

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**COMPONENTES DE PRODUÇÃO DA SOJA EM
SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO**

MAURICIO VIERO RUFINO.

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL**

2018

COMPONENTES DE PRODUÇÃO DA SOJA EM SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO

MAURICIO VIERO RUFINO

Orientador: PROF. DR. JORGE WILSON CORTEZ

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Curso de Graduação em Engenharia Agrônômica para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL**

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

R926c Rufino, Mauricio Viero

COMPONENTE DE PRODUÇÃO DA SOJA EM SISTEMAS DE
MANEJO DO SOLO / Mauricio Viero Rufino -- Dourados: UFGD, 2018.
27f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Jorge Wilson Cortez

TCC (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias,
Universidade Federal da Grande Dourados.

Inclui bibliografia

1. mecanização agrícola. 2. resistência a penetração. 3. produtividade. 4.
preparo. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

**COMPONENTES DE PRODUÇÃO DA SOJA EM SISTEMAS DE MANEJO
DO SOLO**

por

Mauricio Viero Rufino

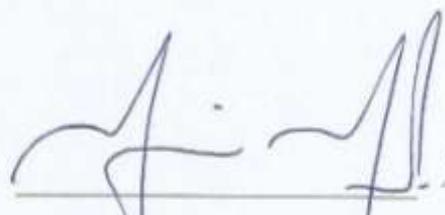
Trabalho de Conclusão de Curso - TCC apresentado como parte dos requisitos
exigidos para obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÔNOMO

Aprovado em 06/02/2018



Prof. Dr. Jorge Wilson Cortez

Orientadora – UFGD/FCA



Prof. Dr. Munir Mauad

UFGD/FCA

Sonia A.R.

Eng^a. Agr^a. M. Sc. Sonia Armbrust Rodrigues

Doutorando - UFGD/FCA

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecer a Deus que sem ele nada disso teria dado certo, meu pai Mauro e Sonia e toda minha família que sempre me incentivou e mostrou a importância de se ter um estudo de qualidade e me manter durante esse período de graduação. Amigos que fiz durante decorrer da faculdade que sempre unidos vencemos todas as dificuldades.

Ao Grupo de Pesquisa em Agricultura de Precisão e Mecanização que ajudaram na execução do projeto e nas avaliações porque sozinho não conseguiria.

Ao meu orientador de iniciação científica e trabalho de conclusão de curso professor Dr. Jorge Wilson Cortez por ter sido um segundo pai e ter a paciência em explicar as várias dúvidas que tiver e contribuindo com a minha formação.

A UFGD e ao corpo docente de professores do curso de agronomia que é responsável pelo ensino de qualidade e comprometimento em formar pessoas capacitadas.

Aos funcionários da FAECA que sempre foram muito atenciosos e sempre que precisava de alguma coisa eles tentavam resolver.

Ao CNPq pelo custeio do projeto e pela bolsa de iniciação científica.

Aos membros da banca de qualificação.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
1 INTRODUÇÃO.....	8
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
2.1 Aspectos econômicos da soja.....	10
2.2 Sistemas de cultivo do solo.....	10
2.3 Resistencia à penetração.....	11
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1 Local.....	13
3.2 Delineamento experimental.....	14
3.3 Equipamentos e insumos.....	14
3.4 Componentes agronômicos.....	18
3.5 Resistencia a penetração.....	19
3.6 Análise dos dados.....	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
4.1 Resistencia à penetração.....	20
4.2 Componentes agronômicos.....	21
5 CONCLUSÃO.....	23
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24

RUFINO, M.V. **Componentes de produção da soja em sistemas de manejo do solo.** 2018. 26f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso), Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS.

RESUMO

Os sistemas de manejo do solo podem acarretar diferentes formas de condições para o desenvolvimento radicular e conseqüente desenvolvimento das plantas. Por isso, objetivou-se avaliar o efeito dos sistemas de manejo de solo: sem mobilização, cultivo mínimo, escarificado cruzado mais uma gradagem, escarificado e uma gradagem, aração com duas gradagem e apenas uma gradagem, nos componentes agrônômicos da cultura da soja e a resistência à penetração. O trabalho foi desenvolvido na FAECA Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, em Dourados-MS, em Latossolo Vermelho distroférico, de textura muito argilosa. Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso com seis tratamentos e quatro repetições. As avaliações foram: estande de plantas, altura de planta, diâmetro do caule, inserção da primeira vagem, número de vagens, massa de mil grãos e produtividade e também a resistência à penetração. Observou-se que mesmo o sistema de manejo sem mobilização tendo maior resistência a penetração em relação aos demais preparos não teve diferença de produtividade, dispensando a necessidade de fazer algum tipo de operação de preparo de solo. Devido a superfície do solo estar irregular e com grandes quantidades de agregados observou-se diferença no estande de planta e conseqüentemente, interferiu no número de vagens por planta.

Palavras-chave: mecanização agrícola, resistência a penetração, produtividade, preparo.

RUFINO, M.V. **Soil production components in soil management systems**. 2018. 26f. Monograph (Completion Work Course), Federal University of Grande Dourados, Dourados, MS.

ABSTRACT

Soil management systems can lead to different forms of conditions for root development and consequent development of plants. Therefore, the objective of this study was to evaluate the effect of soil management systems: no mobilization, minimum cultivation, cross-scarification plus one harrowing, scarification and one harrowing, two-stage plowing and one harrowing, in the agronomic components of soybean resistance to penetration. The work was developed at the FAECA Experimental Farm of Agricultural Sciences of the Federal University of Grande Dourados - UFGD, in Dourados-MS, in a dystroferric Red Latosol, with a very clayey texture. A randomized block design with six treatments and four replicates was used. The evaluations were: plant stand, plant height, stem diameter, first pod insertion, number of pods, one thousand grain mass and yield and also resistance to penetration. It was observed that even the non-mobilization management system with greater resistance to penetration in relation to the other preparations had no difference in productivity, which did not require any type of soil preparation operation. Because the soil surface was irregular and with large amounts of aggregates, it was observed a difference in the plant stand and consequently, it interfered in the number of pods per plant.

Key words: agricultural mechanization, resistance to penetration, productivity, preparation.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior produtor de soja no mundo, ficando atrás dos Estados Unidos. Segundo a CONAB, a safra brasileira de grãos 2016/2017 foi plantada uma área 60,7 milhões de hectares e o aumento de área semeada em relação à última safra foi de aproximadamente 2,3 milhões de hectares. A soja tem sido a principal commodities cultivada no país, e por possuir alta rentabilidade tem ocupado lugar de outras culturas e principalmente têm avançado sobre áreas de pastagens, que têm sido recuperadas para o cultivo de grãos (CONAB,2017)

Estima-se para a 2016/2017 uma área semeada de 33,888 milhões de hectares, devendo alcançar produção de 113,9 milhões de toneladas, com produtividade média de 3,362 kg/ha⁻¹. A região sul e centro-oeste corresponde a 80% da produção brasileira de soja, o centro-oeste equivale a 65,37% e o Mato-Grosso-Do-Sul corresponde 17,10% da produção total da região (CONAB, 2017).

A modernização da agricultura brasileira trouxe consequências sobre o processo produtivo, entre as quais a necessidade de maximizar o uso dos fatores de produção, ou seja, a eficiência produtiva, obtendo maiores níveis de produtividade e rentabilidade (VIANA e SILVEIRA, 2008).

O Sistema Plantio Direto (SPD) é reconhecido como promotor da conservação do solo e da água e tem sido um dos principais fatores responsáveis pela produtividade de soja no país (CAVALCANTE, 2016). Apesar dos benefícios oriundos do sistema plantio direto, pode ocorrer aumento do estado de compactação dos solos submetidos a esse sistema (KLEIN e BOLLER, 1995).

As máquinas agrícolas cada vez maiores, basicamente, acentuam a compactação do solo (REICHERT et al., 2007), podendo ocasionar modificações na estrutura do mesmo, principalmente quando além do uso de máquinas não respeitam as condições favoráveis para a realização dessas atividades, causando barreiras físicas ao desenvolvimento radicular das culturas e posteriormente redução de produtividade de grãos (MÜLLER, 2011).

Solos não compactados apresentam grandes proporções de espaços porosos em relação ao volume de sólidos, possuindo assim, menor densidade. Portanto, qualquer fator que influencie o espaço poroso poderá afetar a densidade do solo (BRADY e

WEIL, 2013) e, isso poderá interferir no desenvolvimento das raízes das plantas, já que o desenvolvimento destas acontece nos poros (FERREIRA, 2010).

Uma das alternativas para reduzir a compactação do solo é a escarificação, esta prática auxilia na redução da densidade e no aumento da porosidade do solo, além de favorecer o desenvolvimento das raízes (REICHERT et al., 2009).

Diante do exposto, o objetivou-se avaliar a compactação em sistemas de manejo de solo e os componentes de produção da cultura da soja.

2.1 Aspectos econômicos da soja

De acordo com Roessing e Meneghelo (2001), há registros do cultivo da soja datado de cinco mil anos atrás na China, especificamente na região da China Central, em terras baixas e úmidas próximas a rios e lagos. Já no Brasil, a soja foi introduzida em 1882 na Bahia, sendo posteriormente estudada em outros pontos do país (ROESSING e MENEGHELO, 2001).

A soja pode ser apontada como uma commodity devido à padronização e à expressiva comercialização, tanto no mercado interno como externo.

Conhecida também por “feijão-chinês”, passando para “ouro-verde” graças à rápida difusão em sua semeadura e ao seu consumo em âmbito mundial, sendo rica em proteínas, e uma grande fonte de calorías, qualidades que a tornam um alimento básico na luta contra a fome do mundo (PERERA, 2003).

A produção de soja foi uma das atividades econômicas que obteve maior crescimento na última década. Esse aumento pode ser explicado pelo fato de que a soja vem sendo consolidada como importante fonte de proteína vegetal, sendo assim, um substituto da proteína de origem animal (MORAES et al., 2016). Outro fator importante é a geração e oferta de tecnologias que facilitam e viabilizam a exploração da soja em diversas regiões do mundo (HIRAKURI e LAZZAROTTO, 2011).

2.2 Sistemas de cultivo do solo

O SPD foi introduzido no Sul do Brasil no fim dos anos de 1960 (BORGES, 1993). Em meados da década de 1980, recebeu a denominação Sistema Plantio Direto (SPD), quando passou a ser conceituado como um complexo de técnicas destinado à exploração de sistemas agrícolas produtivos (DENARDIN et al., 2001). Em solos de igual declividade, o SPD reduz em cerca de 75% as perdas de solo e em 20% as perdas de água, em relação às áreas onde há revolvimento do solo (OLIVEIRA et al., 2002).

No SPD o não revolvimento do solo, ou revolvimento mínimo, favorece as propriedades físicas do solo e a manutenção de água elevada graças a manutenção de

palhada (TORMENA e ROLOFF, 1996). Neste sistema pode ocorrer facilmente compactação na camada mais superficial do solo devido ao tráfego sistemático de máquinas, principalmente em solos com elevados teores de argila e se não tiver uma boa cobertura.

A escarificação mecânica é utilizada para reduzir os efeitos da compactação do solo às plantas (CAMARA e KLEIN, 2005). Porém a eficiência desta técnica nem sempre confere incremento na produtividade das culturas (GIRARDELLO et al., 2014). Estudando diferentes níveis de compactação em Latossolo Vermelho distroférico, relataram que a escarificação mecânica não resultou no incremento de produtividade da soja (SECCO et al., 2009)

Nos sistemas conservacionistas há uma redução no volume de macroporos e elevação da densidade do solo, devido à redução de preparo (BERTOL et al., 2001), refletindo-se em qualidade física sem compactação, quando comparado ao preparo convencional, que não possui esta mesma estabilidade em sua superfície (D'ANDRÉA et al., 2002).

Em decorrência do preparo do solo, este fica descoberto, sujeito a chuvas erosivas, as quais degradação pelo impacto causado pelas gotas causando escoamento e maior erosão (BERTOL et al., 1997). Devido a erosão do solo ocorre perda de nutrientes, conseqüentemente menores disponibilidade de nutrientes as plantas e menores produtividade (BERTOL et al., 2000)

2.3 Resistência à penetração

Entre os diversos atributos físicos, a resistência à penetração (RP), destaca-se com alto potencial para a detecção da variabilidade espacial da compactação do solo (TORMENA e ROLOFF, 1996; SATONE et al., 2002). Apresenta maior relação com a produtividade das culturas do que a outros atributos físicos, como a densidade do solo e a porosidade total (FREDDI et al., 2006).

As alterações que ocorrem no solo evidenciam-se por modificações em sua porosidade total, resistência à penetração, densidade do solo, armazenagem e disponibilidade de água as plantas, distribuição do diâmetro dos poros e sua porosidade

de aeração, a dinâmica da água na superfície e no seu perfil, bem como, a consistência e a máxima compactação do solo (KLEIN et al., 1998).

A RP pode ser afetada por características como textura, densidade, matéria orgânica e, principalmente, pela umidade no momento da determinação (STOLF et al., 1983; BUSSCHER et al., 1997).

Ainda, a RP apresenta correlação com o crescimento radicular, destacando-se como a melhor estimativa do impedimento mecânico ao crescimento radicular (CARVALHO et al., 2006). O valor da RP de 2,0 MPa tem sido frequentemente utilizado como impeditivo ao desenvolvimento do sistema radicular da maioria das culturas (TAYLOR et al., 1966; TORMENA et al., 1999), em preparos convencionais. Entretanto, há vários estudos mostrando que as plantas tiveram seu desenvolvimento limitado abaixo do valor de 2 MPa (LIMA et al., 2010).

Ao avaliarem plantas de soja no estado do Pará, Sato et al. (2012), verificaram que o desenvolvimento da parte aérea da cultura foi comprometido a partir do incremento de RP de 1,80 MPa, em consequência da limitação do crescimento das raízes. No entanto, esses valores são variáveis em função do tipo de solo e teor de água no momento da coleta e até do manejo empregado ao solo em estudo. No entanto, MORAES et al. (2014) afirmam que deve se considerar como limite crítico para desenvolvimento de plantas os valores de 3,5 MPa para sistemas de plantio direto, 3 MPa para sistemas com mobilização mínima e para os sistemas convencionais de 2 MPa.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

O trabalho foi conduzido na FAECA – Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD no município de Dourados, MS. 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 Am, monçônico, com inverno seco, e precipitação média anual de 1500 mm, e temperatura média de 22°C (ALVARES, et al., 2013). O solo da área é um Latossolo Vermelho distroférico.

A área era manejada por mais de 10 anos sob sistema plantio direto. Em 2013 iniciou-se o experimento com os diferentes tipos de manejo de solo, onde se realizou uma análise química e física da área aplicou 3000 kg ha⁻¹ de calcário seguindo as recomendações de adubação, posteriormente realizado os diferentes tipos de preparo de solo. Após quatro anos realizou-se apenas os diferentes tipos de preparo sem correções químicas visando o preparo do solo. A área recebeu ao longo dos anos soja como cultura de verão e milho com cultura de segunda safra.

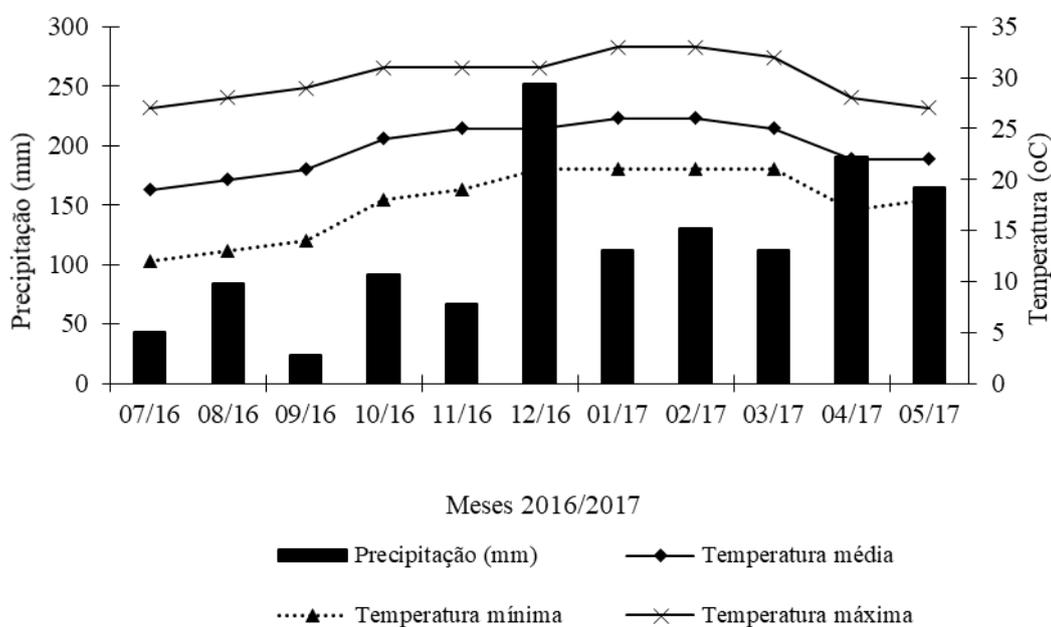


FIGURA 1. Dados meteorológicos mensais (precipitação pluviométrica da FAECA e temperatura da EMBRAPA) no ano de 2016 a 2017.

3.2 Delineamento experimental

Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso, seis tratamentos e quatro repetições. Os seis sistemas de manejo, aplicados nas parcelas foram: (SM) sem mobilização; (CM) cultivo mínimo - escarificado a 0,35 m uma vez; (EC) escarificado cruzado a 0,35 m mais uma gradagem destorroadora-niveladora; (GR) uma gradagem destorroadora-niveladora; (PC) aração a 0,40 m com arado de disco, seguido de duas gradagens destorroadora-niveladoras; (EG) escarificador a 0,35 m, uma única vez, mais a gradagem destorroadora-niveladora; para as operações de preparo. Cada parcela experimental ocupou área aproximada de 15 x 19 m (total de 285 m²). 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.

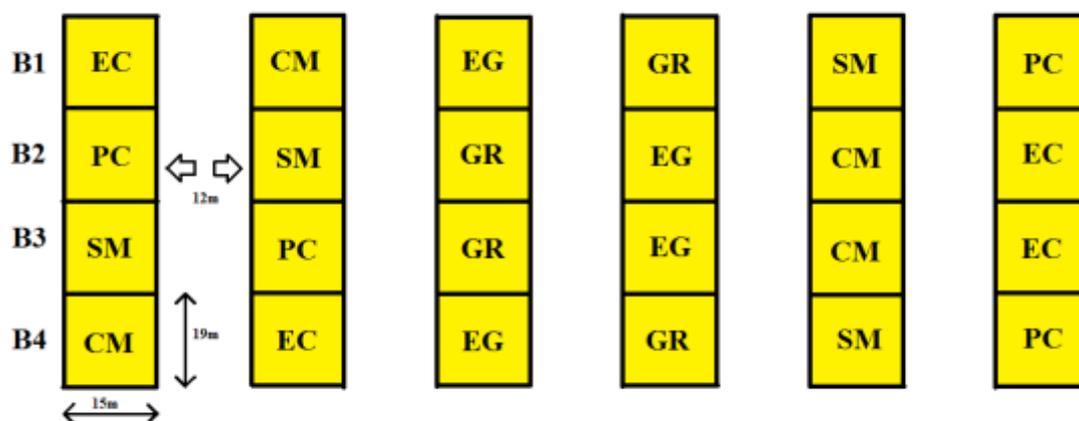


FIGURA 2. Representação do delineamento experimental: Sem mobilização (SM); cultivo mínimo - escarificação (CM); escarificado cruzado (EC); aração + gradagem (PC); gradagem (GR); escarificado e gradagem (EG).

3.3 Equipamentos e insumos

Para o preparo das parcelas dos sistemas de manejo de solo utilizou-se: um escarificado de cinco hastes, com ponteira estreita de 0,08 m de largura e trabalhando a 0,35m de profundidade (Figura 3) (tratamentos com escarificação); arado de disco

com 4 discos de aração com diâmetro de (28”) trabalhando a 0,30 m de profundidade (Figura 4) (preparo convencional); grade destorroadora-niveladora, tipo off-set, de arrasto, com 20 discos com diâmetro de (20”) em cada seção, sendo discos recortados na seção dianteira e discos lisos na traseira, trabalhando a uma profundidade 0.15m (Figura 5) (preparo convencional, escarificado, escarificado cruzado e gradagem). No preparo foi utilizado um trator New Holland 8030 4x2 TDA com 89,79 kW (122 cv) de potência nominal no motor a uma rotação de 2200 rpm (Figura 3).

A área antes da semeadura foi previamente dessecada com aplicação mecanizada de herbicida a base de glyphosate (3 L ha^{-1}) e 2.4D ($0,8 \text{ L ha}^{-1}$).

A semeadura foi realizada por uma semeadora-adubadora de distribuição pneumática, e haste sulcadora para adubo, possuindo sete fileiras para soja com espaçamento de 0,45 m, regulada para distribuir 13 sementes por metro na profundidade de 0,05 m, dosador de adubo tipo helicóide, regulada para jogar 300kg ha^{-1} da formulação 8-20-20. O trator utilizado na semeadura foi um Massey Ferguson MF292, 4x2 TDA, com 67,71 kW (92 cv) de potência nominal no motor a uma rotação de 2400 rpm (Figura 6).

A semente utilizada foi da Monsoy 6410 IPRO com 99% de pureza e 80% germinação. O tratamento de semente foi realizado com TIAMETOXAM inseticida sistêmico do grupo químico dos neonicotinóides, Fungicida/Inseticida de ação protetora (Piraclostrobina), sistêmico (Tiofanato Metílico) e de contato e ingestão (Fipronil), do grupo das estrobilurinas, benzimidazol (precursor de) e pirazol e fungicida sistêmico de contato ingredientes ativos FLUDIOXONIL e METALAXIL-M, assim possibilitando um excelente sistema de proteção na fases iniciais do desenvolvimento da cultura. Inoculação utilizara sólido turfoso, composto de substrato ultrafino.

Durante o período de desenvolvimento da cultura foram realizadas aplicações visando controle de plantas daninhas, doenças e pragas. Para o controle de plantas daninhas foi realizado aplicação pós emergente de GLIFOSATO 3 L ha^{-1} herbicida não seletivo de ação sistêmica, 0.7 L ha^{-1} herbicida composição CLETODIM do grupo químico Oxima ciclohexanodiona, com modo de ação sistêmico, pós

emergente e utilizou-se um óleo adjuvante para melhor absorção do produto a planta 0,5 L para cada 100 L de calda.

Para o controle de doenças, foram realizadas previamente duas aplicações de fungicida com fungicida sistêmico do grupo químico das Estrobilurina (picoxistrobina) e Triazol (ciproconazole), com óleo adjuvante 0,2 L para cada 100 L de calda.

No controle de pragas foi utilizado ACEFATO dose 0,75 kg ha⁻¹ um inseticida sistêmico que age por contato e ingestão, no controle de tamanduá da soja (*Sternechus subsignatus*), percevejo-marrom (*Euschistus heros*).

QUADRO 1. Dados dos insumos agrícolas utilizados na semeadura.

Safrá soja 2016/17	
Variedade	M6410 IPRO
Semeadura	01/11/2016
Adubo (N-P-K)	8-20-20
Dose (kg ha ⁻¹)	300
Herbicida	Glyphosate; 2.4D; Roundup transorb; Select one pack
Inseticida	Cruiser 350 fs; Acefato nortox
Fungicida	Standak top; Apron rfc; Aproach prima



FIGURA 3. Trator utilizado para realizar os diferentes tipos de prepare de solo, com implemento de escarificação.



FIGURA 4. Arado de disco



FIGURA 5. Grade grade destorroadora-niveladora, tipo off-set, de arrasto.



FIGURA 6. Trator e semeadora utilizados na semeadura da soja.

3.4 Componentes agronômicos

O estande de plantas foi aferido em uma marcação de dois metros delimitada com piquetes. As contagens foram realizadas na fileira central e os resultados expressos em plantas por hectare (população).

A altura de plantas foi verificada pela aferição em cinco plantas consecutivas na parcela, e os valores expressos em média por parcela.

O diâmetro do caule, foi determinado através da coleta efetuada em cinco plantas de cada parcela, tomando como base a região do colo da planta (± 5 cm de altura). Utilizou-se para medir o diâmetro do colmo, paquímetro digital com precisão de 0,1 mm.

As determinações da altura de inserção da primeira vagem (AIPV) foram avaliadas pela contagem destas em cinco plantas consecutivas na fileira central de cada parcela.

O número de vagens por planta foi avaliado pela contagem em 10 plantas consecutivas na linha central de cada parcela.

Para determinação do peso de mil sementes contaram-se ao acaso, com contador mecânico, oito repetições de 100 sementes, como o peso de mil sementes de uma amostra varia de acordo com o teor de água das sementes, realizou-se a determinação do teor de água, em seguida as sementes de cada repetição teve suas massas aferidas.

Após a coleta das plantas em uma área de quatro de comprimento em duas fileiras centrais de cada parcela (3,6 m²), as mesmas foram trilhadas e as massas aferidas separadamente e seus valores corrigidos para 13% de teor de água obtendo a produtividade.

3.5 Resistencia a penetração

Os dados de resistência mecânica a penetração (RP), foram coletados 8 pontos por parcelas nas linhas centrais, foram anotados os dados até a profundidade de 0,4 m, 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 0,01m.

Foram retiradas amostras deformadas de solo até 40 m de profundidade, de modo aleatório na área, para determinar o teor de água do solo após secagem em estufa, por 24 h a 105 °C. Sendo determinado pelo método gravimétrico. Os valores médios de umidade do solo foram próximos de 19%.

3.6 Análise dos dados

A análise dos dados foi realizada pela análise de variância, e quando significativa foi aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação de médias.

4.1 Resistência à penetração

Pode-se observar (Quadro 2) que o tratamento escarificado cruzado e o escarificado, obtiveram menor RP, seguido pelo escarificado mais gradagem. O tratamento representado por apenas uma gradagem e o sem mobilização apresentou a maior RP entre os resultados.

QUADRO 2. Síntese dos valores da análise de variância e do teste de médias para resistência do solo à penetração (MPa) no perfil de 0-40 cm.

Manejo (M)	0,00-0,40 m
PC	5,33 ab
GR	5,77 a
CM	4,03 c
EG	4,19 bc
EC	3,64 c
SM	5,50 a
Teste F	10,99**
C.V. - (%)	11,40

^{NS}: não significativo ($p > 0,05$); * : significativo ($p < 0,05$); ** : significativo ($p < 0,01$); C.V.: coeficiente de variação. Letras minúsculas na coluna e iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Sem mobilização (SM); cultivo mínimo – escarificação (CM); escarificado cruzado (EC); aração + gradagem (PC); gradagem (GR); escarificado e gradagem (EG).

O maior valor de RP na gradagem está associado ao conhecido “pé de grade”, camada compactada logo abaixo da profundidade de trabalho do equipamento, no caso da grade niveladora essa profundidade fica em torno dos 0,15 m de profundidade, situado praticamente no meio do perfil que avaliamos a resistência do solo a penetração. Fato este que pode ser explicado pelo acúmulo de cargas dos implementos que foram utilizados no preparo do solo, indicando que houve a formação de “pé de grade” resultados semelhantes foram encontrados por Raslich et al. (2008). Considerando os níveis de RP com Moraes et al. (2014) somente a escarificação cruzada apresentou valor abaixo de 4,0 MPa. Os altos valores nos sistemas com mobilização podem estar associados aos valores baixos de umidade no momento da coleta dos dados.

4.2 Componentes agronômicos

Pode-se observar que não houve diferença significativa no diâmetro do caule, altura de planta e na altura inserção da primeira vagem em relação aos diferentes tipos de preparo de solo (Quadro 3). Já a população de plantas ocorreu diferença significativa, sendo a maior população no tratamento com apenas grade, em comparação aos demais tratamentos, sendo verificado a menor população no tratamento sem mobilização, que pode estar associado a quantidade de palhada sobre o solo e a menor interação solo-semente, devido as maiores dificuldades em estabelecer essa relação em solos não mobilizados. A gradagem por ser uma operação superficial fazendo incorporação e pulverização do solo, pode facilitar o contato solo-semente favorecendo as trocas de umidade e temperatura, favorecendo o desenvolvimento inicial da cultura.

QUADRO 3. 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).

Manejo (M)	População (pl/ha)	Diâmetro (mm)	Altura de planta (cm)	AIPV (cm)
PC	228472,2 ab	9,24 a	108,85 a	14,40 a
GR	243750 a	8,29 a	99,40 a	12,30 a
CM	204513,9 bc	9,28 a	99,35 a	13,15 a
EG	214583,3 bc	8,97 a	106,0 a	13,10 a
EC	200694,4 bc	9,86 a	105,15 a	15,05 a
SM	198958,3 c	9,10 a	96,85 a	11,85 a
Teste F	8,17 **	1,51 ^{ns}	1,83 ^{ns}	2,32 ^{ns}
C.V. (%)	5,78	9,05	6,78	12,01

DMS: desvio médio significativo; ^{NS}: não significativo ($p > 0,05$); *: significativo ($p < 0,05$); **: significativo ($p < 0,01$); C.V.: coeficiente de variação. Letras minúsculas na coluna e iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Sem mobilização (SM); cultivo mínimo – escarificação (CM); escarificado cruzado (EC); aração + gradagem (PC); gradagem (GR); escarificado e gradagem (EG).

No tratamento sem mobilização esperava-se maior população de planta devido à ausência de preparo do solo, presença de palhada e maior retenção de água para a germinação da semente. Mas devido a dessecação antes da semeadura não ter controlado efetivamente a população de plantas invasoras, verificou-se dificuldade estabelecimento das plantas de soja. Assim, a maior quantidade de plantas invasoras, proporciona competição da soja por luz, água e nutrientes com a vegetação

espontânea, segundo Board e Settini (1986). O uso da roçada como alternativa de manejo é uma ferramenta extremamente interessante, aumentando o percentual de controle (DANTAS et al, 2015).

Observa-se diferença significativa sobre o número de vagens por planta, sendo o tratamento sem mobilização com o maior valor, e a gradagem o menor valor (Quadro 4). Pode-se associar esses resultados a população de plantas (Quadro 3), em que, quando há maior população de plantas o número de vagens por planta é menor, e contrário também se aplica, menor população acarreta em maior quantidade de vagens por planta. Segundo Peixoto et al. (2000), um dos componentes da produção da planta que contribui para maior tolerância à variação na população é o número de vagens por planta, que varia ao aumento ou redução da população.

QUADRO 4. Síntese dos valores da análise de variância e do teste de médias para vagens por planta, massa de 1000 grãos (M1000) e produtividade.

Manejo (M)	Vagens por planta	M1000 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
PC	76,45 ab	121,55 a	3700,76 a
GR	61,50 b	116,27 a	3415,06 a
CM	84,35 ab	110,3 a	3382,15 a
EG	75,25 ab	115,34 a	3457,5 a
EC	81,95 ab	116,89 a	3516,11 a
PC	89,90 a	116,61 a	3395,09 a
Teste F	3,55*	1,79 ^{ns}	0,3487 ^{ns}
C,V, (%)	13,28	4,62	11,65

DMS: desvio médio significativo; ^{NS}: não significativo (p>0,05); *: significativo (p<0,05); **: significativo (p<0,01); C,V,: coeficiente de variação Letras minúsculas na coluna e iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Sem mobilização (SM); cultivo mínimo – escarificação (CM); escarificado cruzado (EC); aração + gradagem (PC); gradagem (GR); escarificado e gradagem (EG),.

Não houve diferença significativa para a massa de grãos e a produtividade relacionada aos diferentes tipos de preparo de solo. Anos em que o regime hídrico é adequado, mesmo apresentado a área valores elevados de RP, não se observou efeito sobre a produtividade.

5 CONCLUSÃO

Sistemas sem mobilização do solo ou o uso de gradagem favorece o aparecimento de compactação do solo.

O maior número de vagens por planta não acarreta diretamente maior produtividade.

Em anos sem restrição de pluviosidade, mesmo com altos valores de compactação, não ocorre diminuição da produtividade.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BERTOL, I.; BEUTLER, J. F.; LEITE, D.; BATISTELA, O. Propriedades físicas de um Cambissolo Húmico afetadas pelo tipo de manejo do solo. **Ciência Rural**, Lages, v. 30, n. 1, p. 555-560, 2001.

BERTOL, I.; COGO, N. P.; LEVIEN, R. Erosão hídrica em diferentes preparos do solo logo após a colheita de milho e trigo, na presença e ausência de resíduos culturais. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, Viçosa, v21, p. 409-418, 1997.

BERTOL, I.; SCHICK, J.; MASSARIOL, J. M.; REIS, E. F.; DILLY, L. Propriedades físicas de um Cambissolo Húmico álico afetadas pelo manejo do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, p. 91-95, 2000.

BOARD, J. E.; SETTIMI, J. R. Photoperiod effect before and after flowering on branch development in determinate soybean. **Agronomy journal**, v. 78, n. 6, p. 995-1002, 1986.

BORGES, G. O. Resumo histórico do plantio direto no Brasil. **In: PLANTIO direto no Brasil. Passo Fundo**, Aldeia Norte, Embrapa-CNPT/Fundacep Fecotrigo/Fundação ABC, p.13-18, 2011.

BRADY, N. C.; WEIL, R.R. **Elementos da natureza e propriedades do solo**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, p.686, 2013.

BUSSCHER, W. J.; BAUER, P. J.; CAMP, C. R.; SOJKA, R. E. Correction of cone index water content differences in a Coastal Plain soil. **Soil and Tillage Research**, v.43, p.205-217, 1997.

CAMARA, R. K.; KLEIN, V. A. Propriedades físico-hídricas do solo sob plantio direto escarificado e rendimento da soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, p.813-819, 2005

CARVALHO, G. J.; CARVALHO, M. P.; FREDDI, O. S.; MARTINS, M. V. Correlação da produtividade do feijão com a resistência à penetração do solo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina grande, v.10, p.765-771, 2006.

CAVALCANTE, T. **Conab revisa previsão e safra 2015/2016 deve chegar a 209 milhões toneladas**. EBC - Agência Brasil. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_06_08_09_02_48_boletim_graos_junho_2017.pdf> Acesso em: 18 set. 2016.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – **Acompanhamento da safra brasileira de grãos safra 2016/2017**, v.4, n.11, agosto2017.

D'ANDRÉA, A.F.; SILVA, M.L.N.; CURI, N. & FERREIRA, M.M. Atributos de agregação indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região dos cerrados no sul do estado de Goiás. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Lavras, v. 26, p. 1047-1054, 2002

DANTAS, G.; MESCHEDÉ, D. K.; SAMABATTI, V. C.; AZEVEDO, G.; VANZELLA, L.; DENADAI, J.; GAZZIERO, D. P.; Roçada como ferramenta no controle do capim amargoso (*Digitaria insularis*) resistente ao Glyphosate na cultura da soja. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA**, 7; MERCOSOJA, 2015, Florianópolis. Tecnologia e mercado global: Perspectivas para soja: Anais. Londrina: Embrapa Soja, 2015.

DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R.A.; FAGANELLO, A. e SATTTLER, A. Evolução da área cultivada sob sistema plantio direto no Rio Grande do Sul. Passo Fundo: **Embrapa Trigo**, 2001. 32p. (Embrapa Trigo. Documentos, 29).

FERREIRA, M. M. In: **Física do Solo**. 1. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. 298 p.

FREDDI, O. S.; CARVALHO, M. P.; VERONESI JÚNIOR, V.; CARVALHO, G. J. Produtividade do milho relacionada com a resistência mecânica à penetração do solo sob preparo convencional. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, p. 113-121, 2006.

GIRARDELLO, V. C.; AMADO, T. J. C.; SANTI, A. L.; CHERUBIN, M. R.; KUNZ, J.; TEIXEIRA, T. G. Resistência à penetração, eficiência de escarificadores mecânicos e produtividade da soja em latossolo argiloso manejado sob plantio direto de longa duração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Santa Maria, v. 38, p. 1234 - 244, 2014.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. **Evolução e perspectiva de desempenho econômico associados com a produção de soja nos contextos mundial e brasileiro**. 3. ed. Londrina: Embrapa Soja, (Documentos/Embrapa Soja, ISSN 2176-2937; n. 319), 2011.

KLEIN, V.A. e BOLLER, W. Avaliação de diferentes manejos de solo e métodos de semeadura em áreas sob sistema de plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.25, p. 395-398, 1995.

KLEIN, V. A.; CAMARA, R. K. Rendimento da soja e intervalohídrico ótimo em Latossolo Vermelho sob plantio direto escarificado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Passo Fundo, v. 31, p. 221-227, 2007.

LIMA, C. L.R.; 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, p. 89-98, 2010.

MORAES, M. T.; DEBIASI, H.; CARLESSO, R.; FRANCHINI, J. C.; SILVA, V. R. Critical limits of soil penetration resistance in a rhodic Eutrudox. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.38, n.1, p.288-298, 2014.

MORAES, B. M. M.; FILHO, R. B.; VIEIRA, K. M.; CERETTA, P. S. Análise de casualidade de preços no mercado internacional da soja. **Revista Desenvolvimento em questão**, n34, p.301-319, abril/junho, 2016.

MÜLLER, J. **Atributos físicos do solo e produtividade da soja em função de doses de resíduos vegetais e tráfego de máquinas em semeadura direta**. 2011. 71 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do solo) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

OLIVEIRA, F. H. T.; NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; CANTARUTTI, R.B. e BARROS, N.F. Fertilidade do solo no sistema plantio direto. *Tópicos em Ciência do Solo*, Viçosa, v. 2, p.393-486, 2002

PEIXOTO, C.P.; CÂMARA, G.M.S.; MARTINS, M.C.; MARCHIORI, L.F.S.; GUERZONI, R.A.; MATTIAZZI, P. Épocas de semeadura e densidade de plantas de soja: I. Componentes da produção e rendimentos de grãos. Piracicaba: **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 89 - 96, 2000.

PERERA, L. C. J. Competitividade da soja brasileira para exportação. 2003. 20 f. **Cadernos de Pós-Graduação em Administração de Empresas**, São Paulo, v.3, n.1, p. 39 – 58, Mackenzie, 2003. Disponível em: <http://www.mackenzie.br/fileadmin/Pos_Graduacao/Doutorado/Administracao/Vol um e_3/Competitividade.pdf>.

RALISCH, R.; MIRANDA, R. M.; OKUMURA, R. S.; BARBOSA, G. M. C.; GUIMARÃES, M. F. SCOPEL, E.; BALBINO, L. C. Resistência à penetração de um Latossolo VermelhoAmarelo do Cerrado sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande-PB, v. 12, n.4, p. 381-384, 2008

REICHERT, J. M; SUZUKI, L. E. A. S; REINERT, D. J. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 5, p. 49-134, 2007.

REICHERT, J.M.; KAISER, D.R.; REINERT, D.J.; RIQUELME, F.B. Variação temporal de propriedades físicas do solo e crescimento radicular de feijoeiro em quatro sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, p. 310- 319, 2009.

ROESSING, A. C.; MENEGHELO, D. G. Perspectiva de crescimento da produção de soja no Mato Grosso frente a política de subsídios dos Estados Unidos. Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil – 2001/2002. **Embrapa Soja**, Londrina, 267p, 2001.

SATO, T.; Qadir, M.; Yamamoto, S.; Endo, T. Zahoor, A. Global, regional, and country level need for data on wastewater generation, treatment, and use. **Agricultural Water Management**, V.130, p. 1 – 13, 2012.

STOLF, R.; FERNANDES, J.; FURLANI-NETO, V. L. Recomendação para uso do penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar-Stolf. **STAB. Açúcar, Álcool & Subprodutos**, v. 1, n. 3, p. 18-23, 1983.

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.

STONE, L. F.; GUIMARÃES, C. M.; MOREIRA, J. A. A. Compactação do solo na cultura do feijoeiro - I: Efeitos nas propriedades físico-hídricas do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, p. 207-212, 2002.

SECCO, D.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; SILVA, V. R. Atributos físicos e rendimento de grãos de trigo, soja e milho em dois Latossolos compactados e escarificados. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, p.58-64, 2009.

TAYLOR, H. M., ROBERTSON, G. M., PARQUER, J. J. Soil strength root penetration relations for medium to coarse textured soil materials. **Soil Science**, New York, v. 102, p. 18-22, 1966.

TORMENA, C. A.; ROLOFF, G. Dinâmica da resistência à penetração de um solo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 20, n. 2, p. 333-339, 1996

TORMENA, C.A.; SILVA, A.P. & LIBARDI, P.L. Soil physical quality of a Brazilian Oxisol under two tillage systems using the least limiting water range approach. **Soil Till. Res.**, v.52, p. 223-232, 1999.

VIANA, J. G. A.; SILVEIRA, V. C. P. Análise econômica e custos de produção aplicados aos sistemas de produção de ovinos. **CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, XLVI**, Rio Branco, 2008. Anais... Rio Branco: SBE, 2008. (CD-ROM).