

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS**

**SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO E VELOCIDADE DE  
SEMEADURA DA SOJA**

**RODRIGO GONÇALVES CHAVES**

**DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2015**

# **SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO E VELOCIDADE DE SEMEADURA DA SOJA**

Rodrigo Gonçalves Chaves

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Jorge Wilson Cortez

Co-orientador: Prof. Dr. Roberto Carlos Orlando

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de Mestre.

**DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2015**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).**

C512s	Chaves, Rodrigo Gonçalves. Sistemas de manejo e velocidade de semeadura da soja. / Rodrigo Gonçalves Chaves. – Dourados, MS: UFGD, 2015. 46f.  Orientador: Prof. Dr. Jorge Wilson Cortez. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Grande Dourados.  1. Mecanização Agrícola. 2. Características Agronômicas. 3. Compactação. I. Título.  CDD – 633.34
-------	---

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.**

**©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.**

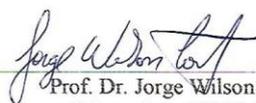
**“Sistemas de manejo do solo e velocidade de semeadura da soja”**

por

**RODRIGO GONÇALVES CHAVES**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título  
de MESTRE EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

Aprovado em: 25/02/2015



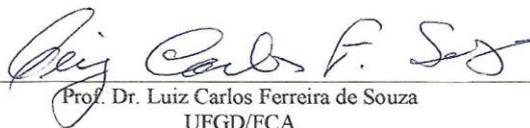
---

Prof. Dr. Jorge Wilson Cortez  
Orientador – UFGD/FCA



---

Profa. Dra. Anamari Viegas de Araujo Motomiya  
UFGD/FCA



---

Prof. Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza  
UFGD/FCA

*Dedico esta dissertação aos meus pais  
Wilson Moraes Chaves e Márcia  
Cecilia Gonçalves Chaves.*

## **AGRADECIMENTOS**

À UFGD – Universidade Federal da Grande Dourados, pela oportunidade de fazer mestrado.

Ao programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da FCA – Faculdade de Ciências Agrárias, pela estrutura de ensino fornecida.

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa.

À FUNDECT - Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul, pela bolsa de estudo, e por acreditar no tema de estudo proposto.

Ao Prof. Dr. Jorge Wilson Cortez, pela orientação e ensinamentos que me foram passados ao longo desse período.

Ao Prof. Dr. Roberto Carlos Orlando, pela co-orientação.

## SUMÁRIO

	<b>Páginas</b>
1. INTRODUÇÃO.....	8
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
2.1    Sistemas de manejo do solo .....	9
2.2    Velocidade de semeadura.....	10
2.3    Relação máquina-solo-planta .....	11
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1    Local.....	13
3.2    Equipamentos e insumos.....	15
3.3    Delineamento experimental .....	16
3.4    Atributos do solo .....	17
3.4.1    Massa e cobertura vegetal do solo .....	17
3.4.2    Densidade e porosidade total do solo .....	17
3.4.3    Teor de água no solo .....	18
3.4.4    Resistência mecânica do solo à penetração .....	19
3.5    Desempenho do conjunto trator-semeadora.....	19
3.5.1    Capacidade de campo efetiva .....	19
3.5.2    Eficiência de campo teórico.....	20
3.6    Características agronômicas da cultura da soja.....	20
3.6.1    Número de dias e índice de emergência, e estande final .....	20
3.6.2    Distribuição longitudinal de plantas .....	21
3.6.3    Diâmetro do caule, altura de plantas e inserção da primeira vagem....	21
3.6.4    Massa de 100 grãos e produtividade.....	22
3.7    Análise dos dados.....	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	23
4.1    Atributos do solo .....	23
4.2    Desempenho do conjunto trator-semeadora-adubadora.....	29
4.3    Características agronômicas da cultura da soja.....	30
5 CONCLUSÕES .....	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	39

CHAVES, R. G. Sistemas de manejo do solo e velocidade de semeadura da soja. 46f. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS.

## RESUMO

O aumento da produtividade da cultura da soja está relacionado a diversos fatores operacionais, como os sistemas de manejo do solo e a velocidade de semeadura. Assim, objetivou-se avaliar os sistemas de manejo do solo e a velocidade de semeadura na cultura da soja, e seus efeitos sobre os atributos agronômicos e físicos do solo, e o desempenho do conjunto trator-semeadora-adubadora. Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso no esquema de parcela subdividida com quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por seis sistemas de manejo, aplicados nas parcelas: plantio direto (PD), plantio direto escarificado (PDe), plantio direto escarificado cruzado (PDec), preparo convencional (PC), preparo reduzido (PR) e preparo conservacionista (PCs), e por quatro velocidades aplicadas nas subparcelas no momento da semeadura da soja, resultando nas velocidades médias de 4,6; 5,5; 7,3 e 7,8 km h<sup>-1</sup>. Observou-se nas camadas de 0,0 – 0,10; 0,10 – 0,20 e 0,20 – 0,30 m efeito significativo dos sistemas de manejo sobre a resistência à penetração (RP) do solo. O sistema PD apresentou o maior valor de RP em comparação aos demais sistemas de manejo estudados. A velocidade de 7,3 km h<sup>-1</sup> foi a mais adequada para a semeadura por ter um rendimento de campo de 94,03%. A velocidade de 7,8 km h<sup>-1</sup> proporcionou a menor quantidade de espaçamentos duplos na fileira de semeadura. Velocidades baixas favorecem maiores produtividades, por melhorar outros atributos agronômicos, como vagens por planta e estande de plantas.

**Palavras-chave:** mecanização agrícola, características agronômicas, compactação.

CHAVES, R.G. **Systems of soil management and the forward speed of sowing on soybean**. 46f. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS.

### ABSTRACT

The increase in soybean yield is related to several operational factors, as soil tillage and sowing speed. Like this, this study aimed to evaluate the soil tillage and sowing rate on soybean, and their effects on the agronomic and physical soil properties and the performance of the whole tractor-seeder. The randomized block design in split plot design with four replications was used. The treatments consisted of six management systems, Applied to the plots: no tillage (PD), subsoiling no tillage (PDs), no tillage subsoiling crusader (PDsc), conventional tillage (PC), reduced tillage (PR) and conservation tillage (PCs). And the forward speed applied to the split plot at the time of soybean seeding, resulting in average speeds 4.6; 5.5; 7.3 and 7.8 km h<sup>-1</sup>. It was observed in the layers 0.0 – 0.10; 0.10 – 0.20 e 0.20 – 0.30 m significant effect of tillage systems on penetration resistance (RP) soil. The PD system had the highest PR value compared to other tillage systems studied. The speed of 7.3 km h<sup>-1</sup> was optimal for the sowing field by having a yield of 94.03%. The speed of 7.8 km h<sup>-1</sup> gave the least amount of gaps in the double row sowing. Low speeds favor higher productivity, to improve other agronomic traits, such as pods per plant and plant stand.

**Key words:** agricultural mechanization, agronomic characteristics, compaction.

## 1. INTRODUÇÃO

A soja é a cultura que mais cresce em área semeada no Brasil, sendo o aumento da produtividade associado à pesquisa, ao manejo adequado do solo e a eficiência dos sistemas de produção. O grão é de suma importância para a fabricação de rações animais e produtos para consumo humano, ocupando lugar de destaque na balança comercial. Seu cultivo se estabeleceu principalmente nas regiões centro oeste e sul do Brasil (SEAB, 2013).

Com o mundo cada vez mais globalizado, a produção mundial de soja aumenta a cada ano agrícola, e esse aumento também sofre grande influência da China que é o maior mercado consumidor do grão. Segundo dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos – USDA, a produção mundial de soja no ano agrícola 2013/2014 teve um aumento de 6%, totalizando 283,54 milhões de toneladas produzidas. Em relação ao Brasil, o aumento foi de 7%, totalizando 88 milhões de toneladas de soja produzida no País. A produção de soja no Mato Grosso do Sul teve aumento de 4,5%, totalizando produção de 6,05 milhões de toneladas (APROSOJA/MS, 2014).

A produtividade de grãos é afetada pelo grau de compactação do solo, e ao se aumentar a densidade e RP do solo, observa-se decréscimo na produtividade (ROSA FILHO et al., 2009). Quando ocorrem impedimentos mecânicos no solo verificam-se que mesmo antes da planta de soja chegar ao ponto de murcha permanente, a mesma pode estar sobre restrição hídrica (KLEIN et al., 2007).

Os sistemas de manejo do solo contribuem para a melhoria da sua qualidade, pelo aumento da matéria orgânica e melhor estrutura, dentro outros fatores que contribuem para maior infiltração de água e ar, maior disponibilidade de nutrientes e melhor desenvolvimento das plantas. Ao se estudar velocidades de semeadura, observa-se que as velocidades podem influenciar na quantidade de espaçamentos falhos, duplos e aceitáveis, podendo interferir no estande final de plantas. O que justifica o estudo da interação entre sistemas de manejo e velocidade de semeadura.

Portanto, objetivou-se avaliar os sistemas de manejo do solo e a velocidade de semeadura na cultura da soja, e seus efeitos sobre os atributos agronômicos e físicos do solo, e o desempenho do conjunto trator-semeadora-adubadora.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Sistemas de manejo do solo

O sistema plantio direto consiste em fazer a semeadura em solo não preparado previamente, diferenciando dos outros processos de semeadura pela menor intensidade de mobilização do solo e pela redução do tráfego de máquinas sobre o terreno e ainda, manter sobre a superfície grande quantidade de biomassa vegetal (FURLANI et al. 2007). O sistema plantio direto contrapõe ao sistema tradicional de manejo, envolve o uso de técnicas para produzir, preservando a qualidade ambiental, fundamenta-se na ausência de preparo do solo e na cobertura permanente do terreno por meio da rotação de culturas (EMBRAPA, 2004).

O preparo convencional do solo inclui as operações mais profundas que visam eliminar ou enterrar as plantas daninhas e os restos culturais, além de revolver as camadas mais superficiais do solo. Recomenda-se a não quebra excessivamente dos torrões, deixando máximo de resíduos vegetais na superfície, e atingindo profundidade suficiente para permitir boa infiltração de água no solo para diminuir os riscos de erosão (SILVEIRA, 1989).

No preparo reduzido usa-se práticas conservacionistas que visam menor mobilização do solo, de forma que grande parte da área esteja coberta com resíduo de culturas anteriores, cobertura viva com plantas vivas ou cobertura verde, acarretando em menor gasto de energia, aumento da concentração de matéria orgânica, melhoria das condições físicas e químicas do solo, bem como a prevenção de erosões (EMBRAPA, 2010).

O preparo conservacionista visa o nivelamento do terreno, o destorroamento, a incorporação de herbicidas, a eliminação de ervas daninha no estado de sementeira, a fácil colocação da semente no solo e a cobertura desta com solo. Todas as operações do preparo conservacionista do solo, incluindo gradagens, devem ser feitas com o mínimo possível de passadas de máquinas e implementos, evitando a ação desagregadora das grades e a compactação dos pneus do trator e das máquinas sobre o solo solto. As operações de preparo e semeadura devem ser feitas em nível (SILVEIRA, 1989). O sistema conservacionista visa à manutenção de no mínimo 30% de cobertura vegetal após as operações de preparo do solo (ASAE, 1997).

No sistema de preparo convencional do solo ocorreu melhor desenvolvimento do sistema radicular das plantas de soja, uma vez que o mesmo proporciona revolvimento das camadas compactadas do solo, assim o sistema radicular não encontra barreiras para seu desenvolvimento, e pode explorar melhor a absorção de água e nutrientes, porém com o solo descoberto a água e os nutrientes estão disponíveis por um período de tempo menor quando comparado com o sistema plantio direto (CARVALHO et al., 2004).

Pereira et al. (2011) observaram que o sistema plantio direto apresentou maior produtividade de grãos, e o cultivo mínimo foi o sistema que se mostrou estatisticamente inferior, quando comparado ao preparo convencional. O fato da maior produtividade de grãos no sistema plantio direto pode estar relacionado à velocidade de emergência das plântulas no sistema plantio direto que é superior quando comparado ao sistema convencional, podendo estar associado a falta de cobertura vegetal assim podendo ocorrer um selamento ou encrostamento superficial (LIMA et al., 2010).

Drescher et al. (2012) afirmaram que ao se fazer intervenção do solo utilizando grade e subsolador em sistema PD, o uso de grade apresentou aumento na RP do solo na camada mais superficial, mas ao se usar o subsolar observaram redução da RP na mesma camada, e valores menores de densidade podem ser observados por até dois anos e meio após a intervenção com subsolador.

Bono et al. (2013) ao estudarem sistemas de manejo em Latossolo Vermelho observaram aumento da densidade superficial do solo, aumento esse que se estendeu até a profundidade de 0,30 m.

Kaminura et al. (2009) afirmaram que nas camadas mais superficiais do solo a resistência à penetração (RP) é superior tanto para o sistema de manejo com grade pesada quanto para o sistema de manejo plantio direto (PD), ao se comparar com os valores observados no sistema de manejo com o uso de subsolador.

## **2.2 Velocidade de semeadura**

As semeadoras se reguladas adequadamente podem apresentar resultados satisfatórios dos espaçamentos aceitáveis, próximo de 90% (WEIRICH NETO et al., 2012a). Sistemas de semeadura que envolve a presença de palha, como o sistema

plantio direto, podem dificultar a deposição da semente e diminuir a qualidade de semeadura, mas com ajuste preciso das máquinas é possível, mesmo em áreas com palha ocorrer espaçamentos aceitáveis próximos de 90% (WEIRICH NETO et al., 2012b). Pinheiro Neto et al. (2008) afirmaram que o tipo de cobertura vegetal não interfere no trabalho de semeadora do tipo pneumática visto que a mesma apresentou valores aceitáveis para espaçamentos duplos.

Uma vez que a velocidade de semeadura interfere diretamente na quantidade de espaçamentos aceitáveis, e ao se elevar a velocidade de semeadura até  $7,0 \text{ km h}^{-1}$  ocorre também o aumento desses espaçamentos (DIAS et al., 2009).

Ao se elevar a velocidade de trabalho comparando uma semeadora de disco alveolados horizontais e uma semeadura pneumática, observa-se que os resultados apresentados pela semeadora pneumática são melhores que os resultados da semeadora de discos alveolados horizontais, quanto aos espaçamentos múltiplos e aceitáveis, dessa forma a distribuição longitudinal de sementes demonstra ser melhor no sistema pneumático em comparação com o sistema de discos alveolados horizontais (JAZPER et al., 2011).

A velocidade de semeadura influencia na capacidade de campo efetiva, sendo maior na velocidade mais alta (BRANQUINHO et al., 2004).

### **2.3 Relação máquina-solo-planta**

Os locais não trafegados por máquinas e implementos agrícolas apresentam valores maiores de macroporos quando comparados a locais trafegados, e a presença de resíduos vegetais sobre a superfície do solo contribui para a diminuição da pressão de compactação exercida pelos pneus das máquinas e equipamentos agrícolas (CONTE et al., 2009).

Trabalhando com tráfego induzido de trator em plantio direto encontraram valores de compactação acima de 2,0 MPa na camada de 0,06 – 0,14 m, esses valores podem prejudicar o desenvolvimento da planta mesmo em condições de alta umidade (STRECH et al., 2004). No entanto, Ribeiro (2010) afirma que para solos sem mobilização, sendo um Latossolo, pode-se classificar a resistência à penetração

como: baixo (0 a 2 MPa); médio (2 a 4 MPa); alto (4 a 6 MPa) e muito alto (acima de 6 MPa).

Trabalhando com um subsolador, observaram que o mesmo gera rupturas no solo transmitindo tensão abaixo da camada de solo subsolado, comprovando que a haste do subsolador não gera compactação abaixo da profundidade de trabalho, visto que ao adicionar subsolagem ocorreu aumento de macroporos e redução da densidade em todas as camadas estudadas (ROSA et al., 2011). Secco et al. (2004) afirmam que quando se procura uma rápida redução nos valores de RP do solo, o uso de subsolador é o mais recomendado principalmente até os 0,20 m de profundidade, ao se comparar com o demais sistemas de manejo do solo.

O uso de subsolador em sistema de PD altera a estrutura do solo, interferindo na aeração, visto que interfere no arranjo dos poros, desse modo alterando a retenção de umidade e a passagem de gases (KLEIN e CAMARA, 2007).

A adoção da haste sulcadora em uma semeadora reduz a RP do solo até a camada de 0,15 m, uma vez que é a profundidade em que ocorre as maiores restrições para o crescimento adequado do sistema radicular das plantas quando adotado o sistema PD (DRESCHER et al., 2012).

Os sistemas plantio direto e plantio direto escarificado mostram uma capacidade superior quando comparados, ao preparo convencional e cultivo mínimo, quanto ao controle de erosão devido a maior presença de resíduos vegetais presentes na superfície do solo (PANACHUKI et al., 2010).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local

O trabalho foi realizado na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias – FAECA, da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, localizada no município de Dourados, MS, Brasil. O local situa-se em latitude de 22°14'S, longitude de 54°59'W e altitude de 434 m. O clima é do tipo Cwa, segundo a classificação de Köppen. O solo da área é um Latossolo Vermelho distroférico, conforme (EMBRAPA, 2006). Na Tabela 1 é apresentada a análise granulométrica, e, na Tabela 2, a análise química do solo.

Tabela 1. Granulometria e densidade de partículas do Latossolo Vermelho distroférico

Camada (m)	Argila	Silte	Areia	DP
	-----%-----			g cm <sup>-3</sup>
0,00-0,10	59,78	21,73	18,49	2,75
0,10-0,20	59,26	22,24	18,50	2,69
0,20-0,30	62,31	19,79	17,91	2,84
0,30-0,40	62,83	20,23	16,94	2,75
0,40-0,50	64,31	18,90	16,79	2,69
0,50-0,60	64,86	19,72	15,42	2,79

DP: densidade de partículas. Fonte: RODRIGUES (2014)

Tabela 2. Atributos químicos do Latossolo Vermelho Distroférico.

Atributos	Camadas (m)	
	0-0,20	0,20-0,40
PH CaCl <sub>2</sub>	5,04	4,89
PH H <sub>2</sub> O	5,80	5,63
P (mg dm <sup>-3</sup> )	6,58	3,36
K (mmol dm <sup>-3</sup> )	4,6	3,0
Al (mmol dm <sup>-3</sup> )	3,6	4,8
Ca (mmol dm <sup>-3</sup> )	57,0	49,0
Mg (mmol dm <sup>-3</sup> )	17,0	15,0
H+Al (mmol dm <sup>-3</sup> )	32,6	27,8
SB (mmol dm <sup>-3</sup> )	78,59	67,01
T (mmol dm <sup>-3</sup> )	111,2	94,8
V%	70,7	70,7

SB: soma de bases; V: saturação por bases do solo; T: capacidade de troca de cátions a pH 7,0.

A área experimental foi manejado por mais de 10 anos sob sistema plantio direto. Antes da instalação deste experimento, a área foi preparada com arado de discos (0,30 m de profundidade), seguido de gradagem destorroadora-niveladora (0,15 m de profundidade), seguido de subsolagem com equipamento de 5 hastes (0,45 m de profundidade) e nova gradagem destorroadora-niveladora (0,15 m de profundidade) para eliminar problemas físicos do solo e nivelar o terreno. Para estabelecer uma cultura de cobertura na área foi semeada aveia (60 sementes por metro a 0,04 m de profundidade e espaçamento de 0,20 m entre linhas) no dia 21 de maio de 2013, a qual posteriormente foi dessecada e manejada com triturador de palhas para implantação deste experimento dia 25 de outubro de 2013.

Durante a condução do experimento de outubro de 2013 a fevereiro de 2014, pode ser observar os dados meteorológicos obtidos da estação experimental da Embrapa Agropecuária Oeste (Figura 1).

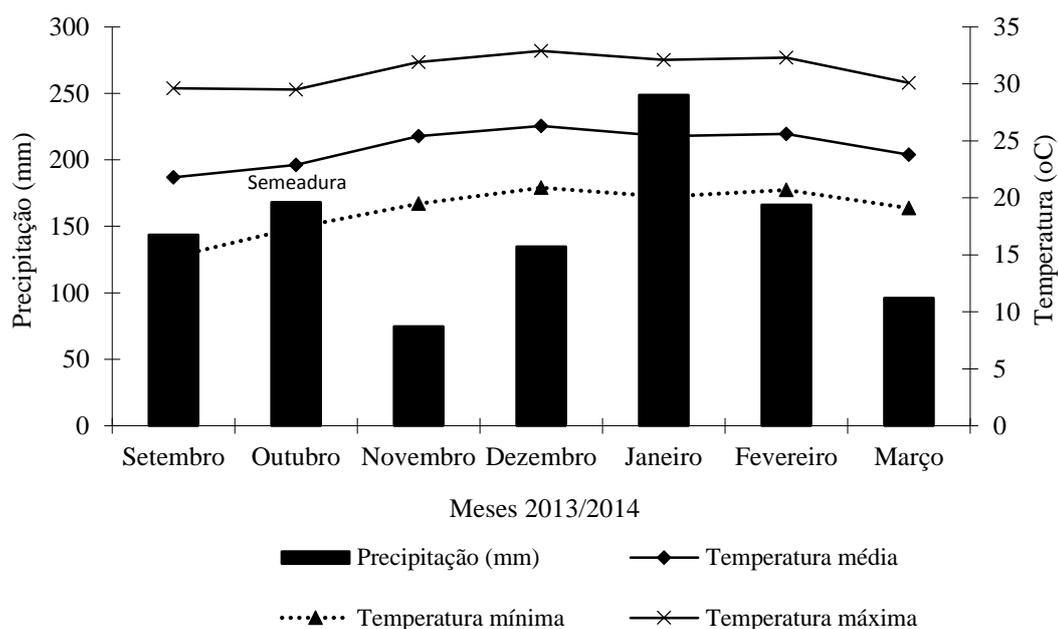


Figura 1. Dados meteorológicos mensais (precipitação pluviométrica e temperatura) nos anos de 2013/2014 obtido da estação meteorológica da Embrapa Agropecuária Oeste.

### 3.2 Equipamentos e insumos

No preparo das parcelas dos sistemas de manejo do solo utilizou-se: escarificador de cinco hastes, com ponteira estreita de 0,08 m de largura a 0,40 m de profundidade (tratamentos com escarificação); arado de aivecas recortadas com 0,40 m de profundidade (preparo convencional); grade destorroadora-niveladora, tipo off-set, de arrasto, com 20 discos de 0,51 m de diâmetro (20”) em cada seção, sendo na seção dianteira discos recortados e lisos na traseira, na profundidade de 0,15 m (preparo convencional, reduzido e escarificado cruzado).

Para as operações de preparo utilizou-se de trator Massey Ferguson MF292, 4x2 TDA, com 67,71 kW (92 cv) de potência nominal no motor a uma rotação de 2400 rpm, com pneus dianteiros 7.50-18e traseiros 18.4-34, e massa de 3.400kg, e um trator New Holland 8030 4x2 TDA com 89,79 kW (122 cv) de potência nominal no motor a uma rotação de 2200 rpm, com pneus dianteiros 14.9-58, e traseiros 23.1-30, e massa de 4.510 kg, na operação de escarificação. Para a pulverização utilizou-se um trator Massey Fergunsson MF 265 4x2 TDA com 42 kW (65cv) de potência nominal no motor a uma rotação de 2200 rpm, com pneus dianteiros 7.00-16, e traseiros 12.4-11, e massa de 2.590 kg, e pulverizador KO Cross-s 2000 com pneus 9.5-24, e 14 m de barra.

A área recebeu aplicação de 3000 kg ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico, o qual foi incorporado. As sementes foram tratadas com inseticida, 125 g de thiametoxan por 100 kg de sementes. As sementes foram inoculadas, utilizando-se o inoculante turfoso, com as estirpes de *Bradyrhizobium elkanii* SEMIA 587, em população bacteriana de 3,0 x 10<sup>9</sup> cels g<sup>-1</sup>, de acordo com o método-padrão. Na adubação de semeadura utilizou-se 300 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 0-20-20.

A área foi previamente dessecada com aplicação mecanizada de herbicida a base de glyphosate (3 L ha<sup>-1</sup>) e 2,4D (0,8 L ha<sup>-1</sup>). O controle de pragas na cultura foi efetuado com Flubendiamida 0,3 L ha<sup>-1</sup>, Metomil 0,5 L ha<sup>-1</sup> e as doenças utilizando combinação de Azoxistrobina + Ciproconazol 0,3 L ha<sup>-1</sup> e Piraclostrobina + Epoxiconazol 0,5 L ha<sup>-1</sup>.

A semeadora-adubadora utilizada foi com sistema pneumático de distribuição, e haste sulcadora para adubo, possuindo sete fileiras para soja, com dosador de adubo tipo helicóide, discos para sementes de 60 furos, e rodas duplas anguladas (V) para

compactação. O trator utilizado na semeadura foi o MF292. A semeadora foi regulada para distribuir 18 sementes por metro da cultivar VTOP (RR), com 99% de pureza e 80% de germinação, na profundidade de 0,05 m.

### 3.3 Delineamento experimental

Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso no esquema de parcela subdividida, com quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por seis sistemas de manejo, aplicados nas parcelas: plantio direto (PD), plantio direto escarificado (PDe), plantio direto escarificado cruzado (PDec), preparo convencional (PC), preparo reduzido (PR) e preparo conservacionista (PCs). E as velocidades aplicadas nas subparcelas no momento da semeadura da soja, pelo escalonamento de marchas do trator, resultando nas velocidades médias de 4,6; 5,5; 7,3 e 7,8 km h<sup>-1</sup>. As subparcelas foram consideradas as passadas da semeadora no momento da semeadura da soja.

Cada parcela experimental (Figura 2) ocupou área aproximadamente 15 m de largura e 19 m de comprimento (total de 285 m<sup>2</sup>). As subparcelas ocuparam um área útil de (14.4 m<sup>2</sup>). No sentido longitudinal entre as parcelas, foi reservado um espaço de 12 m, destinado à realização de manobras, tráfego de máquinas e estabilização dos conjuntos.

PDec		PDe		PCs		PR		PD		PC
PC		PD		PR		PCs		PDe		PDec
PD		PC		PR		PCs		PDe		PDec
PDe		PDec		PCs		PR		PD		PC

Plantio direto (PD); plantio direto escarificado (PDe); plantio direto escarificado cruzado (PDec); preparo convencional (PC); preparo reduzido (PR) e preparo conservacionista (PCs).

Figura 2. Esquema das parcelas experimentais.

O plantio direto escarificado (PDe) recebeu apenas uma operação de escarificação. O plantio direto escarificado cruzado (PDec) recebeu duas escarificações e uma gradagem niveladora para quebrar torrões e nivelar o solo. O preparo convencional (PC) recebeu uma aração e quatro gradagens destorroadora-niveladora. O preparo reduzido (PR) recebeu apenas uma gradagem destorroadora-

niveladora. O preparo conservacionista (PCs) foi uma operação de escarificação e uma gradagem destorroadora-niveladora.

### **3.4 Atributos do solo**

Os dados dos atributos do solo foram coletados considerando apenas os sistemas de manejo do solo, a exceção da resistência à penetração (RP).

#### **3.4.1 Massa e cobertura vegetal do solo**

A porcentagem de cobertura do solo antes e após a operação de preparo, foi obtida utilizando um fio de cobre encapado com 7,5 m de comprimento e com marcações equidistantes de 0,15 m resultando em 50 pontos de leitura conforme metodologia adaptada por Laflen et al. (1981), assim na parcela efetuou-se a leitura em forma de “X”, resultando em 100 pontos.

O índice de cobertura vegetal (ICV) foi calculado pela divisão entre a cobertura vegetal após e antes das operações de preparo.

Foi coletada a palha remanescente da aveia sobre o solo antes e após as operações de preparo, utilizando uma armação de metal de 0,50 x 0,50 m (0,25 m<sup>2</sup>), colocado aleatoriamente na parcela. O índice de massa no solo (IMS) foi calculado pela divisão entre a massa vegetal no solo antes e após as operações.

#### **3.4.2 Densidade e porosidade total do solo**

As amostras indeformadas para avaliação de densidade foram coletadas em cada parcela (manejos) utilizando anéis volumétricos que apresentam uma das bordas cortantes, com volume de 98 cm<sup>3</sup>. As amostras de solo foram coletadas em um ponto aleatório dentro de cada parcela nas camadas de 0,03-0,08, 0,13-0,18, 0,23-0,28 m. Após serem coletadas, as amostras de solo foram secas na estufa à temperatura de 105 - 110° C até a massa constante segundo metodologia da Embrapa (1997). Depois de serem secas, as amostras foram pesadas, para a obtenção dos valores necessários no cálculo da densidade do solo empregando a Equação 1.

$$D_s = \frac{M}{V} \text{ em que } M = M_{II} - TA \quad (1)$$

Em que:  $D_s$ : densidade em ( $\text{mg m}^{-3}$ );

$V$ : volume total ( $\text{cm}^3$ );

$M$ : massa do solo (g);

$M_{II}$ : massa seca da terra mais o peso do anel (g);

$TA$ : peso do anel sem terra (g);

A porosidade total determinada ( $P_t$ ) foi obtida após os anéis terem sido colocados em bandeja com água até atingirem o ponto de saturação e sendo pesados novamente (Equação 2), a partir daí foi obtido a porosidade total determinada segundo Camargo et al. (1986).

$$P_t = \frac{(V_t - V_s)}{V_t} \times 100 \quad \text{onde } V_s = V_t - V_v \quad \text{e } V_v = (M_{\text{sat}} - M_{\text{sec}}) \quad (2)$$

Em que:  $P_t$  é a porosidade total (g);

$V_t$  é o volume total (g);

$V_s$  é o volume de sólidos (g);

$V_v$  é o volume de vazios (g);

$M_{\text{sat}}$  é a massa do anel saturado com água (g);

$M_{\text{sec}}$  é a massa seca de solo com o anel (g).

### 3.4.3 Teor de água no solo

Para a determinação do teor de água no solo (Equação 3) coletou-se amostras nas camadas de 0-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,30; 0,30-0,40; 0,40-0,50 e 0,50-0,60 m de modo aleatório no experimento dentro de cada parcela, com intuito de caracterização. O teor de água no solo foi determinado pelo método gravimétrico, de acordo com metodologia proposta por Kiehl (1979) e Embrapa (1997), em amostras deformadas de solo seco em estufa.

$$TMA = \frac{(MI - MII)}{(MII - TA)} \times 100 \quad (3)$$

em que:  $TMA$ : teor médio de água contido no solo (%);

$MI$ : massa úmida de solo mais a massa da lata (g);

MII: massa seca de terra mais o peso da lata (g);

TA: massa da lata (g);

Na Tabela 3 é apresentado o teor de água no solo no momento da coleta de dados de resistência à penetração.

Tabela 3. Teor de água no solo no momento da coleta da resistência à penetração.

Camadas (m)	Teor de água no solo (%)					
	PD	PR	PC	PCS	PDe	PDec
0,00-0,10	13,6	11,4	10,5	11,4	12,3	13,9
0,10-0,20	12,7	13,6	12,2	12,6	13,5	14,5
0,20-0,30	12,9	12,8	13,0	15,4	25,2	18,5
0,30-0,40	14,5	13,7	14,6	14,9	15,4	18,2
0,40-0,50	14,7	24,8	15,1	18,2	16,3	18,2
0,50-0,60	14,5	22,4	16,4	18,5	19,6	22,8

Plantio direto (PD); plantio direto escarificado (PDe); plantio direto escarificado cruzado (PDec); preparo convencional (PC); preparo reduzido (PR) e preparo conservacionista (PCs).

### 3.4.4 Resistência mecânica do solo à penetração

Coletou-se dados da resistência mecânica do solo à penetração (RP), sendo um ponto na região central de cada subparcela por meio de um penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar-Stolf, adaptado pela KAMAQ (STOLF et al., 2011), com as seguintes características: massa de 4 kg com impacto em curso de queda livre de 0,40 m; cone com 0,0128 m de diâmetro e ângulo sólido de 30°; e haste com diâmetro aproximado de 0,01 m. Os dados de RP foram anotados até a profundidade de 0,60 m e transformados para MPa (STOLF, 1991).

## 3.5 Desempenho do conjunto trator-semeadora

### 3.5.1 Capacidade de campo efetiva

Para o cálculo da capacidade de campo efetiva foi utilizada a Equação 4 com os dados obtidos a campo para as variáveis da equação.

$$CCE = \frac{Lmr \times Vm}{10} \quad (4)$$

em que:

CCE - capacidade de campo efetiva (ha h<sup>-1</sup>).

Vm - velocidade real de deslocamento (km h<sup>-1</sup>).

Ler - largura efetiva de trabalho da semeadora (m).

A largura efetiva foi obtida pela soma das distâncias entre as linhas de semeadura.

### 3.5.2 Eficiência de campo teórico

Para o cálculo da eficiência ou rendimento de campo teórico (Equação 5) utilizou-se a largura teórica e efetiva da semeadora-adubadora que foram sete linhas espaçadas de 0,45 m, totalizando 3,15 m de largura.

$$RCT = \frac{CCE}{CCT} \times 100 \quad (5)$$

em que:

RCT – rendimento de campo teórico (%).

CCT – capacidade de campo teórica (ha h<sup>-1</sup>).

## 3.6 Atributos agronômicos da cultura da soja

### 3.6.1 Número de dias e índice de emergência, e estande final

O número de dias para emergência das plântulas até a estabilização foi obtido segundo Edmond e Drapala (1958).

O Índice de Velocidade de Emergência (IVE) foi avaliado por meio de contagens diárias de estande até a estabilização do mesmo. Os valores do IVE foram determinados pela equação (6), conforme descrita por Maguire (1962).

$$IVE = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n} \quad (6)$$

em que:

IVE - índice de velocidade de emergência.

G1, G2 e Gn - número de plântulas normais computadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem.

N1, N2 e Nn - número de dias da sementeira à primeira, à segunda e à última contagem.

O estande final foi contado em um metro na fileira central de cada subparcela.

### **3.6.2 Distribuição longitudinal de plantas**

Na avaliação de distribuição longitudinal ou uniformidade de espaçamentos entre plântulas foi utilizado uma trena sendo as leituras realizadas na fileira central de cada subparcela. A porcentagem de espaçamentos normais, falhos e duplos foi obtida de acordo com as normas da ABNT (1984) e Kurachi et al. (1989), considerando-se porcentagens de espaçamentos: "duplos" (D):  $< 0,5$  vez o Xref espaçamento de referência., normais" (A):  $0,5 < Xref < 1,5$ , e "falhos" (F):  $> 1,5$  o Xref. O espaçamento médio de referência foi de 0,09 m. Ou seja, valores menores que 0,048 m foram considerados duplos e valores de espaçamentos acima de 0,144 m foram considerados falhos.

### **3.6.3 Diâmetro do caule, altura de plantas e inserção da primeira vagem**

O diâmetro do caule foi obtido após efetuar a coleta em dez plantas de cada subparcela, tomando como base a região do colo da planta ( $\pm 5$  cm de altura). Utilizou-se para medir o diâmetro do caule um paquímetro com precisão de 0,1 mm.

A altura de plantas foi efetuada pela medição de dez plantas na subparcela, especificamente na marcação para determinação de estande e os valores expressos em média por subparcela.

As determinações da altura de inserção da primeira vagem (AIPV) foram avaliadas pela medição de dez plantas consecutivas na fileira central de cada subparcela.

### **3.6.4 Produtividade de grãos**

Após a coleta das plantas (1 m por subparcela) as mesmas foram trilhadas e pesadas separadamente por subparcela e seus valores corrigidos para 13% de umidade obtendo a produtividade.

### **3.7 Análise dos dados**

A análise dos dados em parcela subdividida foi realizada pela análise de variância e posteriormente, quando significativo, com o teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação de médias. Aplicou-se análise de regressão polinomial aos dados de velocidade de semeadura que foram significativos no teste de F. Para os dados de solo foram avaliados em blocos ao acaso, por considerar apenas o fator manejo.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Atributos do solo

A cobertura inicial do solo estava homogeneia em todas as parcelas, o que garante às avaliações posteriores para o efeito das operações caso haja alteração na porcentagem de cobertura vegetal (Tabela 4). O PD conservou maior porcentagem da cobertura vegetal, seguido do PDe. Os sistemas PDec, PC, PR e PCS não apresentaram diferença estatística entre si (Tabela 4). Estes dados confirmam os obtidos por Panachuki et al. (2011), que encontraram valores de 65%, 14% e 11% quando se realizou o plantio direto, cultivo mínimo (escarificação) e preparo convencional respectivamente sobre massa de 2 Mg ha<sup>-1</sup> de cobertura vegetal, e também com os encontrados por Furlani et al. (2008), que obtiveram valores de 100%, 76% e 12% após o plantio direto, escarificação e preparo convencional, respectivamente.

Tabela 4. Síntese dos valores de análise de variância e do teste de médias para os atributos porcentagem de cobertura vegetal antes e após as operações de preparo e o índice de cobertura vegetal (ICV).

Manejo (M)	Cobertura vegetal antes do preparo (%)	Cobertura vegetal após o preparo (%)	ICV (%)
PD	62,50	47,00 a	75,86 a
PDe	64,25	19,00 b	29,60 b
PDec	71,25	9,75 c	12,79 c
PCS	67,75	4,00 cd	5,58 c
PR	58,00	7,25 cd	12,15 c
PC	64,75	0,00 d	0,00 c
Teste F	0,64 <sup>NS</sup>	78,22 <sup>**</sup>	82,29 <sup>**</sup>
C.V. (%)	17,42	26,76	27,14

<sup>NS</sup>: não significativo (p>0,05); <sup>\*</sup>: significativo (p<0,05); <sup>\*\*</sup>: significativo (p<0,01); C.V.: coeficiente de variação. Plantio Direto (PD); Plantio Direto Escarificado (PDe); Plantio Direto Escarificado Cruzado (PDec); Preparo Convencional (PC); Preparo Reduzido (PR) e Preparo Conservacionista (PCs). Letras minúsculas na coluna e iguais, não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

A manutenção da cobertura vegetal está intimamente relacionada à mobilização que é imposto ao solo pelos órgãos ativos das máquinas e implementos utilizados. No PD, a mobilização do solo ocorre somente na linha de semeadura, visando proporcionar as condições mínimas para o desenvolvimento inicial das

plântulas, reduzindo assim a incorporação da cobertura deixada pela cultura anterior. O PC, caracterizado pelo uso de arados para inversão da leiva, proporciona homogeneização completa do solo até a profundidade estabelecida e promove a incorporação de toda a cobertura vegetal que possa existir sobre esse solo.

O sistema PD proporcionou a maior conservação de massa seca na superfície do solo, porém não diferiu do PDe e PDec (Tabela 5). Os demais tratamentos não diferiram estatisticamente entre si para a variável índice de massa no solo (IMS). Isto pode ser explicado pela baixa massa que se encontrava no solo no momento da realização dos manejos (Tabela 5). Os maiores valores de biomassa seca após as operações encontrados no PD em relação ao PDe e PDec estão de acordo com os dados obtidos por Furlani et al. (2008), que obtiveram valores de 3.395, 1.352 e 195 kg ha<sup>-1</sup> de matéria seca após o PD, escarificação e PC, respectivamente.

Tabela 5. Síntese dos valores de análise de variância e do teste de médias para os atributos massa seca antes e após as operações de preparo e o índice de massa no solo (IMS).

Manejo (M)	Massa seca antes do preparo (kg ha <sup>-1</sup> )	Massa seca após o preparo (kg ha <sup>-1</sup> )	IMS (%)
PD	2133	2787 a	170,9 a
PDe	3330	1775 ab	56,89 ab
PDec	2432	1385 bc	64,48 ab
PCS	3079	1068 bcd	34,44 b
PR	2470	519 cd	23,79 b
PC	2738	0 d	0,00 b
Teste F	0,49 <sup>NS</sup>	14,84**	4,08*
C.V. (%)	36,18	40,45	101,25

<sup>NS</sup>: não significativo (p>0,05); \*: significativo (p<0,05); \*\*: significativo (p<0,01); C.V.: coeficiente de variação. Plantio Direto (PD); Plantio Direto Escarificado (PDe); Plantio Direto Escarificado Cruzado (PDec); Preparo Convencional (PC); Preparo Reduzido (PR) e Preparo Conservacionista (PCs). Letras minúsculas na coluna e iguais, não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

A densidade e a porosidade total são fatores que estão ligados ao grau de compactação do solo. Dependendo do sistema de manejo utilizado esses valores podem aumentar ou diminuir ao longo do tempo. O plantio direto é um sistema de manejo do solo onde há pouca ou quase nenhum revolvimento, assim os valores de densidade de modo geral são mais altos nesse sistema. Na camada de 0,13-0,18 m o PD apresentou o valor de DS maior (Tabela 6), mas não diferindo de PDec, PR e PCS. Os demais sistemas de manejo do solo PDe e PC apresentaram menores valores

da densidade que o PD. Bono et al. (2013) ao estudarem a qualidade física em Latossolo Vermelho em sistemas de manejo encontraram maior densidade nas camadas superficiais do solo em sistema PD.

Tabela 6. Síntese dos valores de análise de variância e do teste de médias para os atributos densidade e porosidade total do solo.

Manejo (M)	Densidade do solo (Mg m <sup>-3</sup> )		
	0,03-0,08 m	0,13-0,18 m	0,23-0,28 m
PD	1,47	1,56 a	1,45
PDe	1,44	1,39 c	1,42
PDec	1,46	1,43 abc	1,40
PCS	1,42	1,43 abc	1,45
PR	1,48	1,52 ab	1,49
PC	1,44	1,41 bc	1,41
Teste F	0,33 <sup>NS</sup>	5,59**	0,75 <sup>NS</sup>
C.V. (%)	4,77	3,83	5,41
Manejo (M)	Porosidade total (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )		
	0,03-0,08 m	0,13-0,18 m	0,23-0,28 m
PD	0,83	0,53	0,54
PDe	0,55	0,55	0,55
PDec	0,55	0,55	0,57
PCS	0,56	0,56	0,56
PR	0,54	0,55	0,57
PC	0,57	0,56	0,56
Teste F	1,04 <sup>NS</sup>	0,74 <sup>NS</sup>	0,31 <sup>NS</sup>
C.V. (%)	36,06	4,54	6,59

<sup>NS</sup>: não significativo (p>0,05); \*: significativo (p<0,05); \*\*: significativo (p<0,01); C.V.: coeficiente de variação. Plantio Direto (PD); Plantio Direto Escarificado (PDe); Plantio Direto Escarificado Cruzado (PDec); Preparo Convencional (PC); Preparo Reduzido (PR) e Preparo Conservacionista (PCs). Letras minúsculas na coluna e iguais, não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

Os sistemas de manejo não apresentaram efeito significativo sobre os valores de densidade nas camadas de 0,03 – 0,08 m e 0,23 – 0,28 m (Tabela 6). O PDe foi o menor valor de DS, assim o uso de escarificador tendo como finalidade descompactar, diminuiu a densidade (SECCO et al., 2004).

Os sistemas de manejo estudados não mostraram efeito significativo sobre a porosidade total, nas camadas de 0,03 – 0,08; 0,13 – 0,18, e 0,23 – 0,28 m (Tabela 6). Podendo estar relacionado com o fato de ser o primeiro ano dos sistemas de manejo, pois antes da introdução dos sistemas a área recebeu correção física do solo, com aração e subsolagem.

Os sistemas de manejo estudados mostraram efeito significativo sobre a RP do solo, nas camadas de 0,0 – 0,10; 0,10 – 0,20; 0,20 – 0,30 e 0,30-0,40 m (Tabela 7). Os sistemas de manejo estudados não apresentaram efeito significativo sobre a RP do solo, nas camadas de 0,40 – 0,50 e 0,50 – 0,60 m, nessas camadas também se observou a presença dos maiores valores de RP do solo, por ser camadas que não ocorreram mobilização.

Tabela 7. Síntese dos valores da análise de variância e do teste de médias para resistência mecânica do solo à penetração (MPa).

Manejo (M)	Camadas (m)					
	0,0-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30	0,30-0,40	0,40-0,50	0,50-0,60
PD	2,23 a	4,85 a	5,86 a	4,39 a	4,81	5,10
PDe	1,39 b	1,98 b	2,61 b	4,05 ab	5,06	5,61
PDec	1,22 b	1,94 b	3,08 b	4,17 a	5,02	6,24
PCS	1,26 b	1,94 b	2,74 b	3,41 ab	4,60	5,99
PR	1,35 b	2,23 b	3,20 b	3,80 ab	5,10	5,91
PC	1,05 b	1,86 b	2,49 b	2,91 b	3,80	4,90
Velocidade (V)						
4,6 km h <sup>-1</sup>	1,50	2,80 a	3,78 a	4,51 a	5,78 a	6,65 a
5,5 km h <sup>-1</sup>	1,45	2,35 b	3,19 ab	3,67 ab	4,88 b	5,75 ab
7,3 km h <sup>-1</sup>	1,36	2,46 ab	3,31 ab	3,64 ab	4,46 bc	5,19 b
7,8 km h <sup>-1</sup>	1,36	2,26 b	3,05 b	3,33 b	3,81 c	4,91 b
Teste F						
M	17,27**	23,88**	22,88**	4,23*	1,67 <sup>NS</sup>	2,05 <sup>NS</sup>
V	0,89	3,67*	3,09*	4,53**	13,59**	9,08**
MxV	1,93*	1,59 <sup>NS</sup>	1,24 <sup>NS</sup>	1,35 <sup>NS</sup>	1,38 <sup>NS</sup>	1,04 <sup>NS</sup>
C.V. - M (%)	28,22	38,96	31,86	27,95	32,39	26,27
C.V. - V (%)	25,15	24,32	26,52	30,75	23,17	22,23

<sup>NS</sup>: não significativo (p>0,05); \*: significativo (p<0,05); \*\*: significativo (p<0,01); C.V.: coeficiente de variação. Plantio Direto (PD); Plantio Direto Escarificado (PDe); Plantio Direto Escarificado Cruzado (PDec); Preparo Convencional (PC); Preparo Reduzido (PR) e Preparo Conservacionista (PCs). Letras minúsculas na coluna e iguais, não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

Nas camadas significativas o sistema PD apresentou o maior valor de RP em comparação aos demais sistemas de manejo estudados. Ribeiro (2010) citou que valores acima de 2,0 MPa apresentam RP média e acima de 4,0 MPa alta. Os resultados de Streck et al., (2004) indicaram que valores superiores de 2,0 MPa na camada de 0,06 – 0,14 m são críticos ao desenvolvimento radicular. Os sistemas com maior valor de RP foram o PD e PDec, na camada de 0,30 – 0,40 m.

De modo geral, ao observar os valores de RP nas camadas estudadas, para o PD, fica notório que estão acima do considerado crítico pra o desenvolvimento do sistema radicular da planta, podendo se justificar por ser um sistema sem

mobilização, principalmente na camada de 0,20-0,30 m. Resultados semelhantes foram encontrados por Cheburin et al. (2011) que ao estudar a variabilidade da RP do solo encontraram valores superiores a que ao considerado crítico até a camada de 0,40 m; e também por Drescher et al. (2012).

As velocidades estudadas não mostraram efeito significativo sobre a RP do solo, na camada de 0,0-0,10 m (Tabela 7), mas houve efeito da interação M (manejo) x V (velocidade). Ocorreu efeito significativo das velocidades estudadas sobre a RP do solo, nas camadas de 0,10–0,20; 0,20–0,30; 0,30–0,40; 0,40–0,50 e 0,50–0,60 m, sendo que a velocidade de 4,6 km h<sup>-1</sup> apresentou o maior valor de RP, e por ser a menor velocidade ocorre tempo maior de compressão do solo. Os menores valores de RP foram observados na velocidade de 7,8 km h<sup>-1</sup>, assim nas maiores velocidades ocorre tempo menor de compressão (Figura 3). O modelo ajustado às camadas, com efeito, somente da velocidade foi o linear, indicando que o aumento da velocidade reduz a RP no solo (Figura 3).

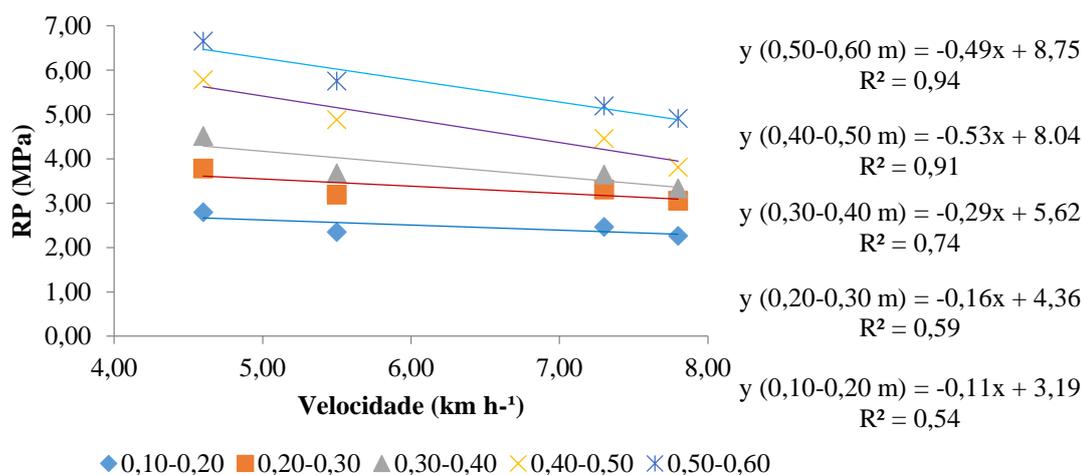


Figura 3. Regressão da resistência à penetração por camada em função da velocidade de deslocamento.

Na interação manejo x velocidade ocorreu efeito significativo nas velocidades sobre a RP do solo na camada de 0,00-0,10 m (Tabela 8). Observa-se nas velocidades de 4,6 e 7,8 km h<sup>-1</sup> os maiores valores no sistema PD, sendo o único sistemas que não sofreu mobilização do solo. Este feito proporcionou um ajuste quadrático ao modelo de regressão para as velocidades no PD, indicando que na camada superficial, tanto as menores como maiores velocidades aumentam a RP (Figura 4). Fato que está associado ao maior tempo de compressão nas menores velocidades, e

ao aumento da patinagem, com o aumento da velocidade. Nas velocidades de 5,5 e 7,3 km h<sup>-1</sup> ocorreu efeito significativo sobre a RP do solo, e observaram-se os menores valores de RP do solo para o sistema PC, este foi o sistema de manejo que sofreu a maior mobilização, em comparação aos demais sistemas de manejo estudados.

Tabela 8. Desdobramento da interação manejo x velocidade para resistência mecânica do solo à penetração (MPa) na camada de 0,00-0,10 m.

Manejos	Velocidades (km h <sup>-1</sup> )			
	4,6	5,5	7,3	7,8
	0,0-0,10 m			
PD	2,91 aA	1,90 aB	1,90 aB	2,24 aB
PDe	1,39 b	1,73 ab	1,22 ab	1,22 b
PDec	1,22 b	1,22 ab	1,22 ab	1,22 b
PCS	1,22 b	1,39 ab	1,39 ab	1,05 b
PR	1,39 b	1,39 ab	1,39 ab	1,22 b
PC	0,88b	1,05 b	1,05 b	1,22 b

Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Plantio Direto (PD); Plantio Direto Escarificado (PDe); (PDec); Preparo Convencional (PC); Preparo Reduzido (PR) e Preparo Conservacionista (PCs).

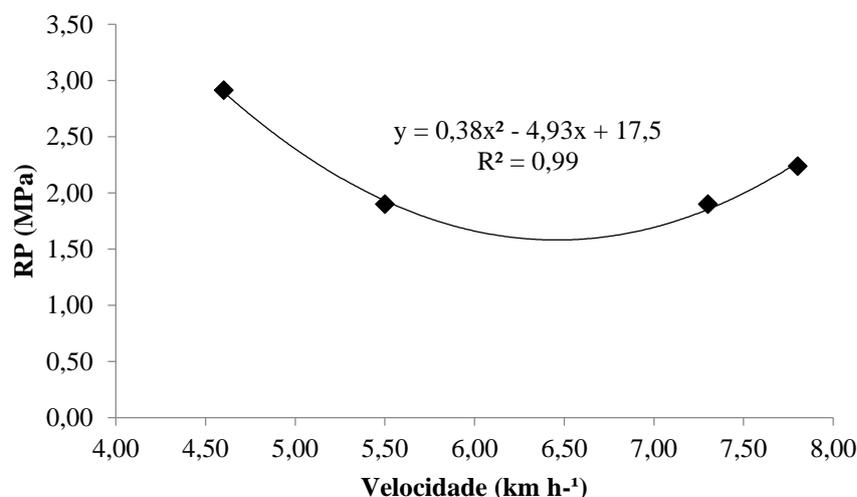


Figura 4. Análise de regressão da resistência à penetração no sistema plantio direto (PD) em função da velocidade de deslocamento.

Apesar da semelhança dos valores de umidade entre PC e PD (Tabela 3). Nas camadas subsuperficiais, a maior resistência em PD é resultado da maior compactação do solo, com maior densidade e menor volume de macroporos. Os maiores valores de RP no PD podem influenciar a produtividade de raízes, uma vez que afetam diretamente o crescimento das raízes e parte aérea e indiretamente devido a um deficiente fornecimento de água e nutrientes (MASLE e PASSIOURA, 1987).

#### 4.2 Desempenho do conjunto trator-semeadora-adubadora

A variação no escalonamento de marcha do trator permitiu variação na velocidade de semeadura, que foi significativa, e proporcionou aumento da capacidade de campo efetiva de 69,65% (Tabela 9). O rendimento ou eficiência de campo teórico foi influenciado pela velocidade de semeadura e observa-se que na menor velocidade obteve-se totalidade de aproveitamento dos órgãos ativos e da velocidade sugerida no manual do operador do trator.

Tabela 9. Síntese dos valores de análise de variância e do teste de médias para as variáveis de velocidade efetiva, capacidade de campo operacional e eficiência de campo teórico na semeadura da soja.

Fator	Capacidade de campo efetiva (ha h <sup>-1</sup> )	Eficiência de campo teórico (%)
Manejo (M)		
PD	1,98	90,05
PDe	1,93	88,21
PDec	1,99	90,99
PCS	1,99	91,36
PR	2,01	91,98
PC	2,05	93,36
Velocidade (V)		
4,61 km h <sup>-1</sup>	1,45 d	100,00 a
5,53 km h <sup>-1</sup>	1,75 c	86,55 c
7,33 km h <sup>-1</sup>	2,31 b	94,03 b
7,81 km h <sup>-1</sup>	2,46 a	83,08 c
Teste F		
M	0,94 <sup>NS</sup>	0,84 <sup>NS</sup>
V	239,60 <sup>**</sup>	29,77 <sup>**</sup>
MxV	1,17 <sup>NS</sup>	0,92 <sup>NS</sup>
C.V.Manejo (%)	8,46	8,37
C.V.Velocidade (%)	7,52	7,60

<sup>NS</sup>: não significativo (p>0,05); \* : significativo (p<0,05); \*\* : significativo (p<0,01); C.V.: coeficiente de variação. Plantio Direto (PD); Plantio Direto Escarificado (PDe); Plantio Direto Escarificado Cruzado (PDec); Preparo Convencional (PC); Preparo Reduzido (PR) e Preparo Conservacionista (PCs). Letras minúsculas na coluna e iguais, não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

Com o aumento da velocidade, a capacidade de campo aumenta e o rendimento de campo diminui (Figura 5), pois como a largura teórica e efetiva foram as mesmas, a única variação foi a velocidade. Resultado semelhante ao encontrado por Canova et al. (2007), que afirmam que em velocidades maiores aumenta-se a exigência de potência e o trator tende a diminuir a velocidade efetiva em relação ao teórico devido

ao maior esforço. Assim, a velocidade de 4,6 km h<sup>-1</sup> (Tabela 9), parece baixa considerando a tecnologia embarcada nas semeadoras e ainda mais ao considerar uma semeadora pneumática. Já a velocidade de 7,3 km h<sup>-1</sup> se mostrou adequada por ter eficiência de campo de 94,03%.

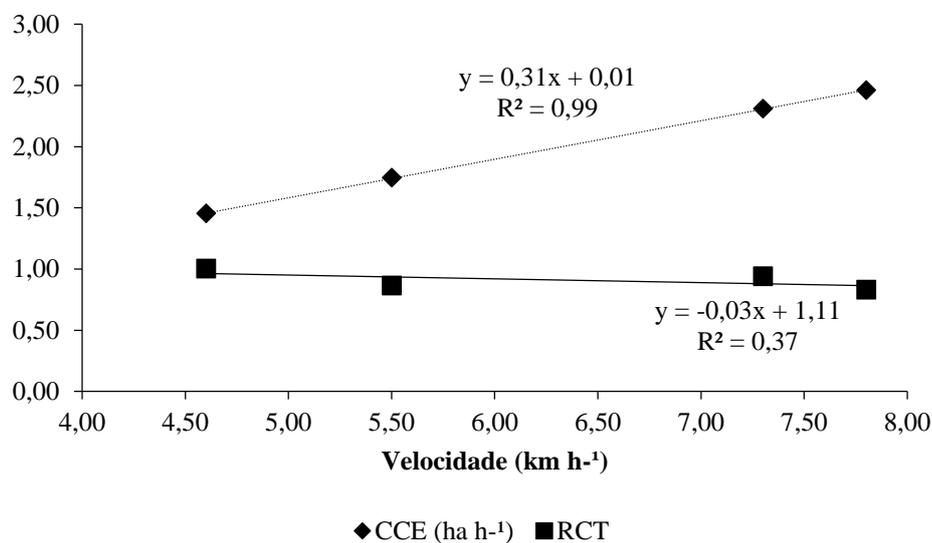


Figura 5. Regressão da capacidade de campo efetiva (CCE) e rendimento de campo teórico (RCT), adimensional, em função da velocidade de deslocamento.

### 4.3 Atributos agronômicos da cultura da soja

Os sistemas de manejo estudados não mostraram efeito significativo sobre as variáveis, número de dias para emergência e índice de velocidade de emergência (Tabela 10). Resultados semelhantes foram encontrados por Nobrega et al. (2009), que ao estudarem a germinação de sementes, não observaram diferenças significativas para os mesmos parâmetros estudados. No entanto, Lima et al. (2010), verificaram maior velocidade de emergência no PD, do que no PC, devido à falta de cobertura do solo, no segundo.

As velocidades estudadas não mostraram efeito significativo sobre a variável, número de dias para emergência (Tabela 10). As velocidades estudadas apresentaram efeito significativo sobre a variável índice de velocidade de emergência (IVE), sendo que a velocidade de 7,8 km h<sup>-1</sup> apresentou o maior valor (Figura 6), resultando em modelo linear na regressão. Fato este, que pode estar relacionado à menor profundidade na qual são depositadas as sementes com o aumento da velocidade,

permitindo emergência mais rápida, chamado efeito de flutuação (CORTEZ et al., 2007).

Tabela 10. Síntese dos valores de análise de variância e do teste de médias para número de dias para emergência e o índice de velocidade de emergência.

Fator	Número de dias para emergência	Índice de velocidade de emergência
Manejo (M)		
PC	7,82	17,00
PR	6,72	23,95
PD	7,28	19,59
PDe	7,67	17,67
PDec	7,72	15,47
PCS	8,07	16,07
Velocidade (V)		
4,6 km h	7,75	17,01 b
5,5 km h	7,57	17,11 b
7,3 km h	7,68	18,31 ab
7,8 km h	7,18	20,77 a
Teste de F		
M	2,39 <sup>NS</sup>	2,39 <sup>NS</sup>
V	1,95 <sup>NS</sup>	3,75*
MxV	1,75 <sup>NS</sup>	1,22 <sup>NS</sup>
C.V. Parcela (%)	16,47	44,17
C.V. Sub (%)	11,83	24,11

<sup>NS</sup>: não significativo ( $p > 0,05$ ); \*: significativo ( $p < 0,05$ ); \*\*: significativo ( $p < 0,01$ ); C.V.: coeficiente de variação. Plantio Direto (PD); Plantio Direto Escarificado (PDe); Plantio Direto Escarificado Cruzado (PDec); Preparo Convencional (PC); Preparo Reduzido (PR) e Preparo Conservacionista (PCs). Letras minúsculas na coluna e iguais, não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

Branquinho et al. (2004) estudaram o desempenho de uma semeadora-adubadora em função da velocidade e do tipo de manejo na soja, concluíram que o manejo não influenciou no número de dias para emergência e que entre a velocidade de 4,8 a 7,3 km h<sup>-1</sup> o índice de velocidade de emergência se manteve constante. As velocidades de 5 a 7 km h<sup>-1</sup> são consideradas como ideais, pois se considera que a maior velocidade pode abrir sulcos maiores, revolvendo uma faixa mais larga de solo e, em consequência, a roda compactadora não pressiona suficientemente o solo sobre a semente.

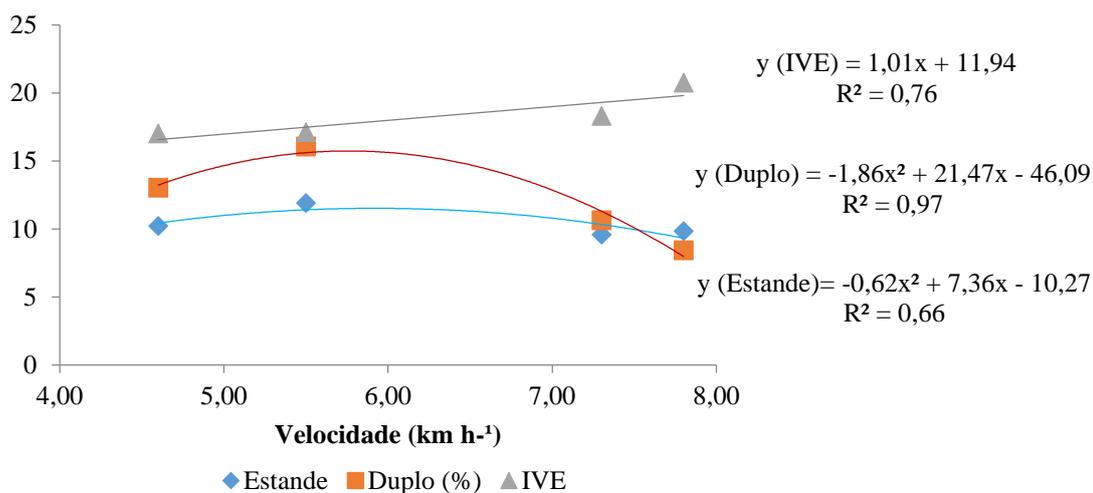


Figura 6. Regressão do estande de plantas, número de espaçamentos duplos, e o índice de velocidade de emergência (IVE), adimensional, em função da velocidade de deslocamento.

Não houve efeito significativo dos sistemas de manejo sobre o estande e a distribuição de plantas (Tabela 11).

Tabela 11. Síntese dos valores de análise de variância e do teste de médias para o variável estande de plantas e distribuição longitudinal.

Fator	Estande (planta m <sup>-1</sup> )	Distribuição longitudinal		
		Normal (%)	Falho (%)	Duplo (%)
<b>Manejo (M)</b>				
PC	9,44	84,27	6,02	9,70
PR	10,87	79,88	7,67	12,44
PD	11,75	79,20	5,94	14,85
PDe	9,75	87,60	2,29	10,10
PDec	10,25	80,80	7,29	11,90
PCS	10,25	79,31	7,46	13,22
<b>Velocidade (V)</b>				
4,6 km h <sup>-1</sup>	10,21 ab	80,42	6,55	13,03 ab
5,5 km h <sup>-1</sup>	11,91 a	79,15	4,79	16,05 a
7,3 km h <sup>-1</sup>	9,58 b	82,00	7,35	10,65 ab
7,8 km h <sup>-1</sup>	9,83 b	85,80	5,77	8,43 b
<b>Teste F</b>				
M	2,12 <sup>NS</sup>	1,16 <sup>NS</sup>	1,62 <sup>NS</sup>	0,43 <sup>NS</sup>
V	5,23 <sup>**</sup>	1,77 <sup>NS</sup>	0,77 <sup>NS</sup>	2,75 <sup>**</sup>
MxV	0,97 <sup>NS</sup>	1,04 <sup>NS</sup>	0,54 <sup>NS</sup>	1,21 <sup>NS</sup>
<b>C.V. Manejo (%)</b>	<b>21,78</b>	<b>15,37</b>	<b>103,40</b>	<b>98,34</b>
<b>C.V. Velocidade (%)</b>	<b>21,70</b>	<b>12,99</b>	<b>99,61</b>	<b>80,25</b>

<sup>NS</sup>: não significativo ( $p > 0,05$ ); \* : significativo ( $p < 0,05$ ); \*\* : significativo ( $p < 0,01$ ); C.V.: coeficiente de variação Plantio Direto (PD); Plantio Direto Escarificado (PDe); Plantio Direto Escarificado Cruzado (PDec); Preparo Convencional (PC); Preparo Reduzido (PR) e Preparo Conservacionista (PCs). Letras minúsculas na coluna e iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O efeito não significativo para estande e distribuição de plântulas mostra que a semeadora se mostrou eficiente mesmo com as várias superfícies do solo, como confirmado por Pinheiro Neto et al. (2008). No entanto, quando comparado com os valores mínimos de espaçamentos aceitáveis (normal) (WEIRICH NETO et al., 2012a), a semeadora ficou abaixo deste valor.

Não houve efeito na combinação do manejo do solo com as velocidades para estande e distribuição de plantas, no entanto isoladamente a velocidade mostrou influenciar no estande de plantas, sendo que o melhor estande foi na velocidade de  $5,5 \text{ km h}^{-1}$ , intermediária (Tabela 11 e Figura 6), o que resultou em um modelo quadrático de ajuste na regressão. Resultados similares foram encontrados por Cortez et al. (2006) trabalhando em sistema plantio direto com as velocidades de  $4,24 \text{ km h}^{-1}$  a  $6,00 \text{ km h}^{-1}$ , os autores relatam que a velocidade na operação de semeadura tem influência direta sobre a cobertura das sementes, independentemente do tipo e marca da semeadora. Na velocidade de  $7,8 \text{ km h}^{-1}$  o espaçamento duplo mostrou-se significativo, tendo a menor quantidade de espaçamentos, resultando em modelo quadrático de ajuste, que aumentou até as velocidades intermediárias e diminuiu com o aumento da velocidade.

Os sistemas de manejo não tiveram efeito para as variáveis, diâmetro do caule, altura de planta, e altura da inserção da primeira vagem sobre nenhum dos sistemas de manejo estudados (Tabela 12). Podendo ser justificada pelas características morfológicas da cultivar utilizado, visto que a altura de planta da cultivar utilizada é de 87 cm, e a altura de inserção da primeira vagem é de 15 cm, os valores apresentados são inferiores aos ideais para a cultivar utilizada, podendo se justificar pela baixa pluviosidade nos meses de novembro a dezembro, dessa forma a planta não pode expressar todo o seu potencial.

Conforme explica Sedyama (2009), o desejável para uma colheita mais eficiente é que a cultura tenha em torno de 70 a 80 cm de altura. O mesmo autor explica que dentro de vários fatores que influenciam a altura da planta estão o espaçamento e a distribuição das plantas entre as fileiras, o que justifica os resultados, visto que a distribuição longitudinal não recebeu influência significativa. Outro fato, que pode ser utilizado como justificativa é a baixa pluviosidade durante os meses de setembro a dezembro que podem ter influenciado negativamente no

desempenho da cultura independente do manejo, fato que pode ser constatado pela redução na altura final que em condições ideais de precipitação (450 a 800 mm) durante seu ciclo, a soja obtém altura média em torno de 85 cm (EMBRAPA SOJA, 1999).

Tabela 12. Síntese dos valores de análise de variância e do teste de médias para o diâmetro do caule, altura de planta e altura de inserção da primeira vagem (AIPV).

Letra	Diâmetro (mm)	Altura de planta (cm)	AIPV (cm)
Manejo (M)			
PC	8,72	57,27	7,16
PR	8,30	58,00	7,77
PD	8,02	56,39	7,24
PDe	8,76	59,50	6,66
PDec	9,01	56,94	6,76
PCS	8,76	58,69	7,63
Velocidade (V)			
4,6 km h <sup>-1</sup>	8,47	57,52	6,96
5,5 km h <sup>-1</sup>	8,79	57,60	7,37
7,3 km h <sup>-1</sup>	8,67	57,57	7,05
7,8 km h <sup>-1</sup>	8,47	58,51	7,43
Teste F			
M	0,97 <sup>NS</sup>	0,56 <sup>NS</sup>	1,06 <sup>NS</sup>
V	0,41 <sup>NS</sup>	0,53 <sup>NS</sup>	0,62 <sup>NS</sup>
MxV	0,68 <sup>NS</sup>	0,75 <sup>NS</sup>	0,84 <sup>NS</sup>
C.V.Manejo (%)	17,19	10,72	23,92
C.V.Velocidade (%)	14,03	5,49	20,25

<sup>NS</sup>: não significativo (p>0,05); \*: significativo (p<0,05); \*\*: significativo (p<0,01); C.V.: coeficiente de variação Plantio Direto (PD); Plantio Direto Escarificado (PDe); Plantio Direto Escarificado Cruzado (PDec); Preparo Convencional (PC); Preparo Reduzido (PR) e Preparo Conservacionista (PCs). Letras minúsculas na coluna e iguais, não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

Os valores observados para a altura de inserção da primeira vagem variaram de 6,66 a 7,77 cm (Tabela 12), e de acordo com Sedyama (2009) estes se encontram fora da faixa considerada satisfatória, que é em torno de 10 cm, para se fazer eficiente a colheita mecanizada. Para o sistema produtivo moderno, valores de inserção da primeira vagem inferiores a 12 cm podem resultar em perdas na colheita e, em consequência, reduzir os ganhos dos produtores (YOKOMIZO, 1999).

Os sistemas de manejo e velocidades estudadas apresentaram efeito significativo sobre a vagem por planta (Tabela 13), sendo que os sistemas PC e PD, e a velocidade de 5,5 km h<sup>-1</sup> apresentaram o maior valor para a variável.

Tabela 13. Síntese dos valores da análise de variância e do teste de médias para a massa de 100 grãos, vagens por planta, Produtividade.

Manejo (M)	Vagens por planta	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
PD	38,64 a	2658,85
PDe	32,45 b	2555,82
PDec	34,93 ab	2626,96
PCS	34,70 ab	2739,87
PR	31,27 b	2702,26
PC	38,68 a	2658,99
Velocidade (V)		
4,6 km h <sup>-1</sup>	36,69 ab	2719,53 ab
5,5 km h <sup>-1</sup>	40,02 a	2890,23 a
7,3 km h <sup>-1</sup>	32,37 bc	2705,24 ab
7,8 km h <sup>-1</sup>	31,37 c	2313,50 b
Teste F		
M	7,64**	0,22 <sup>NS</sup>
V	10,97**	4,92**
MxV	3,97**	1,77 <sup>NS</sup>
C.V. Manejo (%)	12,66	20,24
C.V. Velocidade (%)	16,87	20,27

<sup>NS</sup>: não significativo (p>0,05); \*: significativo (p<0,05); \*\*: significativo (p<0,01); C.V.: coeficiente de variação. Plantio Direto (PD); Plantio Direto Escarificado (PDe); Plantio Direto Escarificado Cruzado (PDec); Preparo Convencional (PC); Preparo Reduzido (PR) e Preparo Conservacionista (PCs). Letras minúsculas na coluna e iguais, não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

Os sistemas de manejo estudados não mostraram efeito significativo sobre a produtividade (Tabela 13). Os valores encontrados estão acima da média estadual de 2000 kg ha<sup>-1</sup>, e estes valores foram semelhantes aos encontrados por Dalchiavon et al. (2011). Isso pode ser justificado por ser o primeiro ano dos sistemas, e ainda haver efeito dos preparos que ocorreram para implantação da área experimental. Mas, houve efeito significativo das velocidades estudadas, sendo que a velocidade de 5,5 km h<sup>-1</sup> apresentou o maior valor.

No desdobramento da interação manejo versus velocidade de semeadura, observa-se que as velocidades de 4,6 e 7,3 km h<sup>-1</sup> e os sistemas de manejo estudados não apresentam efeito significativo sobre a quantidade de vagens por planta (Tabela 14). Nos sistemas de manejo PC, PR, PCS não houve efeito significativo sobre as velocidades estudadas quanto ao número de vagens por planta (Tabela 14).

Tabela 14. Desdobramento da interação manejo x velocidade para vagens por planta.

Manejos	Velocidades (km h <sup>-1</sup> )			
	4,6	5,5	7,3	7,8
PD	32,58 B	53,17 aA	35,67 B	33,17 abB
PDe	33,17 AB	40,25 bcA	32,33 AB	24,08 bB
PDec	36,91 AB	45,25 abA	31,67 B	25,92 bB
PCS	40,33	34,42 bc	29,25	34,83 ab
PR	34,58	34,08 bc	30,00	26,42 b
PC	42,58	33,00 c	35,33	43,83 a

Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Plantio Direto (PD); Plantio Direto Escarificado (PDe); (PDec); Preparo Convencional (PC); Preparo Reduzido (PR) e Preparo Conservacionista (PCs).

Nos sistemas de manejo PD, PDe e PDec houve efeito significativo sobre as velocidades estudadas, sendo que a velocidade de 5,5 km h<sup>-1</sup> apresentou o maior valor de vagens por planta, resultando em um modelo de ajuste quadrático na regressão, com as menores e maiores velocidades diminuindo a quantidade de vagens por planta (Figura 7). No PD geralmente o solo encontra-se mais estruturado, ocorrendo disponibilidade de água e nutrientes por um período maior. Resultados semelhantes foram encontrados por Mancin et al. (2009). Na velocidade de 7,8 km h<sup>-1</sup> houve efeito significativo sobre os sistemas de manejo utilizados, sendo o PC apresentou o maior valor de vagens por planta.

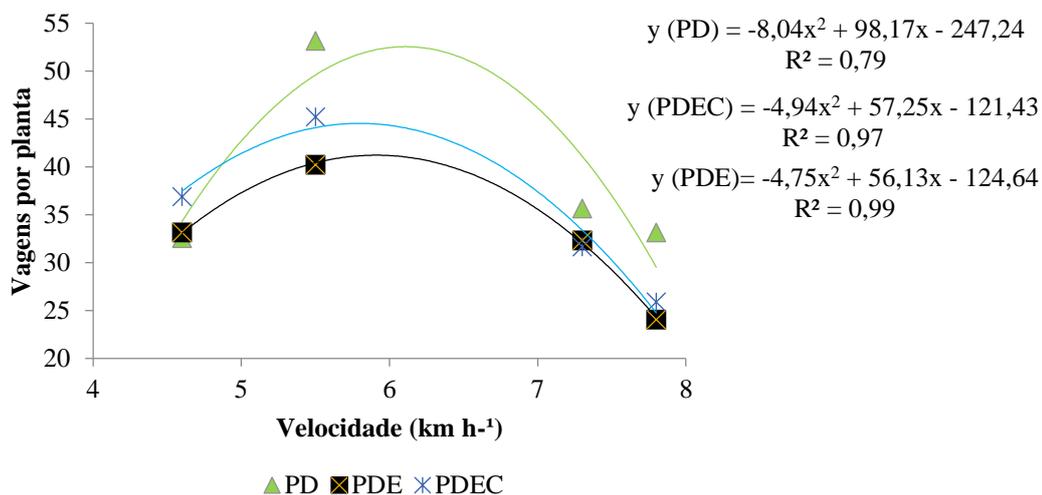


Figura 7. Regressão do número de vagens por planta, para plantio direto (PD), plantio direto escarificado (PDe), e plantio direto escarificado cruzado (PDec), em função da velocidade de deslocamento.

Nas velocidades de semeadura houve efeito significativo (Tabela 13) para a produtividade de grãos, sendo a maior produção na velocidade de 5,5 km h<sup>-1</sup>, este fato está relacionado à maior quantidade de vagens e o estande de plantas. Como a velocidade intermediária foi a maior, isso proporcionou ajuste quadrático ao modelo de regressão, com os maiores valores nas velocidades intermediárias (Figura 8).

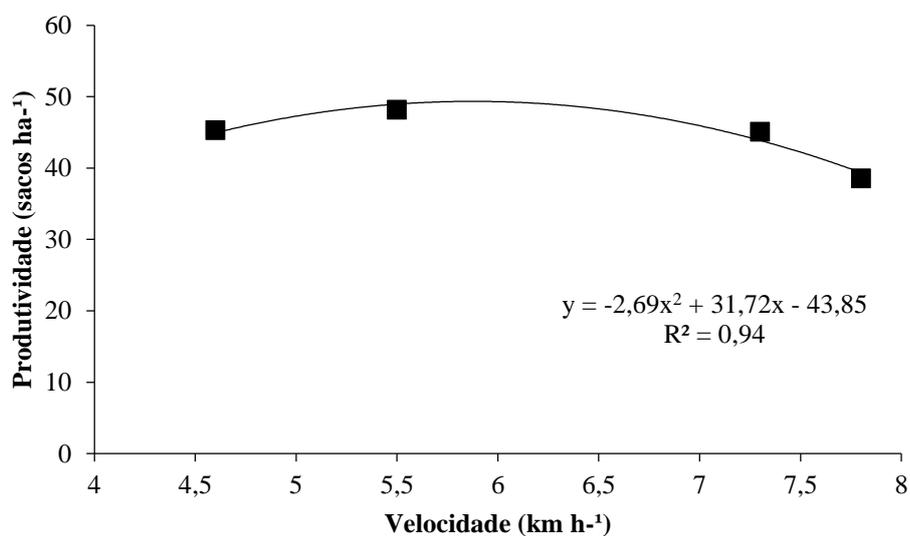


Figura 8. Regressão da produtividade de grãos (sacos ha<sup>-1</sup>) em função da velocidade de semeadura.

## 5 CONCLUSÕES

A área com o sistema plantio direto (PD) apresentou o maior valor de resistência à penetração e densidade do solo na camada intermediária.

No PD deve-se utilizar velocidades de semeadura acima de  $5,5 \text{ km h}^{-1}$  para diminuir a compactação.

A velocidade de  $7,3 \text{ km h}^{-1}$  foi a mais adequada para a operação de semeadura por ter rendimento de campo de 94,03%.

Os sistemas de manejo não afetaram a produtividade da soja. Velocidades menores favorecem maiores produtividades, por melhorarem outros atributos agronômicos, como vagens por planta e estande de plantas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS - ASAE. **Terminology and definitions for agricultural tillage implements**. In:\_\_\_\_. ASAE Standards 1997: standards engineering practices data. San Joseph, 1997. p. 245-275.

ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE SOJA DO MATO GROSSO DO SUL – APROSOJA/MS. **PRODUÇÃO DE SOJA SAFRA 2013/2014**. Acessado em 20 de setembro de 2014. Disponível em <http://aprosojams.org.br>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT (Rio de Janeiro, RJ). **Projeto de norma 04:015.06-004 - semeadoras de precisão: ensaio de laboratório - método de ensaio**. São Paulo, 1984. 26 p.

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

BONO, J. A. M.; MACEDO, M. C. M.; TORMENA, C. A. Qualidade física do solo em um latossolo vermelho da região sudoeste dos cerrados sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, Viçosa, v.37, n.3, p. 743-753, 2013.

CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A. & VALADARES, J.M.A.S. **Métodos de análise química, mineralógica e física do Instituto Agrônomo de Campinas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1986. 94p.

CANOVA, R.; SILVA, R. P.; FURLANI, C. E. A.; CORTEZ, J. W. Distribuição de sementes por uma semeadora adubadora em função de alterações mecanismo dosador e de diferentes velocidades de deslocamento. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.15, n.3, p.299-306, 2007.

CARVALHO, M. A. C.; ATHAYDE, M. L. F.; SORATTO, R. P.; ALVES, M. C.; ARF, O. Soja em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional em solo de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, vol.39, n.11, p. 1141-1148, 2004.

CONTE, O.; LEVIEN, R.; TREIN, C. R.; XAVIER, A. A. P.; DEBIASI, H. Demanda de tração, mobilização de solo na linha de semeadura e rendimento da soja, em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.10, p. 1254-1261, 2009.

CORTEZ, J.W.; FURLANI, C.E.A.; SILVA, R.P.; LOPES, A. Distribuição longitudinal de sementes de soja e características físicas do solo no plantio direto. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.26, n.2, p.502-510, 2006.

CORTEZ, J.W.; FURLANI, C.E.A.; SILVA, R. P.; LOPES, A.; CARVALHO FILHO, A.; DABDOUBE, J.M. Desempenho de um trator agrícola utilizando biodiesel em duas velocidades na semeadura. **Nucleus**, Ituverava, v.4, n.1-2, p.63-71, 2007.

CHERUBIN, M. R.; SANTI, A. L.; BASSO, J.; EITELWEIN, M. T.; VIAN, A.L. Variabilidade da resistência a penetração do solo em função da dimensão da malha amostral. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 125, n. 5, p. 1-9, 2011.

DALCHIAVON, F. C.; CARVALHO, M. de P. e.; NOGUEIRA, D. C.; ROMANO, D.; ABRANTES, F. L.; ASSIS, J. T. de.; OLIVEIRA, M. S. de. Produtividade da soja e resistência mecânica à penetração do solo sob sistema plantio direto no cerrado brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiania, v.41, n.1, p. 08-19, 2011.

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

DRESCHER, M. S.; ELTZ, F. L. F.; DENARDIN, J. E.; FAGANELLO, A.; DRESCHER, G. L. Resistência à penetração e rendimento da soja após intervenção mecânica em latossolo vermelho sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.36, n.6, p. 1836-1844, 2012.

EDMOND, J. B.; DRAPALA, W. L. The effects of temperature, sand and soil acetone on germination of okra seed. **Proceeding of American Society Horticulture Science**, Alexandria, v. 71, n. 2, p. 428-434, 1958.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Guia Clima**. Acesso em 20 de abril de 2014. Disponível em: <http://clima.cpao.embrapa.br/>

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: 2006. 370p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA SOJA. **Recomendações técnicas para a cultura da soja no Paraná 1999/2000**. Londrina, 1999. p.103, 109. (Embrapa Soja. Documentos, 131).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistemas de produção**. Acesso em 11 de janeiro de 2015. Disponível em <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/>

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análise do solo**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisas de Solos, 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA.  
**Tecnologia de Produção de Soja Região Central do Brasil 2004.** Disponível em:  
[www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/manejo](http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/manejo)

FURLANI, E.C.A.; JÚNIOR, Á.P.; LOPES, A.; SILVA, R.P.; GROTTA, D.C.C.; CORTEZ, J.W. Desempenho operacional de semeadora-adubadora em diferentes manejos da cobertura e da velocidade. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n2, p. 456-462, 2007.

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

JASPER, R.; JASPER, M.; ASSUNPÇÃO, P. S. M.; ROCIL, J.; GARCIA, L. C. Velocidade de semeadura da soja. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.31, n.1, p. 102-110, 2011.

KAMIMURA, K. M.; ALVES, M. C.; ARF, O.; BINOTTI, F. F. da S. Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho sob cultivo de arroz de terras altas em diferentes manejos do solo e água. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.3, p. 723-731, 2009.

KIEHL, E.J. Manual de edafologia. **Agronômica Ceres**, São Paulo, 262p. 1979.

KLEIN, V. A.; CAMARA, R. K. Rendimento da soja e intervalo hídrico ótimo em latossolo vermelho sob plantio direto escarificado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n.2, p. 221-227, 2007.

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 e dados de ensaios e regularidade de distribuição longitudinal de sementes. **Bragantia**, Campinas, v.48, n.2, p.249-262, 1989.

LAFLEN, J. M.; AMEMIYA, M.; HINTZ, E. A. Measuring crop residue cover. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v. 36, n. 6, p. 341-343, 1981.

LIMA, C. L. R. de; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; SUZUKI, L. E. A. S. Produtividade de culturas e resistência à penetração de Argissolo Vermelho sob diferentes manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.1, p. 89-98, 2010.

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

MANCIN, C. R.; SOUZA, L. C. F. de; NOVELINO, J. O.; MARCHETTI, E.; GONÇALES, M. C. Desempenho agrônômico da soja sob diferentes rotações e sucessões de culturas em sistema plantio direto. **Acta. Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.31, n.1, p. 71-77, 2009.

MASLE, J.; PASSIOURA, J. B. The effect of soil strength on the growth of young wheat plants. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.14, p.643-656, 1987

NOBREGA, L. H. P.; LIMA, G. P. de; MARTINS, G. I.; MENEGHETTI, A. M. Germinação de sementes e crescimento de plântulas de soja (*Glycine max* L. Merrill) sob cobertura vegetal. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.31, n.3, p. 461-465, 2009.

PANACHUKI, E.; BERTOL, I.; SOBRINHO, T. A.; VITORINO, A. C. T.; SOUZA, C. M. A. de; URCHEI, M. A. Rugosidade da superfície do solo sob diferentes sistemas de manejo e influenciada por chuva artificial. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.34, n.2, p. 443-452, 2010.

PANACHUKI, E.; BERTOL, I.; SOBRINHO, T. A.; OLIVEIRA, P. T. S. de; BICCA D. B. PERDAS DE SOLO E DE ÁGUA E INFILTRAÇÃO DE ÁGUA EM

LATOSSOLO VERMELHO SOB SISTEMAS DE MANEJO. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.35, n.5, p. 1777-1785, 2011.

PEREIRA, R. G.; ALBUQUERQUE A. W.; SOUZA, R. de O.; SILVA, A. D. da; SANTOS, J. P. A. dos; BARROS, E. da S.; MEDEIROS, P. V. Q. Sistemas de manejo do solo: soja [*Glycine max* (L.)] consorciada com *Brachiaria decumbens* (STAPF). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.41, n.1, p. 44-51, 2011.

PINHEIRO, N. R.; BRACCINI, A. de L.; SCAPIM, C. A.; BORTOLOTTI, V. C.; PINHEIRO, A. C.; Desempenho de mecanismos dosadores de sementes em diferentes velocidades e condições de cobertura do solo. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.30, p. 611-617, 2008.

RIBEIRO, C. A. **Variabilidade espacial da resistência mecânica do solo à penetração em áreas mecanizadas em função do número de cortes da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*)**. 2010. 69f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP.

RODRIGUES, F.S. **Variabilidade espacial da resistência mecânica do solo à penetração em área sob sistema plantio direto**. 2014. 48 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS.

ROSA, D. P. da; REICHERT, J. M.; MENTGES, M. I.; BARROS, C. A. P.; REINERT, D. J.; VIEIRA, D. A. Cultivo mínimo: Efeito da compactação e deformação abaixo da atuação da ponteira do subsolador. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.11, p.1199-1205, 2011.

ROSA FILHO, G.; CARVALHO, M. de P. e; ANDREOTTI, M.; MONTARI, R.; BINOTTI, F. F. da S.; GIOIA, M. T. Variabilidade da produtividade da soja em função de atributos físicos de um latossolo vermelho distroférico sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, n.2, p. 283-293, 2009.

SEAB – **Deral**. Acesso em 04 novembro de 2013. Acesso em; [www.agricultura.pr.gov.br](http://www.agricultura.pr.gov.br)

SECCO, D.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; ROS, C. O. da. Produtividade de soja e propriedades físicas de um Latossolo submetido a sistemas de manejo e compactação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n.5, p. 797-804, 2004.

SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Ed. Mecnas, 2009. 314p.

SILVEIRA, G. M. da; **O preparo do solo: implementos corretos**. Rio de Janeiro: Globo Rural, 1989. 243p.

STRECK, C. A.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; KAISER, D. R. Modificações em propriedades físicas com a compactação do solo causada pelo tráfego induzido de um trator em plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.3, p. 755-760, 2004.

STOLF, R. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.15, p.229-235, 1991.

STOLF, R.; MURAKAMI, J. H.; MANIERO, M. A.; SOARES, M. R.; SILVA, L. C. F. Incorporação de régua para medida de profundidade no projeto do penetrômetro de impacto Stolf. In: XL CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 50, 2011, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: SBEA, 2011. p. 1-10. CD-ROM.

VIEIRA, N. S. A.; PIRES, F. R.; MENEZES, C. C. E. de; SILVA, A. G. da; SILVA, G. P.; ASSIS, R. L. de; Formas de aplicação de inoculante e seus efeitos sobre a nodulação da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.2, p. 861-870, 2004.

WEIRICH, N. P. H.; NAMUR, R.T.; DOMINGUES, J.; GARCIA, L. C. Comparison of metering mechanisms of corn seed. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.32, n.5, p.981-988, 2012a.

WEIRICH, N. P. H.; JUSTINO, A.; ANTUNES, R.K.; FORNARI, A.J.; GARCIA, L. C. Semeadura do milho em sistema de plantio direto sem e com manejo mecânico da matéria seca. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.32, n.4, p.794-801, 2012b.

YOKOMIZO, G. K. **Interação genótipos x ambientes em topocruzamentos de soja tipo alimento com tipo grão**. 1999. 170 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz , Piracicaba, SP.