

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA**

**INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO NA SEMEADURA DO  
MILHO, UTILIZANDO UMA SEMEADORA-ADUBADORA, ADAPTADA AS  
CONDIÇÕES DE SOLOS DE VÁRZEA NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**Gabriel Bica Flores**

**Itaqui, RS, Brasil  
2013**

**GABRIEL BICA FLORES**

**INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO NA SEMEADURA DO MILHO, UTILIZANDO UMA SEMEADORA-ADUBADORA, ADAPTADA AS CONDIÇÕES DE SOLOS DE VÁRZEA NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Agrônomo**.

Orientador: Alexandre Russini

Itaqui, RS, Brasil  
2013

**GABRIEL BICA FLORES**

**INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO NA SEMEADURA DO MILHO, UTILIZANDO UMA SEMEADORA-ADUBADORA, ADAPTADA AS CONDIÇÕES DE SOLOS DE VÁRZEA NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Agrônomo**.

Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Banca examinadora:

---

Prof. Dr. Alexandre Russini  
Orientador  
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

---

Prof. Dr. Carlos Eduardo Schaedler  
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

---

Prof. Dr. Eloir Missio  
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

Dedico este trabalho aos meus pais, Arlindo e Rosilda, por serem os principais responsáveis pela formação do meu carácter; pelo amor e apoio incondicionais.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus e a Nossa Senhora Aparecida, pelo dom da vida e por estar ao meu lado em todos os momentos.

Aos meus pais Arlindo D. Flores e Rosilda B. Flores, por ter-me concedido a oportunidade de estudo e o constante apoio em momentos de alegrias, aflições e angústias.

À minha querida irmã pelo carinho e incentivo em inúmeras ocasiões.

Aos meus familiares que sempre estiveram presentes, ainda que à distância.

A minha namorada, Catiele Cafarate por todo amor, carinho, paciência e compreensão que tem me dedicado.

À Universidade Federal do Pampa pela oportunidade de realização do curso de graduação.

Ao professor Doutor Alexandre Russini que, com muita paciência e atenção, dedicou do seu valioso tempo para me orientar em cada passo deste trabalho e principalmente, pela amizade desenvolvida e pelos conhecimentos transmitidos que jamais serão esquecidos.

Aos professores Carlos Eduardo Schaedler e Eloir Missio, por aceitarem compor a banca de avaliação deste trabalho.

À Agropecuária Busatto, pela pessoa de Marcos Vinícius Fritsch, pela parceria e disponibilização de sua infraestrutura para a realização do experimento.

Aos meus grandes amigos Alex Zanella, Diego O. Figueiró, Dionas F. Bock, João Gabriel Mozzaquattro, Juliano Pazini, Renan R. Zandoná e Robson A. Botta, pela amizade, pelos momentos de alegria, pela sabedoria transmitida com a convivência e parceria para realização deste trabalho.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste, e que dividem comigo esta alegria.

“Determinação coragem e auto confiança são fatores decisivos para o sucesso. Se estamos possuídos por uma inabalável determinação conseguiremos superá-los. Independentemente das circunstâncias, devemos ser sempre humildes, recatados e despidos de orgulho”.

*Dalai Lama*

## RESUMO

### **INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO NA SEMEADURA DO MILHO, UTILIZANDO UMA SEMEADORA-ADUBADORA, ADAPTADA AS CONDIÇÕES DE SOLOS DE VÁRZEA NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**

Autor: Gabriel Bica Flores

Orientador: Dr. Alexandre Russini

Itaqui, Outubro de 2013.

O objetivo do trabalho foi avaliar a influência de cinco velocidades de deslocamento na semeadura da cultura do milho (*Zea mays*), no desempenho de uma semeadora-adubadora adaptada as condições de várzea do estado do Rio Grande do sul. O experimento foi conduzido na área experimental da Agropecuária Busatto, no município de Itaqui-RS, no período de agosto a setembro de 2013, utilizando-se o delineamento experimental em blocos ao acaso com quatro repetições e cinco tratamentos, os quais correspondem às respectivas velocidades de 2; 4; 6; 8 e 10 km h<sup>-1</sup>. Utilizou-se semeadora-adubadora Hyper Plus Camalhoneira, a qual possui um kit composto por 03 aivecas, responsáveis pela formação de microcamalhões entre as linhas de semeadura. Sendo utilizado para tracionar a mesma, um trator John Deere 7515, com 103 KW, de potência nominal no motor, com tração dianteira auxiliar. Avaliou-se a profundidade de deposição da semente; uniformidade e distribuição longitudinal de sementes considerando espaçamentos aceitáveis, múltiplos e falhos; índice de sementes expostas; profundidade de sulco entre microcamalhões e a capacidade operacional do conjunto mecanizado. Os dados obtidos a campo foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, sendo que, utilizou-se análise de regressão dos dados estudados a fim de identificar a tendência das variáveis em relação ao aumento das velocidades. De acordo com os resultados, pode-se observar variação de 16 mm da maior para a menor velocidade respectivamente em relação a profundidade de deposição de semente, para a variável uniformidade e distribuição longitudinal de sementes, para os espaçamentos aceitáveis, alcançou ótimo desempenho na velocidades de 2 km h<sup>-1</sup>, bom desempenho para as velocidades de 4 e 6 km h<sup>-1</sup>, e regular nas velocidades de 8 e 10 km h<sup>-1</sup>, com o aumento da velocidade de deslocamento, ocorre um aumento de 2,042%. Com relação aos espaçamentos múltiplos e 3,069% nos espaçamentos falhos. Para o índice de sementes expostas a velocidade de 10 km<sup>-1</sup>, apresentou maior porcentagem. A profundidade do sulco entre os microcamalhões, apresentou diferença de 25,35 mm entre as velocidade mínima e máxima. A capacidade operacional apresentou um acréscimo de 0,47 ha h<sup>-1</sup>, para cada velocidade de deslocamento estudada. A avaliação no desempenho do conjunto trator-semeadora, conclui-se que a velocidade de deslocamento, influência sobre o desempenho da semeadora-adubadora microcamalhoneira, para a semeadura do milho na várzea, sendo que a velocidade mais adequada para a operação é 6 km<sup>-1</sup>, nas condições em que experimento foi realizado.

Palavras-chave: Microcamalhões. Várzea. *Zea mays*.

## ABSTRACT

### INFLUENCE OF DISPLACEMENT SPEED AT MAIZE SOWING USING A SEEDER-FERTILIZER ADAPTED TO DOWN LAND CONDITIONS AT RIO GRANDE DO SUL STATE

Author: Gabriel Bica Flores  
Adviser: Dr. Alexandre Russini  
Itaqui, October 3<sup>rd</sup>, 2013.

The objective of this work was to evaluate the influence of five different displacement speeds at sowing on maize crops, using a fertilizer-seeder adapted to down land conditions at Rio Grande do Sul state. The experiment was conducted in an experimental area located in a private farm (Agropecuária Busatto) at the city of Itaqui-RS, during the period of August-September of 2013. The experiment was conducted in a randomized block with four replications and five treatments, each one of the treatments correspond to the respective displacement speeds of 2; 4; 6; 8 and 10 km h<sup>-1</sup>. The seeder-fertilizer used was a "Hyper Plus ridge seeder" that has a kit compounded by 3 moldboard plows, responsible for the formation of micro ridges between the sowing lines. To pull the seeder, a John Deere 7575 tractor powered by a 103 KW engine was used. Variable evaluated factors were the seed deposition depth, uniformity and longitudinal distribution of the seeds considering the acceptable spacing between plants, multiple seed spreading and flawed row levels, level of exposed seeds, furrow depth between the micro ridges and the operational capacity of the mechanized set. The data obtained was submitted to ANOVA test, the rates compared by Tukey test with a 5% error probability and regression analysis was used to identify the tendency of the variables in relation to the increase of the displacement speed. According to the results, a variation of 16 mm from the highest to the lowest speeds was observed respectively in relation to the seed deposition depth, the uniformity and longitudinal distribution of the seeds. Analyzing the obtained results, it is possible to affirm that the micro ridger seeder-fertilizer, has achieved a great performance at the speed of 2 km h<sup>-1</sup>, good performance for the speeds of 4 and 6 km h<sup>-1</sup> and regular at the speeds of 8 and 10 km h<sup>-1</sup>. As the displacement speed increases, a rise of 2.042%, in addition to the multiple seed spreading and 3.069% to flawed row spacing were observed. For the level of exposed seeds, the speed of 10 km h<sup>-1</sup>, showed the highest rates. The furrow depth between the ridges showed a 25.35 mm difference between the lowest and highest displacement speeds. The operational capacity showed an increase of 0.47 ha h<sup>-1</sup>, for each speed increase. Therefore evaluation of the tractor/seeder set performance conclusive that the displacement speed has influence on the performance of the micro ridger seeder-fertilizer for maize sowing in down land conditions. The proper speed for the operation at such conditions is 6 km h<sup>-1</sup>.

Key words: Micro ridges. Down Land. Zea mays.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Componentes de uma semeadora-adubadora;.....	15
Figura 2 – Vista da área utilizada no experimento, Itaqui-RS. Fonte: Google Earth 2013. ....	22
Figura 3 - Croqui da distribuição dos blocos com os respectivos tratamentos na área experimental. Itaqui-RS, 2013. ....	23
Figura 4 - Demarcação do experimento, Itaqui-RS, 2013. ....	23
Figura 5 - Trator John Deere 7515, com TDA utilizado para tracionar a semeadora-adubadora. Itaqui-RS, 2013. ....	24
Figura 6 - Semeadora-adubadora Hyper Plus Camalhoneira. Itaqui-RS, 2013.....	25
Figura 7 - Aivecas responsáveis pela formação do microcamalhão. Itaqui-RS, 2013. ....	26
Figura 8 - Determinação da profundidade de semeadura. Itaqui-RS, 2013. ....	26
Figura 9 - Determinação da uniformidade de distribuição longitudinal de sementes. Itaqui-RS, 2013. ....	27
Figura 10 - Contagem do número de sementes expostas. Itaqui-RS, 2013.....	28
Figura 11 - Determinação da profundidade do sulco entre camalhões. Itaqui-RS, 2013. ....	29
Figura 12 – Estimativa de regressão da profundidade de deposição das sementes em função da velocidade de deslocamento, Itaqui-RS, 2013. ....	33
Figura 13 - Estimativa dos espaçamentos aceitáveis entre sementes, em função da velocidade de deslocamento, Itaqui-RS, 2013. ....	35
Figura 14 - Estimativa dos espaçamentos múltiplos entre sementes, em função da velocidade de deslocamento, Itaqui-RS, 2013. ....	36
Figura 15 - Estimativa dos espaçamentos falhos entre sementes, em função da velocidade de deslocamento, Itaqui-RS, 2013. ....	37
Figura 16 - Estimativa do índice de sementes expostas, em função da velocidade de deslocamento, Itaqui-RS, 2013. ....	38
Figura 17 - Estimativa de tendência entre o índice de sementes expostas e a profundidade de deposição de sementes, Itaqui-RS, 2013.....	39
Figura 18 - Regressão da profundidade do sulco entre os microcamalhões em função da velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado, Itaqui-RS, 2013. ....	40

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Descrição dos tratamentos utilizados. Itaqui-RS, 2013.....	24
Tabela 2 - Limites de tolerância dos espaçamentos ( $X_i$ ) entre sementes e o tipo de espaçamento considerado. ....	27
Tabela 3 - Profundidade de deposição de sementes em função da velocidade de deslocamento, Itaqui-RS, 2013. ....	32
Tabela 4 - Espaçamentos aceitáveis, múltiplos e falhos em relação as diferentes velocidades de deslocamento, Itaqui-RS, 2013. ....	34
Tabela 5 - Índice de sementes expostas, em função da velocidade de deslocamento, Itaqui-RS, 2013. ....	38
Tabela 6 - Profundidade do sulco entre os microcamalhões em função da velocidade de deslocamento, Itaqui-RS, 2013. ....	39
Tabela 7 – Capacidade operacional (C.O), Itaqui-RS, 2013. ....	41

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Valores típicos de eficiência e velocidade operacional para principais operações agrícolas.....	30
--	----

## **LISTA DE EQUAÇÕES**

Equação 1 - Índice de exposição de sementes.....	28
Equação 2 - Capacidade operacional.....	29
Equação 3 – Transformação de porcentagem.....	31

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 A cultura do Milho .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2 Semeadoras-adubadoras.....</b>	<b>14</b>
<b>2.3 Velocidade de semeadura .....</b>	<b>16</b>
<b>2.3.1 Demanda de força de tração .....</b>	<b>16</b>
<b>2.3.2 Distribuição de sementes .....</b>	<b>17</b>
<b>2.3.3 Profundidade de deposição de sementes.....</b>	<b>19</b>
<b>2.4 Capacidade operacional .....</b>	<b>19</b>
<b>2.5 Parâmetros avaliados .....</b>	<b>20</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>22</b>
<b>3.1 Caracterizações do conjunto trator-semeadora-adubadora.....</b>	<b>24</b>
<b>3.2 Avaliações.....</b>	<b>26</b>
<b>3.2.1 Profundidade de deposição de semente.....</b>	<b>26</b>
<b>3.2.2 Uniformidade de distribuição longitudinal de sementes .....</b>	<b>27</b>
<b>3.2.3 Índice de sementes expostas.....</b>	<b>28</b>
<b>3.2.4 Profundidade de sulcos entre os microcamalhões.....</b>	<b>29</b>
<b>3.3 Determinação da capacidade operacional (CO) do conjunto mecanizado ..</b>	<b>29</b>
<b>3.4 Análise Estatística.....</b>	<b>30</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>32</b>
<b>4.1 Profundidade de deposição de semente.....</b>	<b>32</b>
<b>4.2 Uniformidade de distribuição longitudinal de sementes .....</b>	<b>33</b>
<b>4.2.1 Espaçamentos aceitáveis .....</b>	<b>34</b>
<b>4.2.2 Espaçamentos múltiplos .....</b>	<b>36</b>
<b>4.2.3 Espaçamentos Falhos.....</b>	<b>36</b>
<b>4.3 Índice de sementes expostas.....</b>	<b>37</b>
<b>4.4 Profundidade de sulcos entre os microcamalhões.....</b>	<b>39</b>
<b>4.1 Capacidade operacional do conjunto trator-semeadora .....</b>	<b>40</b>
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>42</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>43</b>

## 1. INTRODUÇÃO

No estado do Rio Grande do sul, cerca de 20% de seu território compreende áreas de várzea, que correspondem a 5,4 milhões de hectares (PINTO et al., 1999), onde três milhões de hectares estão estruturados para o cultivo de arroz (*Oryza sativa*), predominantemente no sistema irrigado por inundação, porém apenas um milhão é ocupado anualmente com a cultura, enquanto o restante da área permanece em pousio, geralmente ocupado com pecuária de corte extensiva (VERNETTI et al., 2009). Buscando otimizar as áreas destinadas ao pousio, bem como a quebra do ciclo de vida de plantas daninhas e doenças, o qual, consiste como um dos principais problemas das lavouras de arroz, o cultivo do milho (*Zea mays*), caracteriza-se como uma ótima alternativa para integrar um sistema de rotação de cultura ou sucessão, além de propiciar uma notória melhora nas condições de fertilidade e estrutura de solo. Contudo, o êxito da cultura do milho nestas regiões de solos hidromórficos, no RS, apresenta limitações, no que diz respeito à sensibilidade ao excesso de água, em períodos chuvosos, e às condições físicas e químicas do solo desfavoráveis ao desenvolvimento da cultura (VERNETTI et al., 2009).

Tendo em vista a importância da inserção das culturas de sequeiro nas áreas de várzea, surge um novo panorama, visando a adequação das técnicas de manejo da cultura do milho, para essas regiões, principalmente no que diz respeito à semeadura da cultura.

Na operação de semeadura, o estande adequado e a uniformidade de distribuição de sementes são apontados como fatores de grande influência na produtividade do milho (DELAFOSSÉ, 1986). O processo de implantação de uma lavoura está diretamente relacionado com o desempenho da semeadora-adubadora no que se refere ao corte eficiente dos restos culturais, à abertura do sulco e à correta distribuição de semente e do fertilizante no solo (EMBRAPA, 1994).

Segundo Kurachi et al., (1989), a uniformidade de distribuição longitudinal de sementes é uma das características que mais contribui para a obtenção de estande adequado de plantas e, conseqüentemente, de boa produtividade da cultura. A profundidade de semeadura deve ser adequada para garantir a germinação das sementes, boa emergência de plântulas e bom rendimento dos grãos, considerando-

se, para isto, as peculiaridades das sementes, as propriedades físico-químicas do solo, clima e manejo da cultura (SILVA, 1992).

Buscando desenvolver novas técnicas para a semeadura do milho, em áreas propensas ao alagamento, o Instituto Rio Grandense de Arroz (IRGA), junto com a empresa Industrial KF, desenvolveram uma semeadora de precisão, a qual em uma única operação realiza a formação de elevações da superfície do solo, denominado microcamalhões, e a semeadura da cultura, otimizando o uso do maquinário e proporcionando agilidade na operação de semeadura. Este sistema viabiliza a drenagem da área, além de facilitar a irrigação da cultura em períodos de restrição hídrica (LAVOURA ARROZEIRA, 2012). Torna-se necessário um estudo do desempenho deste protótipo, tendo em vista a interação entre a velocidade de deslocamento, com a uniformidade e densidade na distribuição da semente. Com esta interação de fatores justifica-se estudos que considerem o desempenho da mesma, principalmente em relação a velocidade de trabalho ideal, a qual, não comprometa a qualidade da semeadura e a confecção dos microcamalhões e, a capacidade operacional do conjunto mecanizado.

Neste contexto, levando-se em consideração a importância da cultura do milho nas regiões de várzea, o presente trabalho tem como objetivo, avaliar o desempenho de uma semeadora-adubadora microcamalhona, submetida a cinco velocidades de deslocamento na operação de semeadura, em Itaqui-RS. Como objetivos específicos propõe-se:

- Avaliar a profundidade na deposição de sementes nas diferentes velocidades avaliadas;

- Determinar a uniformidade de distribuição longitudinal de sementes em função da variação na velocidade de deslocamento;

- Obter o índice de sementes expostas e a variação na profundidade dos sulcos nas entrelinhas dos microcamalhões;

- Determinação da capacidade operacional do conjunto mecanizado buscando-se identificar o ponto de equilíbrio entre a velocidade ideal de deslocamento e os parâmetros de desempenho da semeadora.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 A cultura do Milho**

O milho está entre os cereais mais cultivados no Brasil, alcançando na safra de 2012/13, cerca de 77,4 milhões de toneladas de grãos produzidos, em uma área de aproximadamente 15,6 milhões de hectares, referente a duas safras, normal e safrinha, (CONAB, 2013).

A expressão do potencial produtivo da cultura do milho depende da carga genética e de fatores ambientais, principalmente luz, água, temperatura e nutrientes do solo, sendo que o incremento da produção está diretamente relacionado com a arquitetura das plantas proporcionando maior interceptação de luz e o arranjo das plantas no momento da semeadura (MOLIN, 2000).

Segundo Mello Filho & Richetti (1997), o milho é uma alternativa econômica em sistemas de rotação de cultura, tendo em vista sua grande produção de matéria seca, bem como possui decomposição lenta, devido à sua alta relação Carbono/Nitrogênio (C/N), que contribui para maior proteção do solo por longo período de tempo.

A planta de milho consome durante o seu ciclo em torno de 600 mm de água, porém pode ser cultivado em regiões cuja precipitação varia de 300 a 5.000 mm anuais (ALDRICH et al., 1982). No entanto a cultura do milho é sensível em condições de saturação de água no solo, onde o dano causado pela falta de oxigênio, aumenta diretamente com o tempo de duração do encharcamento (SCHILD et al., 1999).

### **2.2 Semeadoras-adubadoras**

O processo de semear e adubar tem por objetivo dosar e depositar no solo, quantidade de sementes e fertilizantes, proporcionando a cultura implantada condições de desenvolvimento e produção, para que isso ocorra alguns critérios se tornam imprescindíveis no que diz respeito à densidade de semeadura, espaçamento, profundidade de deposição das sementes, velocidade de deslocamento, bem como a quantidade e a localização de deposição dos insumos, critérios que são atendidos com as semeadoras-adubadoras (POSSEBON, 2011). Semeadoras de precisão são máquinas cuja função é distribuir as sementes no sulco, em linha, individualmente ou em grupos, em uma densidade de semeadura

pré-estabelecida (ABNT, 1994). Já semeadoras de fluxo contínuo, são definidas pela ABNT (1987), como equipamentos que distribuem as sementes no solo de forma contínua, na linha de semeadura, sem que ocorra a individualização das sementes. Semeadoras múltiplas ou multisemeadoras são máquinas adaptáveis para semear tanto em fluxo contínuo quanto em precisão (REIS & FORCELLINI, 2006).

Os componentes principais de uma semeadora podem ser classificados em: componentes de ataque inicial ao solo, abertura do sulco, controle da profundidade, componentes de dosagem de sementes e componentes de condução das sementes (MURRAY et al., 2006), (Figura 1).

Os componentes de ataque ao solo incluem disco de corte de palha e sulcador para deposição de fertilizante, existindo basicamente dois tipos de sulcadores: de discos ou hastes sulcadora (MODOLO et al., 2005). A produtividade final da cultura, muitas vezes está diretamente relacionada com os componentes de abertura do sulco, bem como de controle da profundidade de deposição da semente (MAHL et al., 2004).

A eficiência de uma semeadora-adubadora, em relação ao mecanismo de distribuição de sementes, é analisada com base, na profundidade de deposição das sementes, número de plântulas emergidas, espaçamento entre sementes, deslizamento de rodas de tração e acionamento, força de tração exigida e potência consumida na profundidade (BOWMAN, 1987; FORD & HICKS, 1992).



- (1) ataque inicial ao solo;
- (2) abertura do sulco;
- (3) controle da profundidade;
- (4.5) componentes de dosagem de sementes e condução das sementes.

Figura 1 - Componentes de uma semeadora-adubadora;  
Fonte; Adaptado portfólio John deere (2013).

## **2.3 Velocidade de semeadura**

A velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora consiste num dos principais fatores, que afetam a qualidade de semeadura, aliada com a capacidade operacional capaz de suprir a demanda de trabalho, em vista que o período de execução desta atividade é restrito, em função das condições de umidade do solo e recomendações agrônômicas do período de semeadura para cada cultura agrícola (DIAS, 2009).

A produtividade das culturas está diretamente relacionada com a qualidade da semeadura, influenciada pela velocidade de deslocamento em semeadoras de precisão (IVANCAN et al., 2004).

A velocidade ideal para o processo de semeadura é aquela em que o sulco é aberto com pouco revolvimento do solo, de forma que as sementes e fertilizantes sejam distribuídos com espaçamento ideal e profundidade constante, e posteriormente uma correta cobertura do sulco (VIEIRA & REIS, 2001). Neste sentido, a Norma ASAE D230-4 (1988), define que os valores de velocidade para semeadura direta estão entre 3,0 e 6,5 km h<sup>-1</sup>, sendo estes valores, os mais recomendados para as nossas condições de máquinas e campo.

Os fatores de desempenho da semeadora-adubadora como demanda de força de tração, distribuição de sementes e profundidade de deposição sulco de semeadura, sofrem interferência direta da velocidade de deslocamento estão descritos nos subitens a seguir.

### **2.3.1 Demanda de força de tração**

Segundo Silveira et al. (2005), ao estudarem as velocidade de 5,6 e 7 km h<sup>-1</sup> concluíram que a demanda de potência média, potência por linha de semeadura e potência específica por profundidade aumentou com o aumento na velocidade de deslocamento. Da mesma forma Modolo et al. (2004), testando duas semeadoras-adubadoras, com velocidade de deslocamento de 5,2 km h<sup>-1</sup> e 8,4 km h<sup>-1</sup>, concluíram que o incremento da velocidade de deslocamento, aumentou a potência média requerida na barra de tração, porém, a variação da velocidade de deslocamento não influenciou os parâmetros: força de tração média na barra, profundidade de semeadura e uniformidade de distribuição de sementes.

Collins & Fowler (1996), trabalhando com diferentes hastes sulcadoras e diferentes solos, verificaram que em velocidades de deslocamento de 6 a 10 km h<sup>-1</sup>,

a força de tração aumentou em 4% para cada incremento de 1 km h<sup>-1</sup> e, em 20%, para cada aumento de 0,01 m de profundidade de trabalho para o mecanismo sulcador de fertilizante (de 0,01 a 0,05 m).

### **2.3.2 Distribuição de sementes**

A densidade de semeadura para a cultura do milho é um dos fatores culturais que mais podem vir a interferir no rendimento de grãos, em função da ausência de perfilhos, da organização floral monoica e do curto período de florescimento (SANGÓI, 2002). O arranjo de plantas, deve ser adequado através de alterações na densidade de semeadura e no espaçamento entre linhas (DIAS, 2009), buscando-se aumentar a eficiência na interceptação de radiação solar pelas plantas (TOLLENAAR et al., 1997).

O aumento na densidade de semeadura associado à redução do espaçamento entre linhas, pode contribuir em um acréscimo na produtividade, em função do aumento da eficiência da interceptação de luz e do melhor aproveitamento da água e nutrientes disponíveis (PALHARES, 2003). Esta prática cultural vem sendo utilizada em lavouras comerciais de milho, ocasionando elevação na produtividade de grãos, em virtude da distribuição mais equidistante das plantas (JOHNSON et al., 1998).

Argenta et al. (2001), estudando a redução do espaçamento entre linhas para híbridos simples de milho, concluiu que a resposta do rendimento de grãos foi influenciada pelo híbrido e pela densidade das plantas. Segundo Echarte et al. (2000), os híbridos modernos de milho tendem a responder positivamente à densidade de plantas. Avaliando o efeito da densidade de plantas e espaçamento entre linhas no desempenho de cultivares de milho desenvolvidas pela Embrapa, Teixeira et al. (2006), concluíram que a variação de densidade de 40 até 90 mil plantas ha<sup>-1</sup> proporcionou rendimento de grãos de milho diferenciado e a amplitude de variação oscilou conforme o genótipo, porém em relação ao espaçamento entre linhas, os autores verificaram que a redução de 0,8 para 0,4 m entre linhas causou elevação no rendimento de grãos independente do material genético.

Para uma correta distribuição longitudinal de sementes ISO (1984), Kachman & Smith, (1995), recomendam que sejam usados como critérios para avaliar a distribuição de sementes o índice de aceitáveis, múltiplos e falhos, índice

de qualidade de alimentação e precisão além da média e coeficiente de variação da população de espaçamentos entre sementes.

Avaliando o desempenho de semeadoras-adubadoras de milho com diferentes mecanismos dosadores, Dambrós (1998), concluiu que o aumento da velocidade de semeadura, reduz a uniformidade de distribuição de plantas e verificou que a semeadora-adubadora pneumática apresenta maior percentual de espaçamentos aceitáveis e menor coeficiente de variação a  $5,0 \text{ km h}^{-1}$ , sendo esta a menor velocidade testada.

Estudando a qualidade na semeadura de milho com dosador do tipo disco perfurado horizontal MAHL et al. (2004), concluíram que, nas velocidades de semeadura de  $4,4$  e  $6,1 \text{ km h}^{-1}$ , verificaram eficiência semelhante na distribuição de sementes de milho e significativamente melhor que na velocidade de  $8,1 \text{ km h}^{-1}$ , porém nesta última velocidade foi menor o percentual de espaçamentos normais e aumento no percentual de espaçamentos múltiplos e falhos, maior coeficiente de variação e pior índice de precisão, já em relação a população inicial de plantas não ocorreu interferência.

Avaliando o desempenho de uma semeadora-adubadora no estabelecimento e na produtividade da cultura do milho sob plantio direto, Silva et al. (2000), utilizando velocidades de deslocamento de  $3,0$ ;  $6,0$ ;  $9,0$  e  $11,2 \text{ km h}^{-1}$ , concluíram que o número de plantas de milho na linha de semeadura foi menor nas maiores velocidades de operação da máquina, bem como a uniformidade dos espaçamentos entre as sementes de milho na linha de semeadura foi considerada excelente para a velocidade de  $3,0 \text{ km h}^{-1}$ , regular para  $6,0$  e  $9,0 \text{ km h}^{-1}$  e insatisfatória para  $11,2 \text{ km h}^{-1}$ . O mesmo autor concluiu que as velocidades de deslocamento da semeadora-adubadora, que propiciam maiores estandes de plantas e número de espigas por metro, são as velocidades de até  $6,0 \text{ km h}^{-1}$ , as quais foram responsáveis pelos maiores rendimentos de grãos. Resultados semelhantes foram encontrados por Garcia et al.(2006), testando a influência da velocidade de deslocamento na semeadura do milho, variando velocidades de  $3,0$  a  $9,0 \text{ km h}^{-1}$ , concluíram que houve aumento na porcentagem de espaçamentos falhos e múltiplos e queda de espaçamentos aceitáveis ao se elevar a velocidade de deslocamento da semeadora-adubadora, sendo que a produtividade só foi afetada quando a população de plantas com espigas foi reduzida pelo incremento de velocidade.

### **2.2.3 Profundidade de deposição de sementes**

A adequada profundidade da semente é fator importante na germinação e produção de muitas culturas, mas também é um dos parâmetros mais difíceis de controlar na semeadura, especialmente no sistema de plantio direto, em que as condições de solo não são as mesmas, comumente, existentes em plantio convencional (JANKE & ERBACH, 1985).

A regularidade da profundidade de semeadura está diretamente relacionada com o mecanismo de controle da profundidade, segundo Mantovani & Bertaux (1990), avaliando semeadoras-adubadoras de milho, evidenciaram que mesmo sobre velocidade constante os mecanismos de controle de profundidade não conseguem uma regularidade na profundidade da semente.

Segundo Silva & Silveira (2002), avaliando uma semeadora-adubadora na cultura do milho, concluíram que a profundidade média de semeadura não foi alterada em diferentes velocidades de operação, nem pela profundidade de adubação. Diferente dos resultados encontrados por Suguisawa et al. (2003), onde avaliando a semeadura do milho, obtiveram resultados entre 2,5 e 7,0 cm, de profundidade, demonstrando que a operação não se comportou dentro dos limites recomendados, sendo que em 21% dos pontos, a profundidade de semeadura foi superior aos limites estabelecidos, pela recomendação de profundidade de semeadura do milho.

### **2.4 Capacidade operacional**

Capacidade operacional é a quantidade de trabalho que máquinas e implementos agrícolas são capazes de executar por unidade de tempo, efetiva ou teórica (ASAE, 1988).

Branquinho et al. (2004), constatou que a velocidade de operação pode resultar em aumento da capacidade operacional efetiva sem prejudicar a produtividade.

Analisando uma semeadora-adubadora de precisão a diferentes velocidades de operação e condições de superfície do solo, Furlani et al. (2005), verificaram que na velocidade de 7,0 km h<sup>-1</sup>, a capacidade operacional do conjunto mecanizado foi maior, quando submetido sob preparo de solo convencional e plantio direto.

## 2.5 Parâmetros avaliados

Segundo Dias (2009), o mecanismo dosador de sementes consiste no componente mais importante da semeadora-adubadora, logo, os estudos de desempenho de tais máquinas se concentra no mecanismos de dosagem de semente. Usualmente tais avaliações, são feitas por meio de uma esteira engraxada que propicie a correta deposição e fixação das sementes, as quais posteriormente têm seus espaçamentos medidos (KACHMAN & SMITH, 1995). Porém, existem outros métodos como no uso de diodos emissores de luz (LED's) e fotosensores que captam a passagem da semente e transmitem o sinal a um sistema de aquisição de dados, como o que foi testado por Lan et al. (1999), quando compararam o uso de tal sensor com uma esteira engraxada, constatando correlação entre os espaçamentos entre sementes obtidos pelo sensor e pelas medições realizadas direta e manualmente na esteira. Medidas a campo de espaçamentos entre plantas podem ser usadas para medir o desempenho dos dosadores de sementes, entretanto, os dados obtidos estão sujeito a influência de condições ambientais (LAN et al., 1999).

A distribuição de sementes deve ser avaliada conforme os índices de aceitáveis, índice de múltiplos, índice de falhos, índice de qualidade de alimentação e precisão além da média e coeficiente de variação da população de espaçamentos entre sementes (ISO, 1984; Kachman & Smith, 1995). De acordo com ISO (1984), as populações de espaçamento são distribuídas em classes de frequência, com amplitude de 0,1 de espaçamento teórico de cada máquina (XREF), obtido por cálculo ou indicado pelo fabricante, sendo que os coeficientes de variação (CV) são calculados sobre os espaçamentos contidos no intervalo de 0,5 a 1,5 XREF, sobre toda a população e a porcentagem de espaçamentos normais.

Para quantificar a regularidade de distribuição transversal, deve-se calcular a densidade média de semeadura da máquina, levando em consideração todas as linhas da semeadora-adubadora, podendo-se estimar o desvio da média de espaçamentos (COELHO, 1998). De acordo a Kurachi et al. (1989), os valores diferentes do XREF devem ser agrupados em intervalos de classe iguais de XREF divididos em valores acima e abaixo do espaçamento teórico de cada máquina, tendo-se dessa forma os intervalos de tolerância ( $X_i$ ),  $X_i < 0,5 * X_{ref}$  como espaçamentos duplos;  $0,5 * X_{ref} < X_i < 1,5 * X_{ref}$  como espaçamento aceitáveis;  $X_i > 1,5 * X_{ref}$  como espaçamentos falhos.

De acordo com Singh et al. (2005), um parâmetro comumente utilizado para avaliar a uniformidade de distribuição de sementes por semeadoras é o coeficiente de variação (CV). O qual é dado pelo desvio padrão da média amostral dividido pela média sendo expresso em percentual (STORCK et al., 2000), sendo que pequenos valores de CV são indicativos de alta uniformidade de distribuição tanto de sementes quanto de fertilizantes.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental da Agropecuária Busatto, no Município de Itaqui-RS, sendo as coordenadas globais medianas 29°12'1,6" sul e 56°30'16,6" oeste (Figura 2), com altitude média de 74,0 m, no período de agosto a setembro de 2013. O clima da região é classificado como subtropical úmido, classe "Cfa", sem estação seca definida e com verões quentes, segundo a classificação de Köppen (1948). A área utilizada no experimento apresenta solo classificado como Plintossolo pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006), propenso a alagamento, com 2% de declividade e pouca profundidade.



Figura 2 – Vista da área utilizada no experimento, Itaqui-RS. Fonte: Google Earth 2013.

A área foi previamente preparada com duas gradagens pesadas, sendo que o nivelamento do terreno foi realizado por meio de uma plaina niveladora Robust 480. Para ambas as operações utilizou-se um trator agrícola 4x4 John Deere 7515, com 103 kW (140 cv), de potência nominal no motor.

A semeadura foi realizada no dia 30 e 31 de agosto de 2013, onde se utilizou sementes do híbrido de milho 2A106 da empresa Dow Agrosience, com pureza de 98% e germinação de 85%, ciclo hiperprecoce. A adubação de base utilizada foi de 300 kg ha<sup>-1</sup> de fertilizante na formulação composta de 06-30-06, de nitrogênio, fósforo e potássio respectivamente.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com quatro repetições em faixas e cinco tratamentos (Figura 3), os quais correspondem às

respectivas velocidades de 2; 4; 6; 8 e 10 km h<sup>-1</sup> (T1, T2, T3, T4, T5 respectivamente), obtidas através dos escalonamentos de marchas em função da rotação do motor do trator (Tabela 1). As unidades experimentais foram compostas por 6 linhas da semeadora-adubadora com espaçamento entre linhas de 0,66 m, sendo que o conjunto trator-semeadora percorreu uma distância pré-definida de 120 m, para que o conjunto pudesse estabilizar sua velocidade e distribuição de sementes foi respeitada uma distância de 40 m de bordadura e os blocos foram dispostos nos 80 m centrais, onde a cada 20 m de deslocamento correspondia a um bloco, totalizando 20 unidades experimentais (Figura 4).

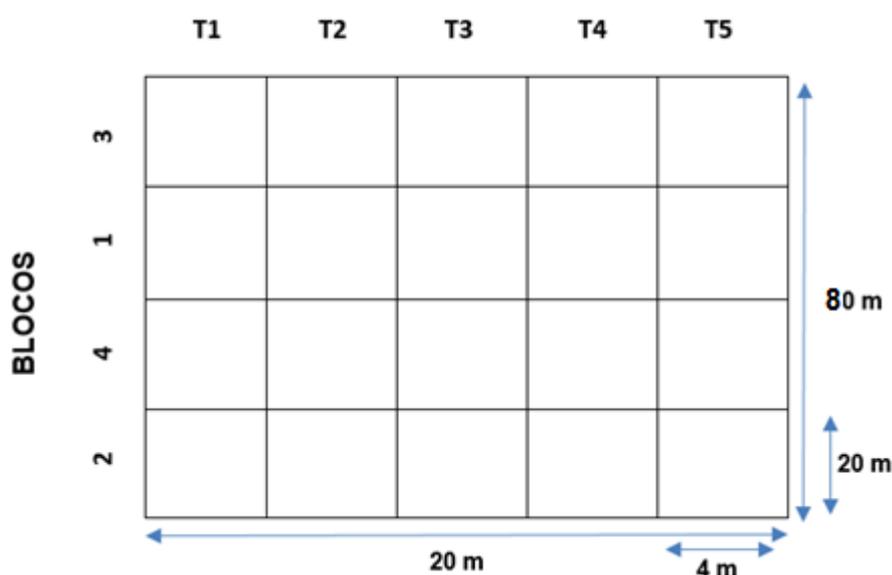


Figura 3 - Croqui da distribuição dos blocos com os respectivos tratamentos na área experimental. Itaqui-RS, 2013.



Figura 4 - Demarcação do experimento, Itaqui-RS, 2013.

As marchas (tratamentos) com suas respectivas velocidades e rotações são apresentadas na tabela a seguir:

Tabela 1- Descrição dos tratamentos utilizados. Itaqui-RS, 2013.

Tratamentos	Descrição
T1	Velocidade de 2 Km h <sup>-1</sup> , marcha 1 <sup>a</sup> B e rotação de 1.000 rpm
T2	Velocidade de 4 Km h <sup>-1</sup> , marcha 1 <sup>a</sup> B e rotação de 1.800 rpm
T3	Velocidade de 6 Km h <sup>-1</sup> , marcha 3 <sup>a</sup> B e rotação de 1.800 rpm
T4	Velocidade de 8 Km h <sup>-1</sup> , marcha 2 <sup>a</sup> C e rotação de 2.000 rpm
T5	Velocidade de 10 Km h <sup>-1</sup> , marcha 4 <sup>a</sup> C e rotação de 1.500 rpm

### 3.1 Caracterizações do conjunto trator-semeadora-adubadora

Para tracionar a semeadora-adubadora, foi utilizado um trator John Deere 7515 (Figura 5), com 103 KW (140 cv), de potência nominal no motor, com tração dianteira auxiliar (TDA).



Figura 5 - Trator John Deere 7515, com TDA utilizado para tracionar a semeadora-adubadora. Itaqui-RS, 2013.

Para a realização deste experimento foi utilizado uma semeadora-adubadora Hyper Plus Camalhoneira (Figura 6), pantográfica de arrasto, equipada com 6 linhas para semeadura de soja e/ou milho, sulcador tipo haste para distribuição de adubo e disco duplo para semente, compactador tipo V ajustável, acompanhada de um kit especial adaptado na semeadora para plantio em solos encharcados de várzea. Este kit é composto por 03 aivecas que são responsáveis pela formação de microcamalhões, sendo que cada microcamalhão comporta o cultivo de 02 linhas de milho ou soja, com espaçamento de 0,66 cm posicionadas na borda de cada elevação. O conjunto assim constituído desenvolve trabalho conjugado, de semeadura e adubação com a formação do microcamalhão para drenagem da água ou para a irrigação por sulcos. Através da Figura 7, pode-se observar as características de constituição e o mecanismos sulcadores da semeadora-adubadora utilizada no experimento.



Figura 6 - Semeadora-adubadora Hyper Plus Camalhoneira. Itaqui-RS, 2013.



Figura 7 - Aivecas responsáveis pela formação do microcamalhão. Itaqui-RS, 2013.

## 3.2 Avaliações

### 3.2.1 Profundidade de deposição de semente

Para a avaliação da profundidade de deposição de sementes, utilizou-se uma espátula metálica, para a abertura de uma pequena trincheira, com dois metros de comprimento na linha de semeadura, buscando encontrar a semente, a qual teve sua profundidade de deposição aferida com o auxílio de uma régua graduada (Figura 8). Foram tomadas três repetições dentro de cada unidade experimental, nas linhas de semeadura totalmente ao acaso para cada velocidade de semeadura utilizada, totalizando seis metros de avaliação em cada unidade experimental.



Figura 8 - Determinação da profundidade de semeadura. Itaqui-RS, 2013.

### 3.2.2 Uniformidade de distribuição longitudinal de sementes

Para a avaliação da uniformidade de distribuição, cada unidade experimental foi subdividida em três sub-amostragens de dois metros de comprimento, escolhidas aleatoriamente dentro da parcela, medindo-se o espaçamento entre sementes, com auxílio de uma trena dentro do sulco de semeadura aberto com ajuda de uma espátula metálica (Figura 9).



Figura 9 - Determinação da uniformidade de distribuição longitudinal de sementes. Itaqui-RS, 2013.

Avaliou-se o percentual de espaçamentos aceitáveis, falhos ou múltiplos de acordo com espaçamento teórico esperado na regulagem da semeadora-adubadora (XREF), conforme proposto por Kurachi et al. (1989).

Os limites adotados para definir a amplitude de variação em relação a um valor aceitável de espaçamento de sementes está definido na Tabela 2.

Tabela 2 - Limites de tolerância dos espaçamentos ( $X_i$ ) entre sementes e o tipo de espaçamento considerado.

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

$X_i$  = Espaçamento entre sementes obtido a campo, ou por ocasião do cálculo da relação de transmissão e do número de sementes a ser distribuída por área.

$X_{ref}$  = Valor de referência obtido em função do espaçamento e número de sementes.

Fonte: KURACHI et al., 1989.

### 3.2.3 Índice de sementes expostas

Para a avaliação do índice de sementes expostas foi feito uma contagem do número de sementes que permaneceram na superfície após a semeadura em cada unidade experimental (Figura 10), onde-se observou ao acaso dois metros dentro de três linhas de semeadura, sendo assim calculado o índice de sementes, através da equação (1) sugerida por Mahl (2004).

$$IES = \frac{se - st}{st} \cdot 100 \quad (1)$$

Sendo que:

IES: índice de exposição de sementes, %;

se: número de sementes expostas no intervalo considerado;

st: número total de sementes do intervalo considerando a densidade média de semeadura praticada.



Figura 10 - Contagem do número de sementes expostas. Itaqui-RS, 2013.

### 3.2.4 Profundidade de sulcos entre os microcamalhões

Para avaliar a profundidade dos sulcos entre os microcamalhões, utilizou-se uma régua graduada (Figura 11), onde foram tomados 15 repetições dentro de cada unidade experimental, escolhidas aleatoriamente.



Figura 11 - Determinação da profundidade do sulco entre camalhões. Itaqui-RS, 2013.

### 3.3 Determinação da capacidade operacional (CO) do conjunto mecanizado

Para a determinação da capacidade operacional foi utilizada a metodologia proposta por Mialhe (1974), no qual leva em consideração a largura de trabalho da semeadora e/ou implemento, a velocidade de deslocamento e a eficiência operacional, conforme apresentado na Equação (2):

$$CO(\text{ha/h}) = \frac{\text{Larg. (m)} \times \text{Vel. (Km/h)} \times \text{EO}}{10} \quad (2)$$

Onde:

CO = capacidade operacional (ha h<sup>-1</sup>)

Larg= largura (metros)

Vel = Velocidade de deslocamento (km h<sup>-1</sup>)

EO = eficiência operacional (%)

A eficiência operacional (EO) foi determinada através da observação e mensuração do tempo em que o conjunto mecanizado estava em operação (semeadura) e o tempo gasto para manobras e abastecimento da semeadora-adubadora, em relação ao tempo total da operação. A velocidade de deslocamento utilizada nos cálculos foi a definida nos tratamentos conforme apresentado anteriormente na Tabela 1. Quando não se dispõe de dados coletados a campo, pode utilizar valores de referência estabelecidos pela ASAE D230-4 (1988), conforme o Quadro 1, para o cálculo da capacidade operacional.

Operação	Eficiência de campo (%)	Velocidade (km/h)
Aração	70 – 90	5,0 – 10,0
Subsolagem	75 – 90	6,0 – 9,0
Gradagem pesada	70 – 90	5,5 – 10,0
Gradagem leve	70 – 90	5,0 – 10,0
Rolagem	70 – 90	7,0 – 12,0
Semeadura direta	50 – 75	3,0 – 6,5
Semeadura	65 – 85	4,0 – 10,0
Colheita	65 – 85	3,0 – 6,5
Distribuído centrífugo (lanço)	60 – 70	5,0 – 8,0
Pulverizador de barra	50 – 80	5,0 – 11,5

Quadro 1 - Valores típicos de eficiência e velocidade operacional para principais operações agrícolas.

FONTE: Adaptado de ASAE data: ASAE D230-4, 1988.

### 3.4 Análise Estatística

Os dados obtidos a campo foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Para as variáveis uniformidade de distribuição longitudinal de sementes e índice de sementes expostas, como são valores expressos em porcentagens os mesmos foram transformados através da equação (3), e em seguida submetido a análise de variância. As análises estatísticas dos dados foram realizadas por meio

do *software* Assistat<sup>®</sup>, desenvolvido pelo Departamento de Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campinas Grande (UFMG).

$$x = \arcsen \sqrt{x/100} \quad (3)$$

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Profundidade de deposição de semente

Os resultados para a profundidade de deposição da semente em função da variação na velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado, mostraram efeitos significativos, conforme pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 3 - Profundidade de deposição de sementes em função da velocidade de deslocamento, Itaqui-RS, 2013.

Velocidade (km h <sup>-1</sup> )	Profundidade (mm)
2,0	29,85 a
4,0	26,25 a
6,0	24,50 ab
8,0	18,00 bc
10,0	13,25 c
Média	21,50
CV (%)	13,92

\*Médias seguidas da mesma letra, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Pode-se notar, que através da análise de regressão houve tendência linear de redução na profundidade das sementes com o acréscimo da velocidade (Figura 12).

A profundidade padrão adotada através da regulagem da semeadora-adubadora foi de 30 mm, levando em consideração o período de semeadura da cultura, onde normalmente não há deficiência hídrica durante o subperíodo da semeadura-emergência, recomendando profundidades de 30 a 40 mm (Reunião..., 2009). No experimento realizado pode-se observar uma variação de 16 mm (29,25 a 13,25 mm), da maior para a menor velocidade respectivamente.

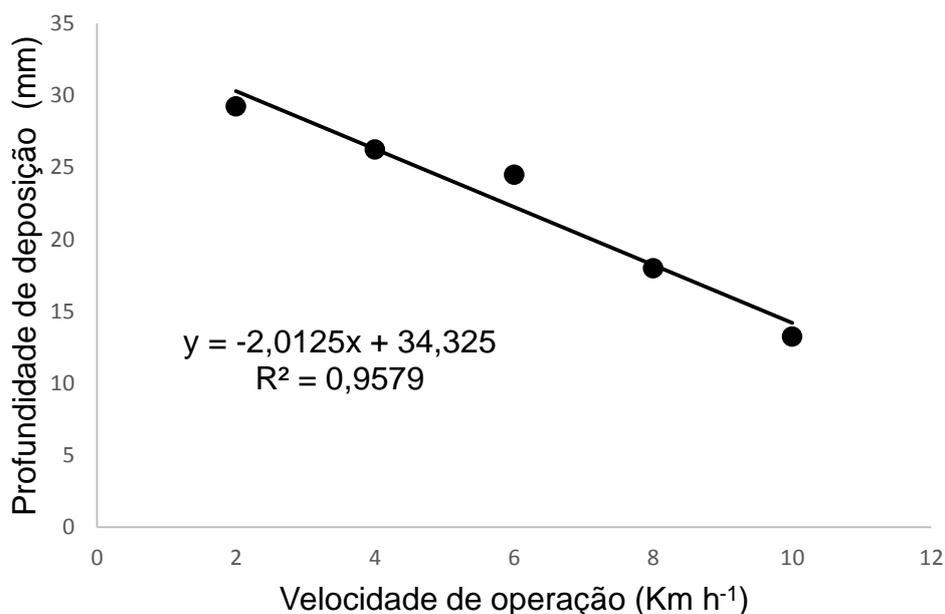


Figura 12 – Estimativa de regressão da profundidade de deposição das sementes em função da velocidade de deslocamento, Itaqui-RS, 2013.

A qualidade da semeadura mostrou-se influenciada pela profundidade de deposição da semente, sendo que com o aumento da velocidade de deslocamento do conjunto, a profundidade de deposição das sementes tende a ser mais superficial, o que pode vir a influenciar na germinação, pela diminuição da capacidade de absorção de água, comprometendo o estande final de plantas. Da mesma forma foi observado por Casão Junior et al. (2000), que aumentando a velocidade de deslocamento de 4,5 para 8,0 km h<sup>-1</sup>, a profundidade da semente diminui significativamente. Todavia Furlani et al. (1999), observaram que a profundidade de deposição das sementes não foi afetada quando a velocidade passou de 3,0 para 5,0 km h<sup>-1</sup>. Com essa variação da profundidade de deposição da semente pode-se afirmar que nas velocidades de 8,0 e 10 km h<sup>-1</sup>, a semeadora-adubadora teve desempenho insatisfatório, salvo que, com o aumento da pressão das linhas de semeadura a mesma poderá apresentar profundidades elevadas, ficando dentro dos padrões pré-estabelecidos.

#### 4.2 Uniformidade de distribuição longitudinal de sementes

No experimento realizado, a uniformidade de distribuição de sementes diferenciou-se estatisticamente, em função das diferentes velocidades de

deslocamento, o que pode-se observar na Tabela 4, para valores de aceitáveis, múltiplos e falhos, de acordo com os parâmetros pré-estabelecidos no item 3.2.2.

Tabela 4 - Espaçamentos aceitáveis, múltiplos e falhos em relação as diferentes velocidades de deslocamento, Itaqui-RS, 2013.

Velocidade (km h <sup>-1</sup> )	Aceitáveis (%)	Múltiplos (%)	Falhos (%)
2,0	92,87 a	0,93 a	6,20 a
4,0	83,15 a	4,89 a	11,96 ab
6,0	86,89 a	4,65 ab	8,47 a
8,0	51,34 b	18,11 c	30,55 c
10,0	57,67 b	14,73 bc	27,59 bc
Média	74,38	8,66	16,95
CV (%)	8,52	38,58	23,16

\*Médias seguidas da mesma letra, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Para a mensuração dos espaçamentos no sulco de semeadura, levou-se em conta apenas as sementes que foram corretamente depositadas e cobertas, nota-se através da análise estatística que a velocidade de 8 km h<sup>-1</sup>, demonstrou piores resultados para esta variável, isto justifica-se pelo baixo número de espaçamentos amostrados na velocidade de 10 km h<sup>-1</sup>, na qual as sementes não foram corretamente encobertas, causando discrepância nos resultados.

#### 4.2.1 Espaçamentos aceitáveis

Os espaçamentos aceitáveis entre as sementes apresentaram diferenças significativas, com relação à velocidade de deslocamento (Tabela 4), através da análise de regressão, pode-se observar uma tendência de um comportamento linear decrescente com o aumento da velocidade do conjunto mecanizado, sobre a porcentagem de espaçamentos aceitáveis (Figura 13).

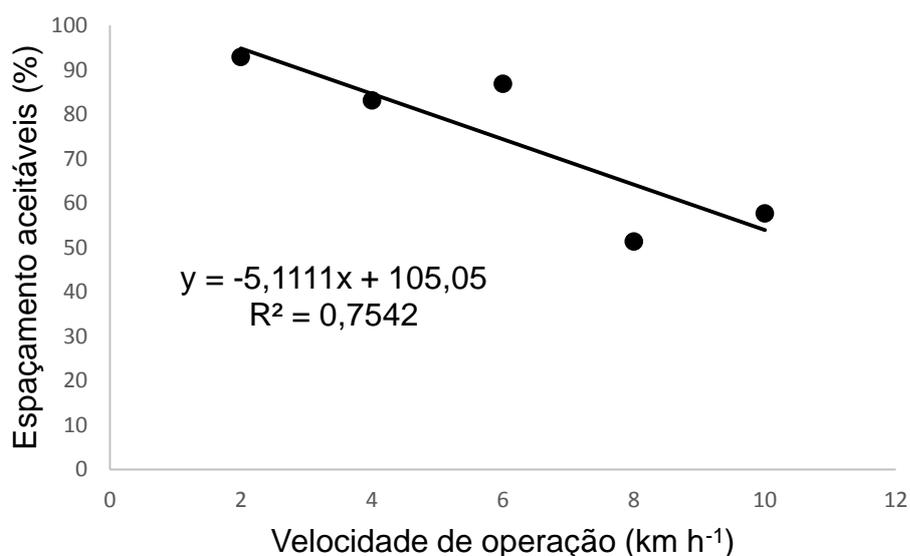


Figura 13 - Estimativa dos espaçamentos aceitáveis entre sementes, em função da velocidade de deslocamento, Itaqui-RS, 2013.

A maior porcentagem de espaçamentos aceitáveis foi obtido na menor velocidade de operação (2 km h<sup>-1</sup>), sendo a cada aumento das mesma ocorre um decréscimo de 5,11% nos espaçamentos aceitáveis.

Esta redução no percentual de aceitáveis que foi constatada com a análise de regressão, segundo Moody et al. (2003), é devida à elevação da velocidade tangencial dos dosadores tipo disco alveolado horizontal, do sistema de distribuição da semeadora-adubadora, causada pelo aumento da velocidade de deslocamento. Estes resultados estão de acordo com o encontrado por Silveira (2008), ao avaliar desempenho operacional de um conjunto trator-semeadora, com velocidades de 3,5 a 7,0 km h<sup>-1</sup>, encontrou valores entre 85,9 e 54,6 % de escapamentos aceitáveis entre as velocidades, da mesma forma, Dias (2009), verificou efeito negativo do aumento da velocidade de deslocamento na distribuição de sementes de milho, expresso pela redução do percentual de aceitáveis.

Segundo Tourino & Klingensteiner (1983), semeadoras com percentagem de espaçamentos aceitáveis de 90 a 100% são consideradas de ótimo desempenho; de 75 a 90%, bom desempenho; de 50 a 75%, desempenho regular; e abaixo de 50%, insatisfatório. Assim, analisando-se os resultados, pode-se afirmar que a semeadora-adubadora microcamalhoneira, alcançou ótimo desempenho na velocidades de 2 km h<sup>-1</sup>, bom desempenho para as velocidades de 4 e 6 km h<sup>-1</sup>, e regular nas velocidades de 8 e 10 km h<sup>-1</sup>.

### 4.2.2 Espaçamentos múltiplos

Os espaçamentos múltiplos de sementes de milho apresentou diferença para as velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado (Tabela 4). A equação de regressão para esta variável é apresentada na Figura 14, onde nota-se tendência linear crescente no percentual de espaçamentos múltiplos das sementes, com o aumento da velocidade.

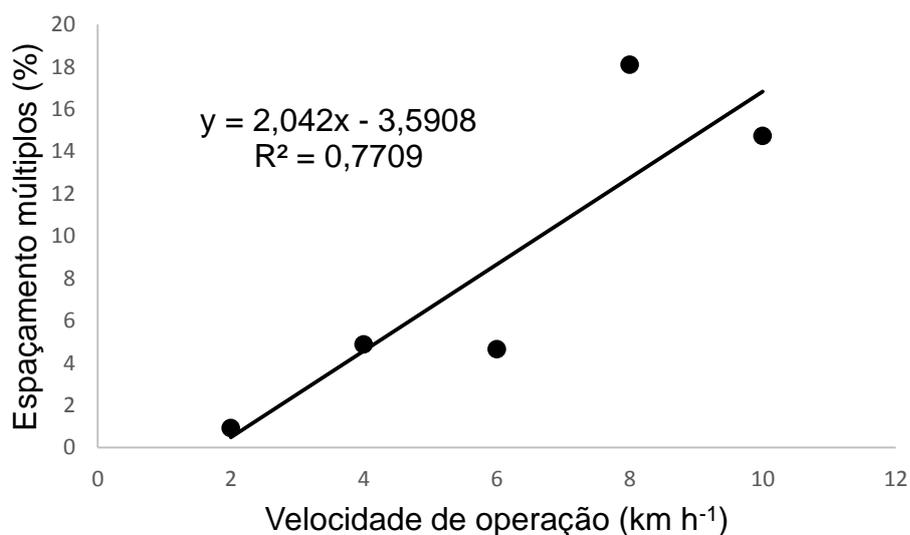


Figura 14 - Estimativa dos espaçamentos múltiplos entre sementes, em função da velocidade de deslocamento, Itaqui-RS, 2013.

Na equação de regressão, pode-se observar, que com o aumento da velocidade de deslocamento, ocorre aumento de 2,04% nos espaçamentos múltiplos das sementes, sendo que a velocidade de 8 km h<sup>-1</sup>, foi a qual apresentou maior percentual de espaçamentos múltiplos. Tal resultado entra em discordância com Mahl (2004), que ao testar a eficiência da distribuição de sementes de milho sob variação de velocidade, não encontrou diferenças significativas para a variação do percentual de espaçamentos múltiplos.

O desempenho da semeadora-adubadora, mostrou-se ineficiente nas velocidades de 8 e 10 km h<sup>-1</sup>, pela grande percentual de espaçamentos múltiplos.

### 4.2.3 Espaçamentos Falhos

Através da análise de variância, os resultados de espaçamentos falhos mostraram-se significativos da mesma forma que aceitáveis e múltiplos (Tabela 4). Tendo em vista a equação de regressão, nota-se uma reta de regressão crescente

para a variável espaçamentos falhos em relação a velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora (Figura 15).

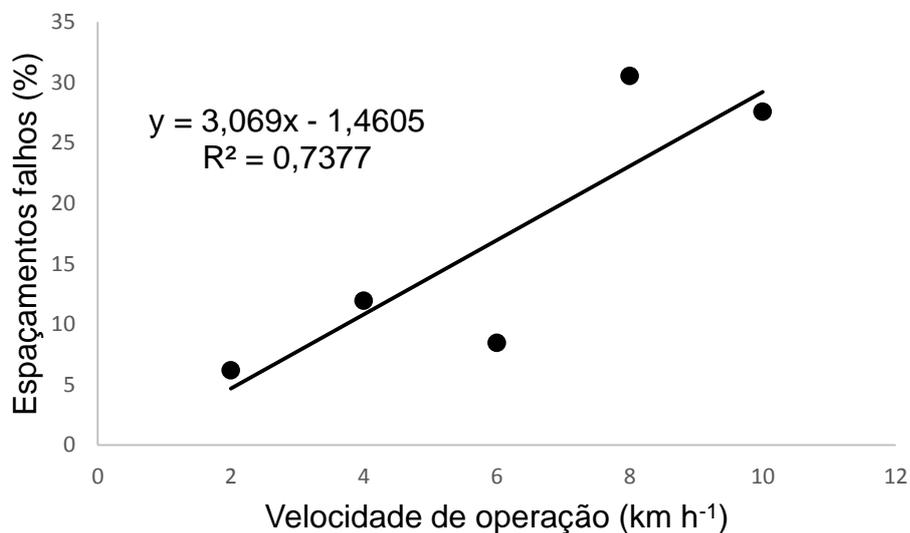


Figura 15 - Estimativa dos espaçamentos falhos entre sementes, em função da velocidade de deslocamento, Itaqui-RS, 2013.

Com o aumento da velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado, os espaçamentos tem incremento de 3 % por velocidade. Da mesma forma foi observado em trabalho realizado por Dias (2009), testando velocidades de 3,5 e 7,0 km h<sup>-1</sup>, identificou maior percentual de espaçamentos falhos, com o aumento da velocidade de deslocamento.

De posse dos resultados obtidos, evidencia-se que o aumento da velocidade de deslocamento na operação de semeadura, influencia na distribuição adequada das sementes, aumentando o percentual de espaçamentos falhos, bem como múltiplos, reduzindo os espaçamentos aceitáveis, o que contribui para o insucesso do estande final de plantas no campo.

#### 4.3 Índice de sementes expostas

Para o índice de sementes expostas analisado no experimento, teve efeito significativo entre as velocidades avaliadas, sendo os resultados descrito na Tabela 5.

Tabela 5 - Índice de sementes expostas, em função da velocidade de deslocamento, Itaqui-RS, 2013.

Velocidade (km h <sup>-1</sup> )	Sementes expostas (%)
2,0	0 a
4,0	2,77 a
6,0	5,55 a
8,0	8,33 a
10,0	33,33 b
Média	10,00
CV (%)	81,81

\*Médias seguidas da mesma letra, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Pode-se observar através da análise de regressão, uma tendência linear crescente para o índice de sementes expostas em relação as velocidades de deslocamento (Figura 16).

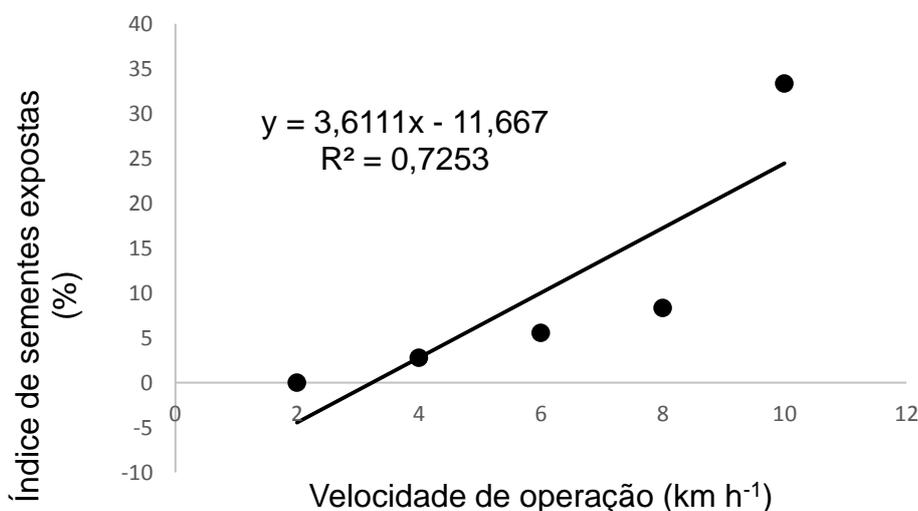


Figura 16 - Estimativa do índice de sementes expostas, em função da velocidade de deslocamento, Itaqui-RS, 2013.

De posse dos resultados pode-se identificar que a velocidade de 10 km h<sup>-1</sup>, diferiu das demais velocidade de deslocamento, apresentando um percentual maior de sementes expostas, com isso nota-se que há tendência entre a profundidade de deposição de sementes com o índice de sementes expostas, ou seja, a redução na profundidade de semeadura aumenta o percentual de sementes expostas, caracterizando uma tendência linear decrescente, conforme a Figura 17.

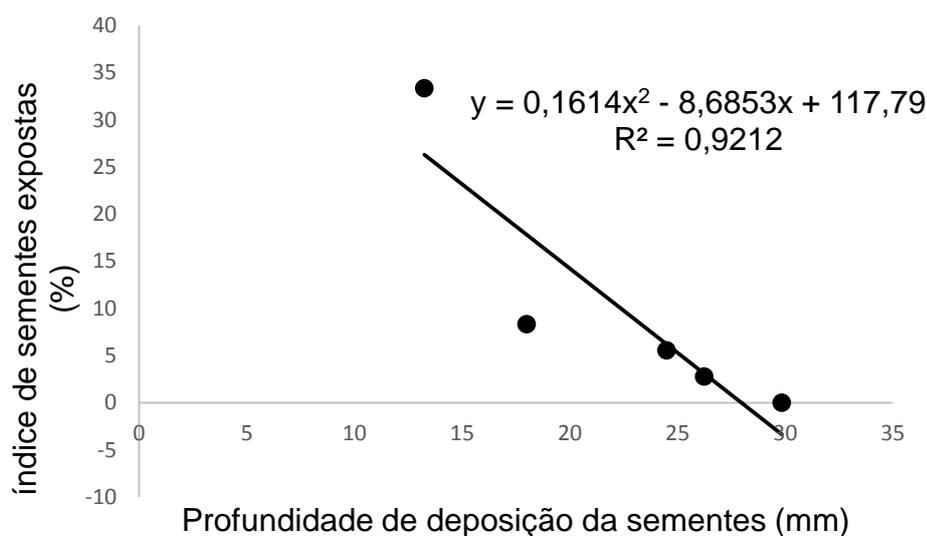


Figura 17 - Estimativa de tendência entre o índice de sementes expostas e a profundidade de deposição de sementes, Itaqui-RS, 2013.

#### 4.4 Profundidade de sulcos entre os microcamalhões

A variável profundidade de sulcos entre os microcamalhões, demonstrou efeitos significativos com relação a velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado, conforme a Tabela 4.

Tabela 6 - Profundidade do sulco entre os microcamalhões em função da velocidade de deslocamento, Itaqui-RS, 2013.

Velocidade (km h <sup>-1</sup> )	Profundidade (mm)
2,0	126,45 a
4,0	127,00 a
6,0	120,45 a
8,0	109,22 b
10,0	101,35 b
Média	114,65
CV (%)	3,17

\*Médias seguidas da mesma letra, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Pode-se observar que pela equação de regressão, a tendência da profundidade diminuir conforme o aumento da velocidade de deslocamento (Figura 18).

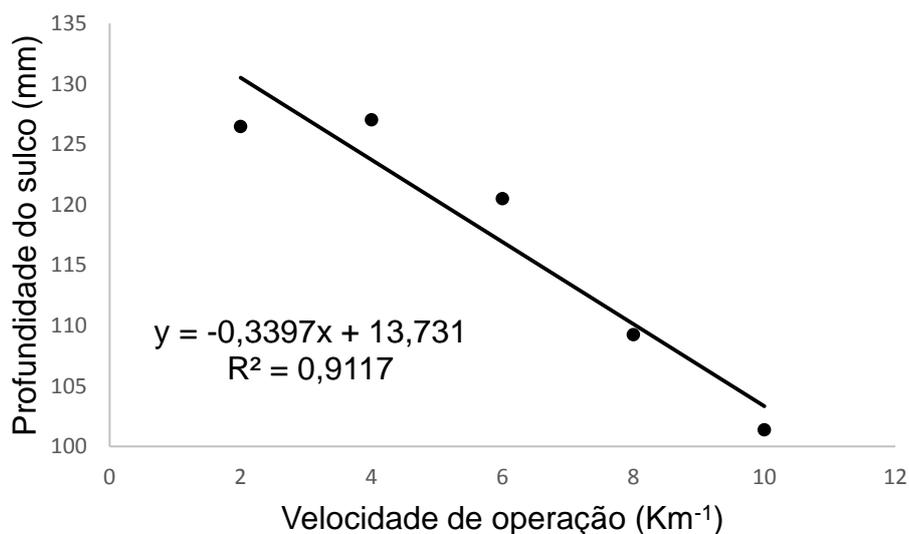


Figura 18 - Regressão da profundidade do sulco entre os microcamalhões em função da velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado, Itaqui-RS, 2013.

Com o aumento da velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado, pode-se observar redução na profundidade do sulco, sendo que ocorreu variação de 126,45 para 101,35 mm, entre as velocidades avaliadas (diferença de 25,1 mm nas velocidades mínima e máxima respectivamente). Levando-se em consideração a baixa declividade que as áreas de várzea apresentam, e a necessidade de se drenar e/ou irrigar as mesmas de forma eficiente e rápida, o qual constitui a essência da proposta do sistema de semeadura em microcamalhão, a diferença de 25,1 mm entre a menor e a maior velocidade de deslocamento devem ser levadas em conta, tendo-se em vista que a esta diferença de profundidade pode comprometer o deslocamento superficial da água.

#### 4.1 Capacidade operacional do conjunto trator-semeadora

A capacidade operacional para ao conjunto trator-semeadora, está demonstrado na Tabela 7. Observa-se que a mesma está relacionada com os fatores de desempenho analisados.

Tabela 7 – Capacidade operacional (C.O), Itaqui-RS, 2013.

Velocidade (km <sup>-1</sup> )	C.O (ha h <sup>-1</sup> )	C.O (ha dia <sup>-1</sup> ) *
2	0,47	3,80
4	0,95	7,60
6	1,42	11,40
8	1,90	15,20
10	2,37	18,96

C. O – Capacidade Operacional, (ha h<sup>-1</sup>).

\* Capacidade Operacional, ha dia<sup>-1</sup>, considerando uma jornada de trabalho de oito horas diária.

Com os valores da capacidade operacional calculados para o conjunto mecanizado a partir de uma eficiência de campo da ordem de 60%, pode-se observar acréscimo de 0,47 ha h<sup>-1</sup>, para cada velocidade de deslocamento. Este aumento demonstra-se significativo, em relação ao tempo gasto de operação para cada hectare semeado, porém deve-se levar em consideração a qualidade na operação de semeadura, a qual está relacionada com a profundidade de deposição da semente, números de sementes expostas e a distribuição longitudinal das sementes no sulco de semeadura, além da profundidade do sulco entre os microcamalhão. Portanto, considerando as variáveis dos itens anteriores, a velocidade que mais se adapta a uma adequada capacidade operacional aliada a uma boa qualidade de semeadura é a velocidade de 6 km h<sup>-1</sup>, porém esta velocidade deve ser ajustada de acordo as condições de cada produtor, considerando o período de semeadura e, as condições climáticas.

## 5. CONCLUSÃO

Com base nas avaliação do desempenho do conjunto trator-semeadora, conclui-se que a velocidade de deslocamento, influência sobre o desempenho da semeadora-adubadora microcamalhoneira, para a semeadura do milho na várzea.

- A profundidade de deposição das sementes, nas velocidade de 8 e 10 km h<sup>-1</sup>, é insuficiente de acordo os padrões da cultura.

- O aumento da velocidade de operação do conjunto mecanizado de 2 km h<sup>-1</sup> para 10 km h<sup>-1</sup>, influencia a distribuição longitudinal das sementes, principalmente nas maiores velocidades avaliadas (8 e 10 km h<sup>-1</sup>).

- O índice de sementes expostas é elevado na velocidade de 10 km h<sup>-1</sup>, prejudicando o estande final de plantas.

- Para a profundidade do sulco entre os microcamalhões, observa-se redução na profundidade com acréscimo de velocidades de deslocamento, o que limita o objetivo da semeadora-adubadora microcamalhoneira, que é drenar e/ou irrigar a área de forma eficiente e rápida, não sendo adequada velocidades de 8 e 10 km h<sup>-1</sup>.

- A capacidade operacional aumenta em função do aumento na velocidade do conjunto motorizado, porém a qualidade da semeadura fica comprometida.

Portanto levando em consideração os parâmetros em que o experimento foi realizado, a velocidade de deslocamento ideal da semeadora-adubadora Hyper Plus Camalhoneira é de 6 km h<sup>-1</sup>.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR/9743** - Semeadora de fluxo contínuo em linha - ensaio de laboratório. São Paulo: Fórum Nacional de Normalização, 1987. 16p.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Projeto de norma 04: 015.06-004**: Semeadora de precisão – ensaio de laboratório – método de ensaio. Rio de Janeiro, 1994.

ALDRICH, S.R.; SCOTT, W.O.; LENG, E.R. **Modern corn production**. 2.ed. Champaign: A & L Publication, 1982, 371 p.

ASAE D230.4, American Society of Agricultural Engineers. St. Joseph: ASAE, 1988, p. 91-97.

ARGENTA, G. Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 71-78, 2001.

BOWMAN, D.I. Feasibility studies on planting corn trials to a stant. **Crop science**, v. 27, n. 6, p. 1231, 1987.

BRANQUINHO, K.B.; FURLANI, C.E.A.; LOPES, A.; SILVA, R.P.; GROTTA, D.C.C.; BORSATTO, E.A. Desempenho de uma semeadora-adubadora direta, em função da velocidade de operação do tipo de manejo da biomassa da cobertura do solo. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.2, p.374-380, 2004.

CASÃO JUNIOR. R.; ARAÚJO. A. G. de; RALISCH. R. Desempenho da semeadora-adubadora MAGNUM 2850 em plantio direto no basalto paranaense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 3, p. 523-532, 2000.

COELHO, J. L. D. **Avaliação de elementos sulcadores para semeadoras-adubadoras utilizadas em sistemas conservacionistas de manejo do solo**. 1998, p. 96, Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas.

COLLINS, B.A.; FOWLER, D.B. Effects of soil characteristics, seeding depth, operating seed, and opener design on draft force during direct seeding. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v.39, p.199-211, 1996.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira**. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13\\_07\\_09\\_09\\_04\\_53\\_boletim\\_graos\\_junho\\_\\_2013.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_07_09_09_04_53_boletim_graos_junho__2013.pdf)> acesso em: 03 de agosto de 2013.

DAMBRÓS, R.M. **Avaliação do desempenho de semeadoras-adubadoras de milho com diferentes mecanismos dosadores**. 1998. p. 86. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

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

DIAS, V.O. **Desempenho de dois protótipos de semeadoras-adubadoras para plantio direto**. 2009, p. 80. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria.

ECHARTE, L. LENG, E.R. **Response of maize kernel number to plant density in Argentinean hybrids released between 1965 and 1993**. Field Crops Research, Amsterdam, v. 68, p. 1-8, 2000.

EMBRAPA. **Avaliação do desempenho de plantadoras diretas para culturas de verão**. Passo Fundo: Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, 1994.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Brasília: Embrapa-SPI, p. 412, 2006.

FORD, J.H.; HICKS, D.R. Corn growth and yield in uneven emerging stands. **Journal of production agriculture**. Minnesota, v. 5, n. 1. p. 185-8, 1992.

FURLANI, C.E.A.; LOPES, A.; SILVA, R.P.; REIS, G.N. Exigências de uma semeadora-adubadora de precisão variando a velocidade e a condição da superfície do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 4, p. 920-923, 2005.

FURLANI, C.E.A.; LOPES, A.; ABRAHÃO, F.Z.; LEITE, M.A.S. Características da cultura do milho (*Zea mays* L.) em função do tipo de preparo do solo e da velocidade de semeadura. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 19, p. 177-186, 1999.

GARCIA, L.C.; JASPER, R.; JASPER, M.; FORNARI, A.J.; BRUM, J.; Influência da velocidade de deslocamento na semeadura do milho, **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.26, n.2, p.520-527, maio/ago. 2006.

IVANCAN, S.; SITO, S.; FABIJANIC, G. Effect of precision on the intra-row seed distribution for parsley drill operating speed. **Biosystems Engineering**, Londres, v. 89, n. 3, p. 373-376, mar. 2004.

JANKE, J.; ERBACH, D.C. **Seed depth distribution in no-till and strip till**. St. Joseph, MI: ASAE, 1985, p. 12.

JOHNSON, G. A.; HOVERSTAD, T. R.; GREENWALD, R. E. Integrated weed management using narrow corn row spacing, herbicides, and cultivation. **Agronomy Journal**, Madison, v. 90, n. 1, p. 40-46, jan./fev. 1998.

**JONH DEERE**, Portfólio 2013, 1 fotografia, Disponível em:[http://www.deere.com.br/wps/dcom/pt\\_BR/products/equipment/planters/1100\\_series/1111/1111.page](http://www.deere.com.br/wps/dcom/pt_BR/products/equipment/planters/1100_series/1111/1111.page)? Acesso em: 28 ago. 2013.

KACHMAN, S. D.; SMITH, J. A. **Alternative measures of accuracy in plant spacing for planters using single seed metering**. Transactions of the ASAE, St. Joseph, v. 38, n. 2, p. 379-387, mar./abr. 1995.

KOPPEN, W. **Climatologia com un estudio de los climas de la tierra**. México: Fondo de Cultura Econômica, p. 1948. 478.

KURACHI, S.A.H.; COSTA, J.A.S.; BERNARDI, J.A.; COELHO, J.L.D.; SILVEIRA, G.M. **Avaliação tecnológica de semeadoras e/ou adubadoras: tratamento de dados de ensaios e regularidade de distribuição longitudinal de sementes**. Bragantia, Campinas, v.48, n.2, p. 249-262, 1989.

LAN, Y.; KOCHER, M. F.; SMITH, J. A. Opto-electronic sensor system for laboratory measurement of planter seed spacing with small seeds. **Journal Agricultural Engineering Research**, n. 72, p. 119-127, 1999.

**LAVOURA ARROZEIRA**, Instituto Rio Grandense Do Arroz (IRGA), Porto Alegre, v.60, n. 458, Agosto 2012.

MAHL, D.; GAMERO, C.A.; BENEZ, S.H.; FURLANI, C.E.A.; SILVA, A.R.B. Demanda energética e eficiência da distribuição de sementes de milho sob variação de velocidade e condição de solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.150-7, 2004.

MANTOVANI, E.C.; BERTAUX, S. **Avaliação do desempenho de semeadoras-adubadoras de milho no campo**. Sete Lagoas, MG. Mi: ASAE, 1990, p. 12.

MELLO FILHO, G.A.; RICHETTI, A. **Aspectos socioeconômicos da cultura do milho**. In: EMBRAPA Milho: informação técnica. Dourados, MS, 1997, P.13-20.

MIALHE, L. G. **Manual de mecanização agrícola**. São Paulo: Ceres, 1974, p. 301.

MODOLO, A. J.; GABRIEL FILHO, A.; SILVA, S. de L.; GNOATTO, E. Força de tração necessária em função do número de linhas de semeadura utilizadas por uma semeadora-adubadora de precisão. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 465-73, 2005.

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

MOLIN, R. Espaçamento entre linhas de semeadura na cultura do milho. **Revista Batavo**, p.33, 2000.

MOODY, F. H.; HANCOCK, J.H.; WILKERSON, J. B. **Evaluating planter performance cotton seed placement accuracy**. ASABE Paper number 031146, St. Joseph, ASABE Annual Meeting, 2003.

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

PALHARES, M. **Distribuição e população de plantas e produtividade de grãos de milho**. Dissertação (mestrado em agronomia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003, 90f.

PINTO, L.F.S.; PAULETTO, E.A.; GOMES, A. da S.; SOUSA, R.O. de. Caracterização de solos de várzea. In: GOMES, A. da S. & PAULETTO, E.A. (Ed.). **Manejo de solo e da água em áreas de várzea**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999, p.11-36.

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

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

REUNIÃO DE PESQUISA DE MILHO DA REGIÃO SUL, 54., 2009, Veranópolis. **Indicações técnicas para a cultura do milho e sorgo no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina – 2010/2011.** Veranópolis: Fepagro-Serra, 2009, p. 179.

SANGÓI, L. **Bases morfofisiológicas para maior tolerância dos híbridos modernos de milho a altas densidades de plantas.** *Bragantia*, Campinas, v. 61, n. 2, p. 101-110, 2002.

SCHILD, L.N.; PARFITT, J.M.B.; PORTO, M.P.; SILVA, C.A.S. **Comportamento do milho, em planossolo, sob condições de excesso hídrico.** I - Desempenho agrônomico *Agropecuária Clima Temperado*, Pelotas, v. 2, n. 1, p. 97-109, 1999.

SILVA, D.B.da. Efeito da profundidade de plantio sobre o trigo irrigado na região dos cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, p. 769-773, 1992.

SILVA, J. G.; SILVEIRA, P.M. **Avaliação de uma semeadora-adubadora na cultura do milho.** Santo Antônio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão, dez. 2002, p. 19. (boletim de pesquisa e desenvolvimento, 2).

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

SILVEIRA, J. C. M. da; FILHO, A. G.; SECCO, D. Demanda de potência e força de tração de uma semeadora na implantação do milho safrinha sob plantio direto; **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 13, n. 4, p.256-267, out./dez. 2005.

SILVEIRA, J.C.M., **Desempenho operacional de um conjunto trator-semeadora em função da velocidade e rotação no eixo do motor**, 2008, p. 118. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Viçosa.

SINGH R. C.; SINGH, G.; SARASWAT D. C. Optimisation of design and operational parameters of a pneumatic seed metering device for planting cottonseeds. **Biosystems Engineering**, Londres, v. 92, n. 4, p. 429-438, abr. 2005.

STORCK, L.; SCHUCH, L.O.B. **Experimentação vegetal**. Santa Maria: Ed. UFSM, 2000, p. 198.

SUGUISAWA, J.; SILVA, S.S.S.E.; MILAN, M Qualidade operacional de semeadura mecanizada de milho (*Zea mays* L.) em sistema de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 32., 2003, Goiânia. **Anais..** Goiânia: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2003.

TEIXEIRA, M. C. C.; BEMYGDIO, B. M.; RODRIGUES, O. **Efeito da densidade de plantas e espaçamento entre linhas no desempenho de cultivares de milho da Embrapa**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006, p. 14. html (Embrapa Trigo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Online, 34). Disponível: [http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p\\_bp34.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p_bp34.htm).

TOLLENAAR, M.; AGUILERA, A.; NISSANKA, S. P. Grain yield is reduced more by weed interference in an old than in a new maize hybrid. **Agronomy Journal**, Madison, v. 89, n. 2, p. 239-246, 1997.

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

VERNETTI, F.J.J.; GOMES, A.S.; SCHUCH, L.O.B.; Sucessão de culturas em solos de várzea implantadas nos sistemas plantio direto e convencional. **R. Bras. Agrociência, Pelotas**. Pelotas, v15, n.1-4, p.37-42, 2009.

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