho com compactação variando de 1,34 g cm<sup>-3</sup> até 1,67 g cm<sup>-3</sup> até a profundidade de 20 cm, observou que com a maior compactação, ocorreu uma menor altura de planta, com uma maior resistência mecânica do solo, menor porosidade, permeabilidade e disponibilidade de água e nutrientes.

Para Bergamin (2010), avaliando o efeito do tráfego do trator agrícola MF 290 (105 cv), com massa total de 5 Mg em um Latossolo Vermelho distroférico no crescimento radicular do milho, o tráfego do trator em toda a área da parcela alterou os atributos físicos do solo até 10 cm de profundidade, com duas passadas do trator

na parcela aumentou a densidade e reduziu a macroporosidade e porosidade total, já com mais de quatro passadas influenciou negativamente o sistema radicular do milho, tendo um menor comprimento radicular, superfície radicular e diâmetro médio.

### 3.4 SEMEADORA-ADUBADORA DE PLANTIO DIRETO

Em 1825 a primeira semeadora de precisão para a cultura do algodão teve sua Patente de Invenção requerida pelos Estados Unidos, e em 1839 foi concedida a primeira Patente para uma semeadura de milho, porém o desenvolvimento de semeadoras foi lento, uma vez que a mesma não representava economia imediata na execução do trabalho, pois na época a mão de obra era familiar, o que não apresentava custo direto, sendo então expandida, somente após se considerar a economia de sementes por hectare e regularidade obtida no plantio (PORTELLA, 2001).

As semeadoras-adubadoras de plantio direto são máquinas que realizam a implantação de culturas através da semeadura em terrenos onde não foi realizado o preparo do solo, mantendo a cobertura vegetal, mobilizando o solo apenas na linha de semeadura (SIQUEIRA, 2009).

Semeadoras-adubadoras são constituídas de um chassi básico, mecanismo dosador de semente e adubo, reservatório de semente e adubo, sulcadores de adubo e semente, mecanismos cobridores de sementes, rodas compactadoras, de controle de profundidade de semeadura e de sustentação (PORTELLA, 2001).

As semeadoras devem ser capazes de cortar a palha sobre a superfície do solo, evitando embuchamentos e abrindo um sulco para depositar o fertilizante e a semente. Aspectos como a dosagem, a posição e a profundidade adequada, bem como o fechamento do sulco com solo e realizar uma adequada compactação do solo sobre as sementes de forma que elas possam absorver água durante a germinação e emergência também são fundamentais (CASÃO JÚNIOR, 2006).

Para abrir o sulco, as semeadoras possuem mecanismo rompedor de solo, que deve manter o sulco na mesma profundidade, pois se a semente for colocada muito rasa ou profunda poderá não germinar adequadamente, em decorrência de condições ambientais desfavoráveis (PORTELLA, 2001).

De acordo com Siqueira (2009) a abertura de sulcos é realizada por meio dos sulcadores, que podem ser por discos duplos ou por hastes, tendo seu



desempenho afetado pela textura, densidade e resistência à penetração do solo, quantidade de palha e pressão exercida pela semeadora. As hastes, também chamadas de facões, são ferramentas planas com superfícies de formato variado, que possuem na extremidade ponteiras, na forma de cunha com a função de cortar e penetrar no solo, possuindo na parte posterior tubos condutores de fertilizante. Esse sistema possui maior capacidade de penetração, gerando maior mobilização do solo, sendo uma alternativa para regiões onde existe uma compactação superficial. Os problemas do uso de desse sulcador é a exigência de maior força de tração, deficiência na cobertura e compactação de solo sobre a semente, abertura demasiada do sulco, deixando a linha descoberta de palha.

O uso de discos como abridores de sulco mobilizam menos solo, mantêm mais a palhada sobre o terreno, exigem menos potência do trator e provocam menor embuchamento, porém não se aprofundam adequadamente em solos argilosos, com compactação superficial, depositando o adubo junto com as sementes, dificultando a germinação das mesmas (CASÃO JÚNIOR, 2006).

Os fatores que afetam a qualidade de semeadura são dosagem de sementes, uniformidade das sementes de uma mesma cultivar, profundidade de deposição de sementes e adubos, que deve ser de forma uniforme em toda a área, para ter um desenvolvimento uniforme das plantas, umidade do solo, contato ideal da semente com o solo, evitando-se a formação de bolsões de ar, que são provocados pela falha na atuação dos compactadores, presença de palha em quantidade adequada no solo, para evitar variações elevadas na temperatura (CASÃO JÚNIOR, 2006).

Um fator importante para realizar uma boa semeadura é a profundidade de semeadura, que se não for bem uniforme e adequada pode gerar problemas de emergência ou de uniformidade do estande inicial, causando um atraso na emergência da plântula para plantio mais profundo ou falta de umidade para a germinação da semente em plantio mais superficial.

A profundidade de semeadura deve ser definida levando em consideração a temperatura, umidade e tipo de solo, colocando a semente em uma profundidade capaz de realizar um contato adequado com a umidade do solo. Em solos mais argilosos as sementes devem ser colocadas entre 3 a 5 cm e em solos mais arenosos as sementes devem ser depositadas de 5 a 7 cm (EMBRAPA, 2010).

Avaliando as profundidades de semeadura de 2,5; 5,0; 7,5 e 10 cm e o tamanho das sementes de milho em caixas de 1,2 m de lado e 0,3 m de altura preenchidas com solo Cambissolo Húmico Alumínico, Sangoi (2004) observou que com temperaturas mais altas diminuiu o tempo necessário para a emergência, com uma maior porcentagem de plantas emergidas, enquanto que com temperaturas abaixo de 20 °C aliada as maiores profundidades de plantio, grande parte das sementes não conseguiram germinar e emergir.

Prado (2001) avaliando a velocidade de emergência em função da profundidade de semeadura em um Latossolo Vermelho, observou que a profundidade de semeadura entre 3 e 7 cm não teve grande influência na velocidade de emergência do milho, sendo um pouco maior em semeaduras mais profundas, devido ao efeito da temperatura, que favorece o desenvolvimento inicial da planta, mas com efeito negativo em semeaduras mais profundas que 7,0 cm. No entanto, Casa (2012) afirma que o aumento da profundidade de plantio, de 2,5 até 7,0 cm influencia negativamente na germinação e emergência do milho, independente da temperatura em que se encontra o solo.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 LOCALIZAÇÃO, HISTÓRICO DE MANEJO E CLIMA

O experimento foi desenvolvido na área experimental do curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Pato Branco, localizada nas coordenadas 26°41'17" Sul e 52°41'17" Oeste, com declividade média de 3%.

O solo foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO distroférico, segundo EMBRAPA (2006), com textura muito argilosa (75,7% de argila, 22,0% de silte e 2,3% de areia).

A área de implantação do experimento vem sendo conduzida a mais de 15 anos no sistema de semeadura direta, com utilização de sucessão de culturas, por meio do cultivo de milho (*Zea mays*) e soja (*Glycine max* L.) como culturas predominantes de verão e aveia preta (*Avena strigosa*) como cultura de inverno.

O clima da região é subtropical úmido do tipo (Cfa), conforme classificação de Köppen (MAACK, 1968), com altitude média de 760 m.

### 4.2 COMPACTAÇÃO DO SOLO DA ÁREA EXPERIMENTAL

Para homogeneizar a compactação do solo nas parcelas experimentais, foi utilizado um trator New Holland, modelo TL 75E 4x2 com Tração Dianteira Auxiliar (TDA), lastragem máxima permitida (4500 kg), pneus dianteiros 12,4 x 24, traseiros 18,4 x 30 e um pulverizador montado ao sistema de três pontos do trator, da marca Jacto (250 kg) abastecido com 600 litros de água, com massa total de aproximadamente 5480 kg.

A compactação foi realizada logo após período de chuvas, por meio de duas passadas com trator no mesmo rastro até fechamento total da área da parcela, sendo que a densidade média na profundidade de 0-10 cm foi de 1,20 g cm<sup>-3</sup>.

### 4.3 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os tratamentos foram constituídos por quatro profundidades de atuação da

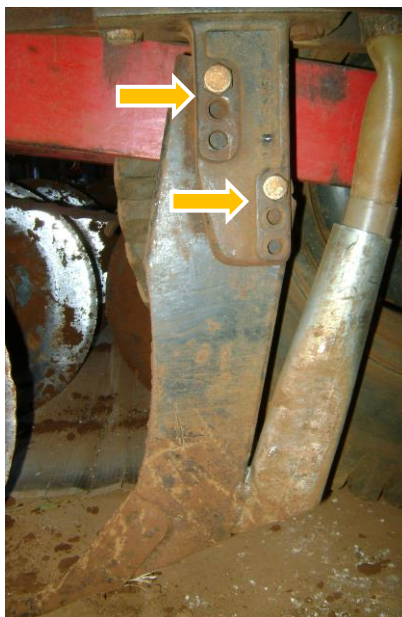
haste sulcadora de adubo (0,06, 0,09, 0,12 e 0,15 m) na semeadura da cultura do milho em palhada de aveia preta.

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso, com 4 repetições, no esquema fatorial. A área foi dividida em quatro blocos casualizados, totalizando 16 unidades experimentais, cada uma com área de 52,5 m<sup>2</sup> (3,5 m x 15 m) e espaçamento de 10,0 m entre as parcelas, utilizados para manobra, aferição da profundidade das hastes sulcadoras de adubo e estabilização do conjunto motomecanizado (trator + semeadora-adubadora).

#### 4.4 MÁQUINAS E IMPLEMENTOS UTILIZADOS

Para a semeadura da cultura do milho foi utilizada uma semeadora-adubadora de arrasto, da marca Vence Tudo, modelo SM 7040, com peso aproximado de 1810 kg, com cinco linhas espaçadas a 0,7 m, sendo cada linha configurada com disco de corte liso de 381 mm (15”) de diâmetro; sulcador para deposição de adubo do tipo haste com ponteira de 0,025 m de largura; sulcador para deposição de sementes do tipo disco duplo defasado; rodas planas controladoras de profundidade de sementes e rodas compactadoras do tipo convexa de borracha. Como fonte de potência, foi utilizado o mesmo trator descrito no item 4.2.

A regulagem da atuação vertical da haste sulcadora de adubo, a fim de obter as diferentes profundidades foi obtida pela variação de posição da haste, por meio da alteração do posicionamento dos parafusos de fixação da haste no suporte (Figura 1), como também pelo ajuste do terceiro ponto contido na parte frontal da semeadora-adubadora.



**Figura 1.** Vista geral da haste sulcadora de adubo com a opção da mudança de regulagem vertical em função do posicionamento dos parafusos de fixação. Fonte: autoria própria, 2015.

#### 4.5 MANEJO DA CULTURA DO MILHO

Foi utilizado o híbrido Dekalb 240 que apresenta a tecnologia YieldGard PRO2 que produz duas proteínas inseticidas do Bt (*Bacillus thuringiensis*), o que garante controle eficiente da lagarta-do-cartucho, lagarta-da-espiga, broca europeia do milho, broca asiática do milho e da broca-do-colmo. A densidade de semeadura foi de aproximadamente 80.000 sementes  $\text{ha}^{-1}$ , com espaçamento entre linhas de 0,7 m.

A fim de obter uma produtividade de 10.000  $\text{kg ha}^{-1}$  foi aplicado, na semeadura, 400  $\text{kg ha}^{-1}$  da formulação (8-20-15) e mais 220  $\text{kg ha}^{-1}$  de uréia (45-00-00) em cobertura, quando a maioria das plantas de milho atingiu o estágio de desenvolvimento V4, na escala fenológica.

#### 4.6 AVALIAÇÕES PÓS-SEMEADURA

##### 4.6.1 Profundidade de deposição de sementes

Foi determinada nas três linhas centrais de semeadura em cada unidade experimental. Com uma tesoura de poda foi cortada à parte aérea da planta rente ao

solo e com uma espátula foi retirada a parte enterrada. Com o auxílio de uma régua foi medido o comprimento do epicótilo cortado rente à superfície do solo até a semente, correspondendo à profundidade de deposição da semente. Essa determinação foi realizada quando as plântulas de milho estavam no estágio V3.

#### 4.6.2 Largura de sulco, Profundidade máxima de sulco, área e volume de solo mobilizado

Foi utilizado um perfilômetro, construído em madeira, com réguas verticais graduadas em centímetros, dispostas a cada 2,0 cm no sentido transversal a linha de semeadura, sendo realizado nas três linhas centrais de semeadura o levantamento do perfil da superfície natural do solo e perfil da superfície final do solo (Figura 2).



**Figura 2.** Perfilômetro utilizado para determinação da largura, área e volume de solo mobilizado.

O cálculo da área de solo mobilizada foi obtido através da equação (1).

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

Em que:

Am = área mobilizada (cm<sup>2</sup>);

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

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

e = espaçamento entre as réguas verticais (cm).

A largura de sulco, como também a profundidade máxima de atuação das hastes sulcadoras de adubo foram obtidas considerando-se a maior diferença entre os perfis da superfície original e interno do solo no sulco (ARAÚJO et al., 1999).

O volume de solo mobilizado foi obtido por meio da aplicação da equação (2) que consiste na multiplicação da área de solo mobilizada em m<sup>2</sup> pelo comprimento linear por hectare gerado pelo espaçamento de semeadura entre linhas de 0,7 m.

$$V_{sm} = (A_m / 10.000) * (14.285,7m) \quad (2)$$

Em que:

$V_{sm}$  = Volume de solo (m<sup>3</sup>)

$A_m$  = Área mobilizada (cm<sup>2</sup>)

#### 4.6.3 Índice de velocidade de emergência de plântulas

Foi determinado contando-se diariamente o número de plântulas emergidas após a semeadura da cultura do milho até a obtenção do estande constante. Esta avaliação foi realizada em 5 m de comprimento dispostos nas três linhas centrais de semeadura de cada unidade experimental.

As plântulas foram consideradas emergidas no momento em que pudessem ser visualizadas de qualquer ângulo. Posteriormente, os dados foram inseridos na equação (3) adaptada de (MAGUIRE, 1962) para se obter o índice de velocidade de emergência de plântulas.

$$IVE = \frac{E_1}{N_1} + \frac{E_2}{N_2} + \dots + \frac{E_n}{N_n} \quad (3)$$

Em que:

IVE = índice de velocidade de emergência;

$E_1, E_2, E_n$  = número de plantas emergidas, na primeira, segunda, ..., última contagem;

$N_1, N_2, N_n$  = número de dias da semeadura após a primeira, segunda, ..., última contagem.

#### 4.6.4 Estande inicial de plantas

Para determinação do estande inicial de plantas foi contado as plantas existentes em 5 metros de comprimento no final da emergência das plântulas, nas três linhas centrais de cada unidade experimental, sendo posteriormente extrapolado este resultado para o número de plantas por hectare.

#### 4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Os dados obtidos foram organizados e submetidos à análise de variância, utilizando o programa estatístico Assistat 7.7 (SILVA E AZEVEDO, 2002). Quando o teste F apresentou valor significativo a 5% de probabilidade foi aplicado o teste de regressão polinomial. Para auxiliar na escolha dos modelos, foi considerada a significância dos coeficientes da equação de regressão ajustada, testados pelo teste “F” a 5%, bem como os valores do coeficiente de determinação ( $r^2$ ) associado a cada modelo de regressão.



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a Tabela 1 verifica-se que as diferentes profundidades de atuação da haste sulcadora influenciaram significativamente a profundidade de semeadura, profundidade máxima de sulco, largura superficial de sulco, área e volume de solo mobilizado.

**Tabela 1.** Fatores de variação (FV), Graus de liberdade (GL) e Quadrado médio (QM) das variáveis: Profundidade Semeadura (PS), Profundidade Máxima de Sulco (PMS), Largura Superficial de Sulco (LSS), Área de Solo Mobilizada (AM), Volume de Solo Mobilizado (VSM), Índice Velocidade de Emergência (IVE) e Estande Inicial de Plantas (EIP). UTFPR - Pato Branco. 2015.

FV	GL	QM						
		PS	PMS	LSS	ASM	VSM	IVE	EIP
Blocos	3	0,225	0,141	0,417	7,510	15,327	3,032	0,128 E+8
Tratamentos	3	0,662*	53,182*	7,042*	2347,104*	4790,006*	4,617	0,541 E+8
Erro	9	0,213	0,557	0,625	20,274	41,376	1,243	0,176 E+8
CV (%)	-	7,963	6,965	6,588	7,943	7,943	8,446	5,634

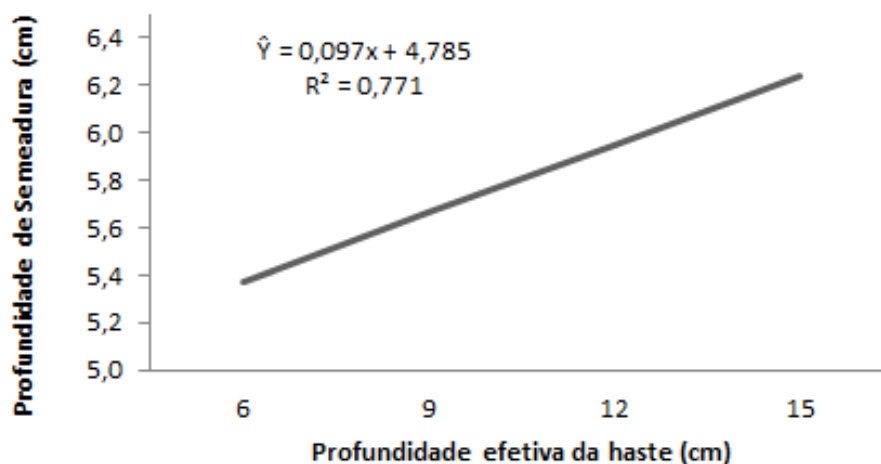
CV = Coeficiente de variação; \* Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

### 5.1 PROFUNDIDADE DE SEMEADURA

Com o aumento da profundidade de atuação da haste de 6 para 15 cm (Figura 3) tem-se um aumento de 14,82% na profundidade de semeadura, passando de 5,4 para 6,2 cm. Como o sulcador de sementes é posicionado logo atrás da haste sulcadora, a profundidade de semeadura geralmente é influenciada pela profundidade de sulco. No entanto, esses valores estão dentro do intervalo de profundidade, considerado ideal para o plantio da cultura do milho, que segundo a Embrapa (2012) deve ficar entre 5 e 7 cm.

Esse aumento da profundidade de semeadura pode causar atrasos na germinação e em profundidades excessivas, impossibilitar a germinação das plântulas. Segundo Prado (2001) a resposta para emergência das plântulas em maiores profundidades de semeadura, dentro da faixa limite, possivelmente deve-se ao efeito da temperatura do solo que, por sua vez, pode condicionar um ambiente térmico favorável ao estabelecimento inicial da planta. Em casos de estresse hídrico, a semeadura profunda (acima de 7 cm) pode retardar a emergência das plântulas e em certos casos impedi-la totalmente, pela temperatura baixa do solo dificultar a

absorção de água pela semente e a incapacidade das plântulas alongarem-se até alcançarem a luz.



**Figura 3.** Profundidade de semeadura da cultura do milho (cm) em função da profundidade efetiva da haste sulcadora.

Silva (2003) avaliando os mecanismos sulcadores de semeadora-adubadora na cultura do milho no sistema de plantio direto em um Nitossolo Vermelho distroférico observou que com o aumento da profundidade de trabalho da haste sulcadora, aumentou a profundidade de semeadura, que foi de 5,43, 6,38 e 7,55 cm para as profundidades de atuação da haste sulcadora de 10; 20 e 30 cm, respectivamente.

Em contraposição, Silva (2000) avaliando o desempenho de uma semeadora-adubadora no estabelecimento inicial e produtividade do milho sob plantio direto em um Latossolo Roxo eutrófico, observou que a profundidade de atuação da haste não influenciou a profundidade de deposição das sementes no sulco, apenas que a maior profundidade de atuação da haste ocasionou um maior deslocamento do solo, depositando-o nas laterais do sulco.

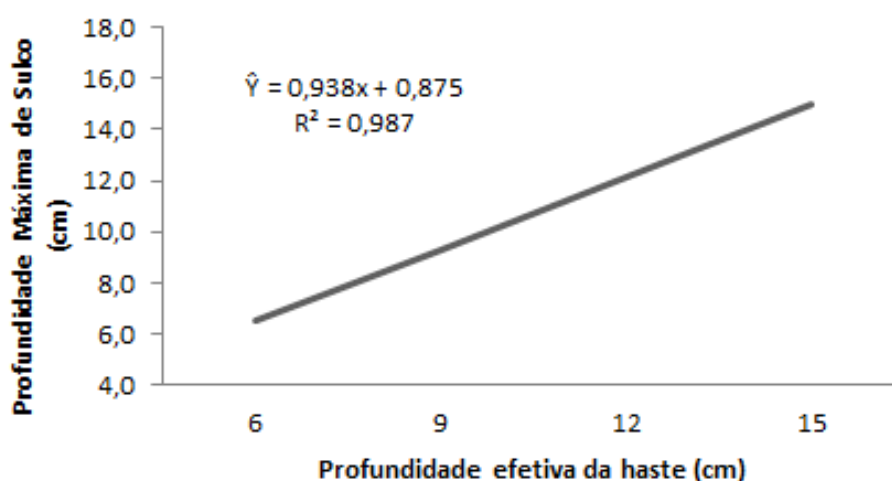
## 5.2 PROFUNDIDADE MÁXIMA DE SULCO

No presente trabalho notou-se um aumento da profundidade máxima de sulco de semeadura com o aumento a profundidade efetiva da haste, passando de 6 cm com a profundidade de 6 cm para 15 cm com a profundidade de atuação de 15 cm (Figura 4).

Esse aumento da profundidade máxima de sulco pode aumentar o revolvimento do solo na linha de plantio, rompendo as camadas superficiais compactadas e facilitando a germinação e a emergência das plântulas.

Pode proporcionar também aumento da profundidade de deposição do adubo, impedindo que salinize o ambiente próximo da semente e dificulte a absorção de água, principalmente em casos de excessiva adubação com Potássio, que apresenta maior higroscopicidade que a semente.

Segundo Coury (1952) para a cultura do milho a posição do adubo em relação a posição da semente deve ser de 2,5 cm distante do sulco da semente, em um dos lados e com 2,5 cm abaixo da semente.



**Figura 4.** Profundidade máxima de sulco (cm) em função da profundidade efetiva da haste na semeadura direta de milho.

Cepik (2002), ao avaliar o desempenho de uma haste sulcadora de semeadora-adubadora em diferentes profundidades de trabalho em um Argissolo Vermelho Distrófico típico, encontrou aumento da profundidade máxima do sulco de semeadura conforme se aumentava a profundidade da haste sulcadora, variando de 6,3 cm para 11,3 cm com profundidade da haste de 6, e 12 cm, respectivamente, independente da velocidade de semeadura e do teor de água no solo.

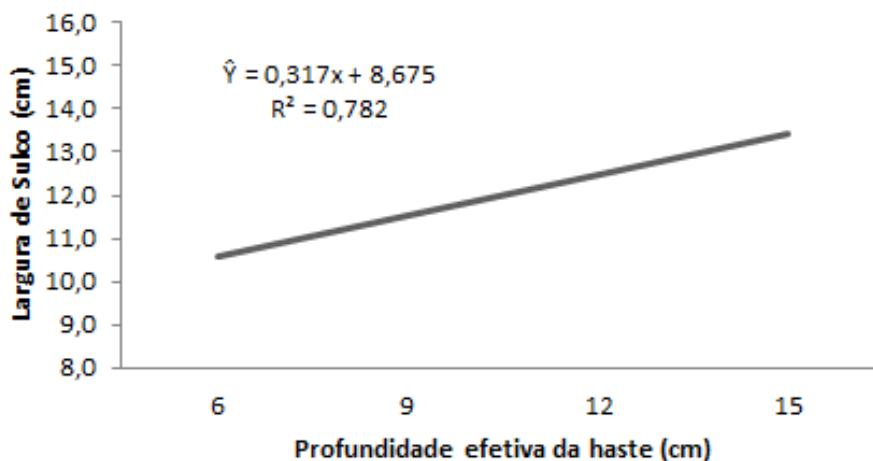
Avaliando a mobilização do solo por hastes sulcadoras de semeadoras-adubadoras em um Argissolo Vermelho Distrófico típico, Trein (2009) observou um aumento da profundidade máxima de sulco com aumento da profundidade de atuação da haste, variando de 6,5 a 11,5 cm com o aumento da profundidade de atuação da haste de 6 para 12 cm.

Observando parâmetros de solo, máquina e planta em função da profundidade de deposição de fertilizantes em semeadura direta em um Argissolo Vermelho Distrófico típico, Kamimura (2008) observou que com o aumento da profundidade efetiva do sulcador, a profundidade máxima do sulco também aumentou, passando de 9,7 para 12,2 cm com o aumento da profundidade do sulcador de 6 para 12 cm, independente da quantidade de resíduo sobre o solo.

### 5.3 LARGURA SUPERFICIAL DE SULCO

A largura superficial de sulco de semeadura aumentou conforme se aumenta a profundidade efetiva da haste, passando de aproximadamente 10,5 cm com a profundidade de 6 cm para 13 cm com a profundidade de 15 cm (Figura 5).

Esse resultado está relacionado com a maior profundidade de atuação da haste sulcadora (Figura 4), fazendo com que ela mobilize mais solo, tendo uma maior ação de romper as camadas de solo compactadas e assim aumentando a largura superficial do sulco.



**Figura 5.** Largura superficial de sulco (cm) em função da profundidade efetiva da haste na semeadura direta de milho.

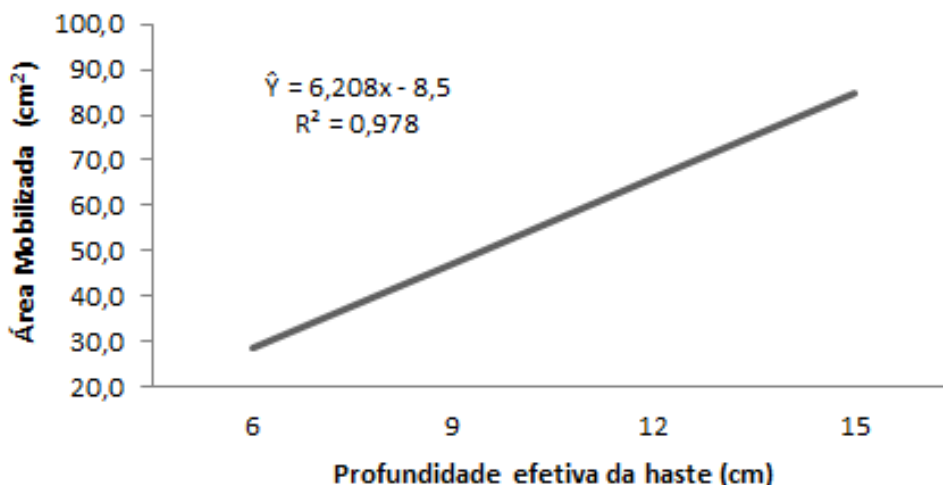
Esse aumento da largura de sulco pode aumentar a erosão do solo e a incidência de plantas daninhas na lavoura, pois uma maior quantidade do solo estará descoberto, uma vez que essa maior movimentação do solo acaba removendo uma maior quantidade de palha na linha de plantio, deixando o solo

suscetível a ação compactadora das gotas de chuva e recebendo diretamente sobre ele radiação solar e sem barreiras físicas que dificultariam a germinação das plantas daninhas.

Avaliando a atuação das hastes sulcadoras na mobilização do solo em plantio direto do milho em um Latossolo Vermelho Eutroférico típico, Tricai (2013) observou aumento na largura superficial de sulco com o aumento da profundidade de atuação da haste, que na primeira profundidade (8 cm) foi de 22,6 cm, para a segunda (12,5 cm) foi de 24,3 cm, enquanto que para a terceira profundidade (15 cm) foi de 27,4 cm.

#### 5.4 ÁREA DE SOLO MOBILIZADA

O aumento na profundidade de atuação da haste de 6 para 15 cm proporcionou aumento de 200% área de solo mobilizada, passando de 30 cm<sup>2</sup> para 90 cm<sup>2</sup> (Figura 6). Isso ocorre devido a haste sulcadora atuar em camadas mais profundas do solo, aumentando assim a quantidade de solo que ela mobiliza no momento da semeadura.



**Figura 6.** Área de solo mobilizada (cm<sup>2</sup>) em função da profundidade efetiva da haste na semeadura direta do milho.

Trein (2009) em trabalho conduzido em um Argissolo Vermelho distrófico típico observou que o aumento na profundidade efetiva da haste de 6 a 12 cm,

proporcionou aumento de 20,6% na área de solo mobilizada, passando de 53,8 para 64,9 cm<sup>2</sup>.

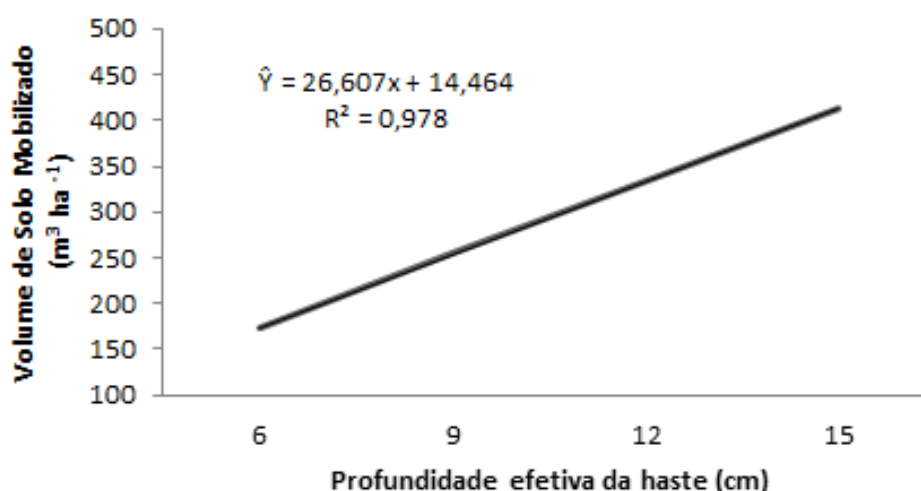
Silva (2003) avaliando o comportamento do mecanismo sulcador do tipo haste e disco duplo em semeadora-adubadora para semeadura direta da cultura do milho em um Nitossolo Vermelho distroférico com profundidades de trabalho de 10; 20 e 30 cm, observou aumento da área de solo mobilizada conforme se aumentava a profundidade de atuação da haste, que foi de 88,2, 216 e 267 cm<sup>2</sup> para as profundidades de 10; 20 e 30 cm, respectivamente.

Para Kamimura (2008) com o aumento da profundidade de atuação do sulcador de 6 para 12 cm ocorreu aumento de aproximadamente 37% da área de solo mobilizada, não ocorrendo diferença em função da quantidade de resíduo vegetal sobre o solo, passando de 63,31 para 86,48 cm<sup>2</sup>.

Avaliando atuação de duas hastes sulcadoras com espessura da haste diferente (1,3 e 1,9 cm), largura da ponteira (1,6 e 2,1 cm) e ângulo de ataque da haste sulcadora (17 e 20°) com três diferentes profundidades de trabalho (8; 12,5 e 15 cm) em um Latossolo Vermelho Eutroférico típico, Tricai (2013) observou aumento da área de solo mobilizada conforme se aprofundava a haste, com valores de 113,09; 159,56 e 247,46 cm<sup>2</sup> para as profundidades de 8; 12,5 e 15 cm, respectivamente.

## 5.5 VOLUME DE SOLO MOBILIZADO

O volume de solo mobilizado aumentou conforme se aumentava a profundidade efetiva da haste (Figura 7), que na profundidade de 6 cm movimentou aproximadamente 160 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, enquanto que na profundidade de 15 cm foi de 400 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, tendo um aumento de 150%. Esse aumento do volume de solo mobilizado está relacionado a atuação da haste em camadas mais profundas, movimentando assim uma maior quantidade de solo.



**Figura 7.** Volume de solo mobilizado ( $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ ) em função da profundidade efetiva da haste na semeadura direta do milho.

Cepik (2002) avaliando o desempenho de uma haste sulcadora de semeadora-adubadora em diferentes profundidades de trabalho em um Argissolo Vermelho distrófico típico verificou que o aumento na profundidade efetiva da haste de 0,06 para 0,12 m, proporcionou aumento do volume de solo mobilizado de 78,2 a 121,5  $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ , respectivamente.

Já Trein (2009) observou que quando a profundidade de atuação da haste passou de 6 para 12 cm em um Argissolo Vermelho distrófico típico com diferentes doses de resíduos culturais de aveia preta e aveia preta com nabo forrageiro, ocorreu um aumento do volume de solo mobilizado, de 67,2 para 81,1  $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ , ocorrendo aumento de 20% em relação ao volume de solo mobilizado com a menor profundidade de atuação da haste.

Avaliando diferentes doses de resíduos de aveia preta e ervilhaca com profundidades de deposição do fertilizante de 6 e 12 cm em solo com diferentes níveis de compactação, Kamimura (2008) observou que com o aumento da profundidade de atuação das hastes sulcadoras ocorreu um aumento no volume de solo mobilizado de 70,3 para 95,9  $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ .

## 5.6 ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA

O índice de velocidade de emergência de plântulas não teve influência significativa da profundidade de atuação da haste, apresentado valor médio de

13,19.

Avaliando o índice de velocidade de emergência do milho, compressão do solo e profundidade de semeadura na emergência e no crescimento do milho com profundidade de semeadura de 3; 5 e 7 cm, Prado (2001) e Prado (2002) observou que não ocorreu diferença em função da profundidade de semeadura, apenas houve diferença significativa apenas para diferentes níveis de compressão do solo no IVE, indicando que a profundidade de semeadura não influencia no IVE para o milho.

## 5.7 ESTANDE INICIAL DE PLANTAS

O aumento da profundidade efetiva da haste não influenciou o estande inicial de plantas, com valor médio de 74381 plantas  $ha^{-1}$ . Esse resultado está relacionado com a profundidade de semeadura, que ficou entre 5,3 e 6,2 cm (Figura 3). Valores estes que estão de acordo valores indicados pela Embrapa (2010) para cultura do milho, que varia de 5 a 7 cm. Com isso, as sementes tiveram boas condições para a germinação e desenvolvimento inicial das plântulas de milho, não influenciando no estande de plantas.

Avaliando a velocidade de semeadura de 4,5 e 6,5  $km\ h^{-1}$  e três profundidades (10; 12,5 e 15 cm) da haste sulcadora em plantio direto no milho, Cavichioli (2014) observou que a variação da profundidade da haste não apresentou diferença significativa, independente da velocidade de semeadura.

Em contraposição aos resultados encontrados, Kamimura (2008) observou uma redução da população de plantas de milho em função do incremento da profundidade de atuação da haste sulcadora, com população inicial de aproximadamente 66900 e 65000 plantas por hectare, nas profundidades de atuação da haste sulcadora de 6 e 12 cm, respectivamente.

Para Silva (2000) a profundidade de atuação da haste interferiu negativamente no estande de plantas, sendo que a profundidade de 5 cm proporcionou redução no número de plantas em comparação com a atuação da haste a 10 cm, provavelmente pela maior proximidade da semente com o adubo, reduzindo a germinação e maior injúrias nas plântulas.

Já para Tricai (2013) avaliando a mobilização do solo, desempenho operacional e desenvolvimento da cultura do milho, a profundidade de atuação da haste de 15 cm proporcionou uma melhor germinação e emergência das plântulas,



aumentando o estande inicial, que na profundidade de 8 cm foi de 56018 plantas, na profundidade de 12,5 cm de 58333 plantas e na profundidade de 15 cm de 63194 plantas.

## **6 CONCLUSÕES**

A opção de aprofundar a haste sulcadora não se mostrou vantajosa, pois ocorre aumento na profundidade de semeadura, profundidade máxima de sulco, largura de sulco, área e volume de solo mobilizado, e não tem efeito sobre o desenvolvimento inicial da cultura.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. G.; CASÃO JÚNIOR, R.; RALISCH, R.; SIQUEIRA, R. Mobilização de solo e emergência de plantas na semeadura direta da soja (*Glycine max L.*) e milho (*Zea mays L.*) em solos argilosos. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 19, n. 2, p. 226-237, 1999.

BERGAMIN, Anderson C.; VITORINO, Antonio C. T.; FRANCHINI, Julio C.; ALVES, Cristiano M.; SOUZA, Fábio R. Compactação em um Latossolo vermelho distroférico e suas relações com o crescimento radicular do milho. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 681-691, 2010.

CASÃO JÚNIOR, Ruy; SIQUEIRA, Rubens. Máquinas para manejo de vegetações e semeadura em plantio direto. **Iapar**. 2006.

CASA, Ricardo T.; KUHNE, Paulo R.; REIS, Erlei M.; BOLZAN, Jonatha M.; MOREIRA, Éder N. Interação entre temperatura do solo, profundidade de semeadura e tratamento de sementes com fungicida na emergência de plantas de milho. **Revista Summa Phytopathol**, Botucatu, v. 38, n. 1, p. 90-92, 2012.

CAVICHIOLO, Fábio A.; FURLANI, Carlos E. A.; BERTONHA, RAFAEL S. Velocidade de semeadura e profundidade da haste sulcadora em sistema plantio direto de milho. **XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA**. Campo Grande – MS, 2014.

CEPIK, Carla T. C. Análise do desempenho de uma haste sulcadora de semeadora-adubadora, em diferentes teores de água, velocidade e profundidade de trabalho. 2002. 76 f. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS, 2002.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Safra 13/14 Décimo Primeiro Levantamento. Brasília, v. 1, n. 11, 82 f., 2014.

CONCEIÇÃO, Rômulo V. C.; ANTUNES, Patrik D.; MARQUES, Marise C.; FREIRE, Maria B. G. Influência de diferentes níveis de compactação e doses de fósforo no crescimento e nos teores de P na matéria seca de plantas de milho em um solo representativo do Estado de Pernambuco. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Recife, v. 8, n. 1, 7 f., 2008.

COURY, Tufi; Malavolta, Eurípedes. **Localização do adubo em relação a semente**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Piracicaba, SP. 1952

CRUZ, José C. No plantio direto o milho é o melhor. **Revista Cultivar Grandes Culturas**. n. 8, set, 1999.

CRUZ, José C.; FILHO, Israel P.; ALAVARENGA, Ramon; SANTANA, Derli. P. Plantio direto e a sustentabilidade do Sistema Agrícola. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 13-24, 2001.

DEMARCHI, Margorete. Análise da conjuntura agropecuária, Safra 11/12 – Milho. **Secretaria da Agricultura e do Abastecimento**. 14 f., out, 2011.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2. Ed., **Sistemas de Produção**, Rio de Janeiro, RJ: EMBRAPA Solos, 2006. 306 p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Cultivo do Milho. **Sistemas de Produção**, Versão Eletrônica, 6ª Edição. 2010.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema de Produção Integrada de Milho para Região Central de Minas Gerais. **Sistemas de Produção**, Versão Eletrônica, 74 f., 1ª Edição. 2012.

FBPDP - Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha. Evolução da área cultivada no sistema plantio direto na palha – Brasil. **Boletim Informativo Federação Brasileira de Plantio Direto e Irrigação**. 2012

FOLONI, José S. S.; CALONEGO, Juliano C.; LIMA, Sérgio L.. Efeito da compactação do solo no desenvolvimento aéreo e radicular de cultivares de milho- **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 8, 7 f., 2003.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. 2012.

KAMIMURA, Karina M. **Parâmetros de solo, máquina e planta em função de doses de resíduos vegetais e profundidades de deposição de fertilizantes em semeadura direta**. 2008. 129 f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre – RS, 2008.

LANDERS, John N. **Plantio Direto – Histórico, características e benefícios**. 2005. 113 f. Dissertação de Mestrado - Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior. 2005.

MAGUIRE, J.D. Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, p. 176-177, 1962.

MAHL, Denise. **Desempenho operacional de semeadora em função de mecanismos de corte, velocidade e solos, no sistema plantio direto do milho**. 2006. 158 f. Tese de doutorado - Universidade Estadual Paulista. 2006.

MARTIN, Thomas N.; VENTURINI, Tiago; API, Ivandro; PAGNONCELLI, Andrei; VIEIRA, Pedro A. Perfil do Manejo da Cultura do Milho no Sudoeste do Paraná. **Revista Ceres**. Viçosa, v. 58, n. 1, 8 f., 2011.

MELO, Geraldo A.; RICHETTI, Alceu. Aspectos socioeconômicos da cultura do milho. **Circular Técnica do Centro de Pesquisa Agropecuária Oeste/EMBRAPA**. Dourados, 204 f, 1997.

MIALHE, Luiz G. **Máquinas Agrícolas para Plantio**. 1. ed. 648 f., Campinas: Editora Millennium, 2012.

PEIXOTO, C. M. O milho no Brasil, sua importância e evolução. **Seed News**. fev, 2014.

PORTELLA, José A. **Semeadoras para Plantio Direto**. 1. ed., 249 f., Editora Aprenda Fácil, 2001.

PRADO, Renato M.; TORRES, José L.; ROQUE, Cassiano G.; COAN, Osvaldo. Semente de Milho sob compressão do solo e profundidade de semeadura: influência do índice de velocidade de emergência. In: **II Simpósio de Ciências Aplicadas da Associação Cultural de Garça**. Garça – SP. 2001.

PRADO, Renato M.; COAN, Osvaldo; VILLAR, Maria L. P. Compressão do solo e profundidade de semeadura na emergência e no crescimento inicial da cultura do milho (*Zea Mays L.*). **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**. Ano 1, 2 ed., 2002.

REICHERT, José M.; SUZUKI, Luis E. A. S.; REINERT, Dalvan J. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. **Tópicos Ciência do Solo**. v. 5, p. 49-134, 2007.

RICHART, Alfredo; FILHO, João T.; BRITO, Osmar R.; LLANILLO, Rafael F.; FERREIRA, Rogério. Compactação do solo: Causas e Efeitos. **Seminário de Ciências Agrárias**. v. 26, n. 3, p. 321-344. 2005.

SANGOI, Luís; ALMEIDA, Milton L.; HORN, Delson; BIANCHET, Paula; GRACIETTI, Marcos A.; SCHIMITT, Amauri; SCHWEITZER, Cleber. Tamanho de semente, profundidade de semeadura e crescimento inicial do milho em duas épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. Lages, v. 3, n. 3, p.370-380. 2004.

SIQUEIRA, Rubens. Milho: Semeadoras – Adubadoras para Sistema Plantio Direto com Qualidade. **Iapar**. 2009.

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

SILVA, Francisco. de A. S.; Azevedo, C. A. V. de. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.

SILVA, Paulo R. A. **Mecanismos sulcadores de semeadora-adubadora na cultura do milho (*Zea mays L.*) no sistema de plantio direto**. 2003. 95 f., Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista, Botucatu – SP, 2003.

TREIN, Carlos R.; CEPIK, Carla T. C.; LEVIEN, Renato; CONTE, Osmar. Força de tração e mobilização do solo por hastes sulcadoras de semeadoras-adubadoras. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.5, p. 561 – 566, 2009.

TRICAI, Érica. Avaliação de hastes sulcadoras na mobilização do solo em semeadura direta do milho. 2013. 68 f. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal – SP, 2013.

