



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE ENGENHARIA – CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Sistemas de Produção

**ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DO SOLO E DESEMPENHO AGRONÔMICO
DA CULTURA DA SOJA SUBMETIDO A SISTEMAS DE MANEJOS E RESIDUAL
DE GESSO**

LEANDRO ALVES FREITAS

ORIENTADOR: PROF. DR. LUIZ MALCOLM MANO DE MELLO

Ilha Solteira – SP

2015



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE ENGENHARIA – CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Sistemas de Produção

**ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DO SOLO E DESEMPENHO AGRONÔMICO
DA CULTURA DA SOJA SUBMETIDO A SISTEMAS DE MANEJOS E RESIDUAL
DE GESSO**

LEANDRO ALVES FREITAS

Orientado

PROF. DR. LUIZ MALCOLM MANO DE MELLO

Orientador

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia – UNESP, Campus de Ilha Solteira, para obtenção do título de Mestre em Agronomia
Especialidade: Sistemas de Produção.

Ilha Solteira – SP

2015

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

Freitas, Leandro Alves.

F866a Atributos físicos e químicos do solo e desempenho agrônômico da cultura da soja submetido a sistemas de manejos e residual de gesso / Leandro Alves
Freitas. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2015

50 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2015

Orientador: Luiz Malcolm Mano de Mello

Inclui bibliografia

1. Manejo do solo. 2. Gesso agrícola. 3. Atributos físicos químicos.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Atributos Físicos e Químicos do Solo e desempenho Agronômico da Cultura da Soja
Submetido a Sistemas de Manejos e Residual de Gesso

AUTOR: LEANDRO ALVES FREITAS

ORIENTADOR: Prof. Dr. LUIZ MALCOLM MANO DE MELLO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA,
Área: SISTEMAS DE PRODUÇÃO, pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. LUIZ MALCOLM MANO DE MELLO

Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha
Solteira


Prof. Dr. ELCIO HIROYOSHI YANO

Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha
Solteira


Prof. Dr. RONALDO CINTRA LIMA

Coordenadoria de Curso de Engenharia Agronômica / Unidade de Dracena

Data da realização: 24 de fevereiro de 2015.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista, Campus de Ilha Solteira, Curso de Pós- graduação em Agronomia (Sistemas de Produção) pela estrutura e aprendizado oferecido.

Aos meus pais **Juvenal Teixeira de Freitas** e **Antonia de Fátima Alves Freitas** ao meu irmão **Leonardo Alves Freitas** e minha avó **Sebastiana Leal de Oliveira** pelo apoio, confiança e que indiretamente participaram desta conquista.

Ao meu orientador **Prof. Dr. Luiz Malcolm Mano de Mello** pela receptividade, paciência, credibilidade, dedicação, amizade e transmissão de conhecimento profissional e pessoal.

Ao **Prof. Dr. Elcio Hiroyoshi Yano** pela amizade, ajuda, e transmissão de conhecimento profissional e pessoal.

Ao meu Amigo **Prof. Dr. Marcelo Carvalho Minhoto Filho** pela ajuda nos trabalhos e artigos, principalmente na parte estatística.

Aos técnicos da fazenda que colaboraram para execução do experimento, **Cesar, Juliano, Baiano, Polaco, Ailtom, Alexandre, Alvino** pela amizade, força e agilidade no trabalho.

Aos técnicos dos laboratórios de Física do Solo, Fertilidade do Solo, **Valdivino** pela amizade e auxílio nas coletas das amostras em campo.

Aos meus colegas **Donário Teixeira, Eduardo Masunari, Ronaldo Chagas e Fábio Henrique**, convivência durante a execução dos nossos experimentos e que muito me ajudaram nas avaliações de campo, contribuíram na condução do projeto e tornaram o tempo na fazenda mais agradável.

Aos meus amigos **Stella Leal, João Édino, Cássia Gracia**, pela amizade e que participaram em algum momento da realização do trabalho.

MUITO OBRIGADA!

RESUMO

O uso do solo para produção agrícola no cerrado se estabeleceu, com sistemas de preparo intensivo. Porém, com a intensificação do preparo, os atributos físicos e químicos do solo foram alterados conforme o manejo aplicado. Com o intuito de se conhecer e entender a influência de algumas seqüências de manejo do solo combinado com o uso do gesso agrícola. Foi realizado este trabalho durante os anos agrícolas 2011 a 2013 em sucessão das culturas de milho no inverno e soja no verão na área experimental da Fazenda de Pesquisa e Extensão Unesp, Campus de Ilha Solteira - SP. O solo foi classificado Latossolo Vermelho Distroférrico, textura argilosa (EMBRAPA, 2013). O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, combinando de quatro sistemas de cultivo: Semeadura Direta Contínua (SPD-SPD) e Alternada (SPD-CM), Cultivo Mínimo Contínuo (CM-CM) e Alternado (CM-SPD) com ou sem o uso de gesso, e quatro repetições. Foram avaliadas as características físicas, macroporosidade (Ma), microporosidade (Mi), porosidade total (Pt) e densidade do solo (Ds) e químicas (P; M.O; P.H; k; Ca; Mg; H+Al; Al; V(%)) do solo, bem como as características agronômicas da cultura da soja.

Os resultados desmontaram que o sistema de plantio direto contínuo obteve as melhores características físicas, químicas do solo e agronômicas da soja, por apresentar uma melhor manutenção de agregados e poros estáveis ao longo do tempo em perfil, ainda possibilitando aumento na porosidade total (Pt) e diminuição da densidade do solo (Ds) com o uso do gesso. Também, com poucas variações nos atributos químicos, obtendo valores mais estáveis nas duas safras e profundidades, com os maiores valores para a matéria orgânica (M.O), potássio(K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), e um dos valores mais baixo para o alumínio (Al). O gesso proporcionou melhores disponibilidades de nutrientes em perfil do solo independentemente do manejo de solo empregado. Ainda em plantio direto, este proporcionou os maiores valores para a população inicial, final, massa de grãos e produtividade nas duas safras de soja, mas não obteve os maiores valores para o índice de sobrevivência, número de vagens por planta. O uso do gesso agrícola somente proporcionou diferença no número de vagens por planta na primeira safra e na massa de grãos na segunda safra.

Palavras chave: Manejo de solo. Atributos do solo. Gesso agrícola

ABSTRACT

The land use for agricultural production in the cerrado was established, with intensive tillage systems. However, with the intensification of preparation, physical and chemical soil properties were changed as management applied. In order to know and understand the influence of some handling sequences of combined soil with the use of gypsum.

We carried out this work during the growing 2011 to 2013 in succession of the corn and soybean crops in the winter in the summer at the Experimental Farm Research & Extension UNESP, Ilha Solteira - SP. The soil was classified Hapludox, clayey (EMBRAPA, 2013). The experimental design was a randomized block design, combining four cultivation systems: direct sowing Continuous (SPD-SPD) and Alternate (SPD-CM), Minimum Cultivation Continuo (CM-CM) and Alternate (CM-SPD) with or without the use of plaster, and four replications. The physical characteristics were evaluated macroporidade (Ma) and micro (Mi), total porosity (Pt) and bulk density (Ds) and chemical (P; MO; PH; k; Ca, Mg, H + Al, Al, V (%)) of the soil and the agronomic characteristics of the soybean crop.

The results dismantled no-tillage system still got the best physical, chemical soil and agronomic soybean, due to its better maintenance of stable aggregates and pores over time in profile, still allowing an increase in total porosity (Pt) and decreased soil bulk density (Ds) with the use of gypsum. Also, with few variations in chemical properties, obtaining more stable values in the two seasons and depths, with the highest values for organic matter (MO), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), and one of the values lower for aluminum (Al). The gypsum provided better nutrient availability in the soil profile regardless of the employee soil management. Also in the till and this gave the highest values for the initial population, end, grains and productivity in two soybean crops, but did not get the highest values for the survival rate, number of pods per plant. The use of gypsum provided only difference in the number of pods per plant in the first harvest and grain yield in the second harvest

Keywords: Soil management. Physical and chemical soil. Gypsum

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Caracterização química do solo da área experimental, nas profundidades de 0,0-0,15, 0,15-0,30 m, antes da instalação do ensaio, Selvíria-MS.....	18
Tabela 2	Caracterização física do solo da área experimental, nas profundidades de 0,0-0,10, 0,10-0,20 m, antes da instalação do ensaio, Selvíria-MS.....	19
Tabela 3	Valores médios para a microporosidade (mi), macroporosidade (ma), porosidade total (Pt) e densidade do solo (Ds) em função dos manejos do solo e gesso, na primeira safra de soja na profundidade de 0,0 -0,10 m.....	25
Tabela 4	Valores médios para a microporosidade (mi), macroporosidade (ma), porosidade total (Pt) e densidade do solo (Ds) em função dos manejos do solo e gesso, na segunda safra de soja na profundidade de 0,0 -0,10 m.....	27
Tabela 5	Valores médios obtidos no desdobramento da macroporosidade (ma), porosidade total (Pt) e densidade do solo (Ds) em função dos manejos do solo e gesso, na primeira safra de soja na profundidade de 0,0 -0,10 m.....	28
Tabela 6	Valores médios para a microporosidade (mi), macroporosidade (ma), porosidade total (Pt) e densidade do solo (Ds) em função dos manejos do solo e gesso, na primeira safra de soja na profundidade de 0,10 - 0,20 m.....	29
Tabela 7	Valores médios para a microporosidade (mi), macroporosidade (ma), porosidade total (Pt) e densidade do solo (Ds) em função dos manejos do solo e gesso, na segunda safra de soja na profundidade de 0,10 -0,20 m.....	30
Tabela 8	Valores médios obtidos para fósforo (P), matéria orgânica (M.O), potencial hidrogênio (pH), potássio (k), cálcio (Ca), magnésio (Mg), acidez potencial (H+Al), alumínio (Al) e saturação de bases (V%), em função dos manejos de solo e gesso na primeira safra de soja, na profundidade de 0,0-0,15 m...	31
Tabela 9	Valores médios obtidos para fósforo (P), matéria orgânica (M.O), potencial hidrogênio (pH), potássio (k), cálcio (Ca), magnésio (Mg), acidez potencial (H+Al), alumínio (Al) e saturação de bases (V%), em função dos manejos de solo e gesso na segunda safra de soja, na profundidade de 0,0-0,15 m..	32
Tabela 10	Valores médios obtidos no desdobramento da matéria orgânica (M.O), potássio (k), alumínio (Al) e saturação de bases (V%), em função dos manejos de solo e gesso na primeira safra de soja, na profundidade de 0,0-0,15 m.....	33
Tabela 11	Valores médios obtidos para fósforo (P), matéria orgânica (M.O), potencial hidrogênio (pH), potássio (k), cálcio (Ca), magnésio (Mg), acidez potencial (H+Al), alumínio (Al) e saturação de bases (v%), em função dos manejos de solo e gesso na primeira safra de soja, na profundidade de 0,15-0,30 m	34

Tabela 12	Valores médios obtidos para fósforo (P), matéria orgânica (M.O), potencial hidrogênio (pH), potássio (k), cálcio (Ca), magnésio (Mg), acidez potencial (H+Al), alumínio (Al) e saturação de bases (V%), em função dos manejos de solo e gesso na segunda safra de soja, na profundidade de 0,15-0,30 m	35
Tabela 13	Valores médios obtidos no desdobramento do fósforo (P), potássio (k), cálcio (Ca), magnésio (Mg), em função dos manejos de solo e gesso na primeira safra de soja, na profundidade de 0,15-0,30 m.....	36
Tabela 14	Valores médios obtidos no desdobramento da acidez potencial (H+Al), alumínio (Al) e saturação de bases (V%), em função dos manejos de solo e gesso na primeira safra de soja, na profundidade de 0,15-0,30 m.....	37
Tabela 15	Valores médios obtidos no desdobramento da fósforo (P), cálcio (Ca), acidez potencial (H+Al), em função dos manejos de solo e gesso na segunda safra de soja, na profundidade de 0,15-0,30 m.....	38
Tabela 16	Valores médios obtidos no desdobramento do alumínio (Al) e saturação de bases (V%) em função dos manejos de solo e gesso na segunda safra de soja, na profundidade de 0,15-0,30 m.....	38
Tabela 17	Valores médios obtidos para população inicial – P.I e população final – P.F, (nº de plantas ha-1), Índice de sobrevivência – I.S (%) e altura de plantas – A.P(m) em função do manejo de solo e o uso de gesso na primeira safra de cultivo.....	39
Tabela 18	Valores médios obtidos para população inicial – P.I e população final – P.F, (nº de plantas ha-1), Índice de sobrevivência – I.S (%) e altura de plantas – A.P(m) em função do manejo de solo e o uso de gesso na segunda safra de cultivo.....	40
Tabela 19	Valores médios obtidos no desdobramento do Índice de sobrevivência – I.S (%) em função do manejo de solo e gesso na segunda safra de soja.....	41
Tabela 20	Valores médios obtidos para o numero de vagem por planta – N. V.P, altura da inserção da 10 vagem - A.I.V (m), massa de 100 grãos – M.G(g) e produtividade de grãos P.G (kg ha-1) para os manejos de solo e gesso na primeira safra de soja.....	42
Tabela 21	Valores médios obtidos para o numero de vagem planta – N. V.P, altura da inserção da 10 vagem - A.I.V (m), massa de 100 grãos – M.G(g) e produtividade de grãos P.G (kg ha-1) para os manejos de solo e gesso na segunda safra de soja.....	43
Tabela 22	Valores médios obtidos no desdobramento do numero de vagem planta – N. V.P em função do manejo de solo e gesso na primeira safra de soja.....	44

LISTA DE FIGURAS E QUADROS

Figura 1	Valores médios da precipitação pluvial (mm), temperatura máxima, mínima e média (°c) do período de novembro de 2011 a abril de 2013 Selvíria- MS	19
Figura 2	Croqui da área experimental cultivo de milho inverno 2012 e 2013.....	22
Figura 3	Croqui da área experimental cultivo de soja verão 2011/2012 e 2012/2013.....	23
Quadro 1	Relação das maquinas e os equipamentos utilizados na instalação e condução dos experimentos desde 2011 a 2013.....	19

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
	REVISÃO DE LITERATURA	
2.1	Estrutura do Solo	12
2.2	Sistema de Cultivo Mínimo	14
2.3	Sistema de Plantio Direto	14
2.4	Gesso Agrícola	16
3.	MÉTODOS	
3.1	Área Experimental	18
3.2	Máquinas e Equipamentos Utilizados	18
3.3	Insumos Utilizados	19
3.3.1	<i>Sementes</i>	19
3.3.2	<i>Fertilizantes</i>	20
3.3.3	<i>Defensivos Agrícolas</i>	20
3.3.4	<i>Tratamentos de sementes</i>	20
3.4	MATERIAIS	
3.4.1	<i>Delineamento</i>	20
3.4.2	Descrição dos tratamentos	
3.4.2.1	<i>safrade inverno 2011</i>	21
3.4.2.2	<i>safrade verão 2011/2012</i>	21
3.4.2.3	<i>safrade inverno 2012</i>	22
3.4.3	<i>Determinação dos Atributos Físicos do Solo</i>	23
3.4.4	<i>Determinação dos Atributos Químicos do Solo</i>	24
3.4.5	<i>Avaliações e Componentes de Produção na Cultura da Soja</i>	24
4	RESULTADO E DISCUSSÃO	
4.1	Resultado e Discussão da Física do Solo	25
4.2	Resultado e Discussão dos Atributos Químicos do Solo	31
4.3	Resultados Fitotécnicos da Cultura da Soja	39
5	CONCLUSÕES	45
	REFERÊNCIAS	46

1 INTRODUÇÃO

O uso do solo para produção agrícola no cerrado se estabeleceu, nos últimos 30 anos. Esse processo ocorreu com o emprego de sistemas de preparo intensivo do solo, como a grade e o arado, tecnologia usada nos anos de 70 e 80 em solos temperados, o que era uma boa opção para a exposição do solo aos raios solares na primavera visando o degelo e estabelecimento da cultura de verão, mas quando estes implementos foram utilizados em solos tropicais e subtropicais foi observados vários problemas causando danos ambientais.

Os sistemas de preparo do solo podem afetar os seus atributos químicos, físicos e biológicos e conseqüentemente, a viabilidade dos sistemas de produção (DEBIASI, 2013). Outro efeito negativo associado à mobilização excessiva do solo é o aumento da taxa de decomposição dos resíduos vegetais (GONÇALVES, 2010) e de mineralização da matéria orgânica. Geralmente esse processo é agravado pelo constante uso de implementos e tráfego agrícola utilizados no preparo.

Uma das limitações encontradas pelo produtor a manter o grande potencial produtivo nos sistemas de manejo é a compactação considerada fator adverso para o desenvolvimento da planta, afetando a germinação das sementes e emergências das plantas e crescimento das raízes, mas que pode ser avaliada por meio de algumas propriedades físicas, tais como, densidade do solo e resistência do solo à penetração. A compactação do solo ocorre nas camadas superficiais, devido, principalmente, ao tráfego de máquinas, e implementos em condições de alto teor de água no solo ou por mobilizá-lo somente na linha de semeadura. A degradação acelerada dos recursos naturais é uma das conseqüências da utilização intensiva do solo através de manejos denominados convencionais Seki et al., (2010).

A aplicação de gesso agrícola possibilita melhores condições do subsolo, podendo atuar, de certa forma, como descompactante do solo (RAIJ, 2008), ambiente que geralmente é pouco favorável às raízes. A formação de complexos químicos com o alumínio torna-o menos disponível para as plantas. Por ter alta solubilidade no solo, o gesso fornece rapidamente o cálcio, que pode ser lixiviado em profundidade, melhorando a fertilidade e aumentando a exploração das raízes. (OLIVEIRA, 2013).

Considerando a importância de se conhecer e entender a influência do manejo do solo combinado com o uso do gesso agrícola, realizou-se esse trabalho com os objetivos de avaliar os atributos físicos do solo e o desempenho agrônômico da cultura da soja por dois anos de cultivo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Estrutura do solo

A estrutura do solo tem sido considerada um bom indicador de qualidade do solo, por influenciar direta ou indiretamente importantes processos e fenômenos de importância agronômica e ambiental que ocorrem no solo, como retenção e infiltração de água, susceptibilidade à erosão, aeração, atividade microbiana, dentre outros.

O desenvolvimento da estrutura do solo necessita primordialmente da atração das partículas primárias que compõe o solo (argila, silte e areia). Esse processo é denominado de agregação do solo, sendo influenciado por agentes de ligação, como a matéria orgânica, pela atividade de microrganismos, ação de raízes, ciclos de umedecimento e secagem. Sendo a flocculação de partículas do solo o primeiro passo para que ocorra agregação, qualquer prática que altere o balanço de cargas elétricas no solo irá afetar a estrutura do solo.

De acordo com Centurion et al. (2007), as modificações que ocorrem na estrutura dos solos do Cerrado oriundas do intenso preparo do solo foram evidenciadas por alterações nos valores de densidade do solo, porosidade total, porosidade de aeração, armazenagem e disponibilidade de água às plantas, assim como a consistência e a máxima compactabilidade do solo.

Os atributos físicos do solo são bons indicadores de sua qualidade e permitem o monitoramento de áreas que sofreram algum tipo de interferência, determinando o melhor uso daquele, que provoca menor degradação. Entre esses atributos, destacam-se a densidade do solo, a porosidade, a resistência mecânica do solo à penetração, a estabilidade de agregados e a infiltração de água no solo, considerando também a classe textural. Esse tipo de avaliação é bastante usado para medir-se a evolução da estrutura de um dado solo quando submetido a diferentes sistemas de manejo (SOUZA, 2005).

O uso principal da densidade do solo é como indicador da compactação, sendo medidos pelas alterações da estrutura e porosidade do solo. A densidade do solo tende a aumentar com o aumento da profundidade no perfil, isto se deve, provavelmente, ao menor teor de matéria orgânica, menor agregação, pouca quantidade de raízes e compactação causada pela massa das camadas superiores (REINERT; REICHERT, 2006).

De maneira geral, com relação à porosidade total, considera-se um solo ideal aquele que apresenta 50% do seu volume total como sendo espaço poroso (CAMARGO; ALLEONI, 1997). Cavenage et al. (1999) verificou em estudo que o uso intensivo dos Latossolos

Vermelho no nordeste do Estado de São Paulo com a cana-de-açúcar, com preparo superficial excessivo e queima dos resíduos, modificou significativamente as propriedades físicas do solo. As principais alterações foram evidenciadas pela diminuição do volume de macroporos, do tamanho de agregados, da taxa de infiltração de água no solo e pelo aumento da resistência à penetração de raízes e da densidade do solo.

O estudo de atributos do solo tem demonstrado dependência espacial freqüente, dos atributos químicos e físicos do solo. Atributos como densidade e porosidade total mostram quando um solo apresenta condições adequadas ao desenvolvimento e à exploração das raízes, indicando se há problemas de compactação (RAMIREZ-LOPEZ et al., 2008). Conforme Souza et al. (2004), os atributos físicos do solo variam entre pontos relativamente próximos em áreas de mesma unidade taxonômica, muitas vezes de forma significativa.

Vieira & Klein (2007) relataram que dentre os componentes do manejo, o preparo do solo é o que mais influi em seu comportamento físico, visto que atua diretamente em sua estrutura, causando modificações na porosidade e densidade, que afetam a retenção de água e a resistência mecânica. Entretanto, as medidas corretivas, aplicadas em situações relacionadas a problemas físicos do solo, são resolvidas por meio de práticas de mecanização usualmente realizadas de forma inadequada, sem considerar a inerente dependência espacial das propriedades físicas dos solos (RAMIREZ-LOPEZ et al., 2008).

Os solos sob Cerrado normalmente apresentam problemas de acidez subsuperficial, e a incorporação profunda de calcário para controlar essas condições nem sempre é viável nas áreas de cultivo. Assim, camadas mais profundas do solo, abaixo de 40 cm, podem continuar com excesso de alumínio tóxico, associado ou não à deficiência de cálcio, mesmo que se tenha efetuado calagem considerada adequada. Conseqüentemente, as raízes da maioria das espécies cultivadas desenvolver-se-ão apenas na camada superficial. Esse problema, aliado à baixa capacidade de retenção de água desses solos, pode causar diminuição na produção das plantas, principalmente nas regiões onde é mais freqüente a ocorrência de veranicos (SOUSA ; LOBATO, 1996).

A utilização de calcário pode ter sua ação limitada ao local de aplicação, não tendo efeito rápido na redução da acidez de camadas mais profundas, que dependem da lixiviação de carbonatos através do perfil do solo. O tempo de reação da calagem pode variar em função da dose aplicada, (CAIRES, 2000).

O autor discorre ainda no tocante ao calcário aplicado na superfície, o qual apresentou efeito mais lento, promovendo aumento do pH, cálcio, magnésio e saturação por bases e

maior redução na acidez potencial somente após 28 meses. A acidez potencial é função do conteúdo de $(H+Al^{3+})$, e essa pode influenciar na disponibilidade de alguns nutrientes e na atividade microbiana. O alumínio é o principal elemento associado ao efeito negativo da acidez do solo sobre as plantas (RAIJ, 2008).

2.2 Sistema de cultivo mínimo

De acordo com a Embrapa Centro de Pesquisa de Arroz e Feijão (2005) o cultivo mínimo consiste no revolvimento mínimo do solo e na manutenção dos resíduos vegetais, realizando-se escarificações e gradagens leves. Dentre as vantagens de se implantar o cultivo mínimo, AMARAL SOBRINHO; MAZUR (2008), citam a redução da erosão, evita a degradação do solo e melhora a produtividade das culturas. Além dessas vantagens, SANTIAGO;ROSSETTO (2007a) relatam a redução do uso de máquinas em relação ao sistema de preparo convencional, o controle de plantas daninhas, como a tiririca (*Cyperus rotundus*) e a grama-seda (*Cynodon dactylon*). Porém esses autores afirmam que algumas plantas daninhas são favorecidas pelo novo sistema de cultivo, como as cordas-de-viola (*Ipomoea grandifolia*).

Em sistemas de cultivo mínimo e ausência de preparo do solo, a descompactação do solo pode ser promovida por processos mecânicos e/ou biológicos. No método mecânico, dá-se preferência para implementos com hastes, pois operam abaixo da camada compactada, possuem menor superfície de contato e apresentam menor desagregação e mobilização do solo, mantendo grande parte das vantagens promovidas pelo SPD (VERNETTI JÚNIOR ; GOMES, 1999). Considerado um implemento de manejo conservacionista, os escarificadores são preferencialmente indicados para a descompactação mecânica, devido à formação de fissuras com mínima mobilização do solo, mantendo grande parte da cobertura morta e com pequeno impacto nos teores de matéria orgânica (TORRES et. al., 1998), além de proporcionar alta rugosidade da superfície do terreno (SECCO; REINERT, 2004), reduzindo o escoamento superficial (VAZQUEZ ; DE MARIA, 2003).

2.3 Sistema de plantio direto

O Sistema de plantio direto (SPD) pode ser definido como um sistema conservacionista do solo, em que a colocação da semente é realizada em sulco ou cova em

solo não revolvido, o qual deve ter largura e profundidade suficientes para a adequada cobertura e contato das sementes com o solo.

Segundo Embrapa Centro de Pesquisa de Milho e Sorgo (2006) o plantio direto é uma interação entre diferentes fundamentos. O primeiro é o mínimo revolvimento do solo, que evita o selamento superficial, decorrente do impacto das gotas de chuva; conseqüentemente reduz-se o escoamento superficial e aumenta a infiltração, reduzindo drasticamente a erosão. Há maior manutenção da estabilidade de agregados, melhorando a estrutura do solo, evitando compactação subsuperficial. Reduz-se as perdas de água por evaporação, aumentando a disponibilidade de água para as plantas e a manutenção da matéria orgânica do solo.

O segundo fundamento refere-se à formação e manutenção da cobertura morta. Como vantagem dessa cobertura tem-se a proteção contra o impacto das gotas de chuva, reduz o escoamento superficial, o transporte de sedimentos e, conseqüentemente, a erosão. Atua ainda na proteção do solo contra o efeito dos raios solares, reduzindo a evaporação, a temperatura e a amplitude térmica do solo e a ação de ventos. Com a sua decomposição, incorpora matéria orgânica ao solo, necessária a uma maior atividade microbiana, conseqüentemente uma maior reciclagem de nutrientes. Além disso, auxilia no controle de plantas daninhas, pela supressão ou efeito alelopático.

As condições térmicas do solo também podem ser afetadas pelo sistema de manejo. Costa et al. (2003) verificaram reduções de 13% nas temperaturas máximas em um sistema de semeadura direta, em comparação com o preparo convencional. Martorano et al. (2009) reportaram que em períodos de secagem e com baixo índice de área foliar da soja, menores temperaturas máximas e menores amplitudes térmicas no solo se apresentam como indicadores indiretos de maiores estoques de água no solo no sistema plantio direto, em comparação com o preparo convencional.

Uma das principais razões da implantação do sistema de plantio direto é a redução da erosão do solo. Isso é demonstrado no trabalho de Cogo et al. (2003). Os autores verificaram que as perdas de solo por erosão hídrica foram as mais elevadas no preparo convencional, intermediárias no preparo reduzido e mais baixas na semeadura direta. Núñez et al. (2003) trabalhando com três métodos de aração e o cultivo mínimo, concluíram que o último mostrou ser o método de preparo do solo mais eficiente diminuindo, significativamente as perdas de solo e fósforo por erosão. Rodrigues (2005) também demonstra que a adoção do plantio direto nas culturas de soja e milho possui maior eficácia na redução do processo erosivo dos solos.

2.4 Gesso agrícola

A degradação química do solo pode ser mais facilmente contornada quando se restringe apenas na camada superficial, entretanto a acidez elevada, a baixa disponibilidade de nutrientes e elevados teores de alumínio em profundidade pode limitar o desenvolvimento radicular prejudicando absorção de água e nutrientes, com reflexos negativos na produtividade das culturas. O gesso agrícola por ser mais solúvel quando comparado com o calcário poderá auxiliar na solução ou atenuar os efeitos da baixa fertilidade das camadas subsuperficiais do solo (SOUSA et al., 1996).

O emprego do gesso agrícola tem inúmeras utilizações, destacando-se o efeito fertilizante pelo fornecimento de cálcio e enxofre, redução da sodicidade, condicionador de superfície e esterco, e preventivo de enfermidades de plantas (VITTI et al., 2008). A relação gesso agrícola e calcário pode compensar o efeito reduzido do calcário apenas no local de aplicação, pois o gesso agrícola atuará no subsolo, nos primeiros anos de cultivo, sem necessidade de incorporação prévia (CAIRES et al., 2003)

A aplicação de gesso agrícola diminui, em menor tempo, a saturação do alumínio nas camadas mais profundas. Desse modo, criam-se condições para o sistema radicular das plantas se aprofundarem no solo e, conseqüentemente, minimizar o efeito de veranicos. Deve ficar claro, porém, que o gesso não neutraliza a acidez do solo (EMBRAPA, 2004).

Favaretto et al. (2008), estudaram os efeitos de gesso em um solo cultivado com milho e observaram que a adição de gesso ao solo diminuiu a lixiviação de fósforo e potássio e aumentou a concentração de cálcio. Entretanto, são escassos os estudos sobre os efeitos, nas propriedades químicas do solo, da aplicação de gesso em plantio direto e plantio convencional após período razoavelmente longo de implantação dos sistemas de manejo.

No sistema plantio direto diversos trabalhos têm demonstrado que o efeito da calagem aplicada na superfície para a correção das camadas subsuperficiais varia com a dose e granulométrica do produto; forma de aplicação; tipo de solo; condições climáticas, especialmente regime hídrico; sistema de cultivo; e tempo decorrido da aplicação (OLIVERIA; PAVAN, 1996; CAIRES et al., 1999, 2000, 2003, 2005; RHEINHEIMER et al., 2000), o que torna a eficiência dessa prática controversa, particularmente na correção da acidez do subsolo.

Oliveira et al. (2004), avaliando um Latossolo Vermelho após 20 anos de cultivo notaram que o teor de P reduziu na profundidade de 0,10-0,20 m no sistema de semeadura direta, entretanto discorda dos valores verificados no por Costa et al (2006), em que foi obtido diferença entre os sistemas de manejo após longo período de cultivo, sendo que o plantio direto após 8 anos de cultivo acumulou maior teor de P na profundidade de 0-0,10 m não diferindo nas camadas subseqüentes.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área Experimental

O experimento foi desenvolvido durante dois anos agrícolas no verão de 2011/2012 (1 safra) e 2012/2013 (2 safra) em sucessão das culturas de milho no inverno e soja no verão na área experimental da Fazenda de Ensino Pesquisa e Extensão (FEPE) pertencente à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria - MS, apresentando nas proximidades das coordenadas geográficas 20°22' S e 51°22' W e altitude média ao redor de 335 m. O solo foi classificado Latossolo Vermelho Distroférico, textura argilosa (EMBRAPA, 2013). Área é considerada de sequeiro e obtinha irrigação complementar através de autopropelido. O clima da região é do tipo Aw, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, segundo a classificação internacional de Köppen, apresentando temperatura, precipitação pluvial e umidade relativa média anual de 24,5°C, 1370 mm e 64,8%, respectivamente (HERNANDEZ et al., 1995).

Os dados de precipitação pluvial, médias das temperaturas máxima, mínima e média durante o desenvolvimento do experimento estão apresentados na Figura 1.

Em novembro de 2010, foi realizada a caracterização física e química do solo inicial da área, conforme a Tabela 1 e 2.

Tabela 1- Caracterização química do solo da área experimental, nas camadas de 0,0-0,15, 0,15-0,30 m, antes da instalação da pesquisa, Selvíria-MS.

Profundidade (m)	P-resina mg dm ⁻³	M.O g dm ⁻³	pH CaCl	mmolc dm ⁻³							CTC	V %	m %
				K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB				
0-0,15	16	23	4,7	2,5	18	16	36	5	36,5	72,5	50	5	
0,15-0,30	14	17	4,3	1,7	8	7	42	11	16,7	58,7	28	40	

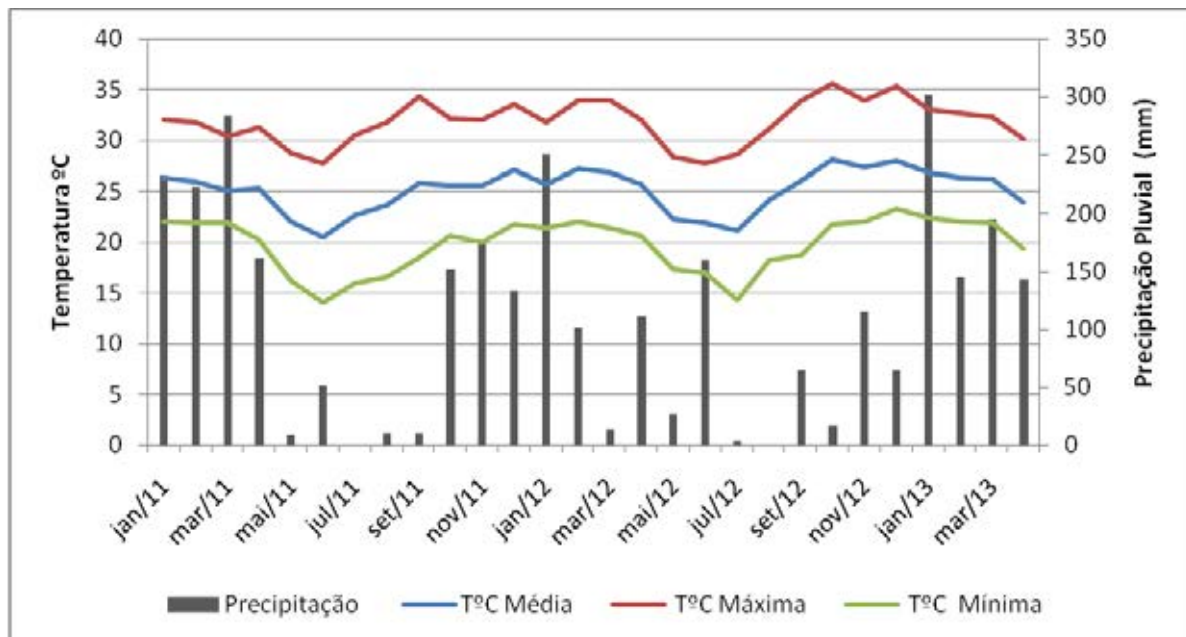
Fonte: Freitas (2015)

Tabela 2- Caracterização física do solo da área experimental, nas camadas de 0,0-0,10, 0,10-0,20 m, antes da instalação da pesquisa, Selvíria- MS.

Profundidade (m)	Macroporosidade	Microporosidade (m ³ m ⁻³)	Porosidade Total	Densidade do Solo (kg dm ⁻³)
0-0,10	0,100	0,320	0,421	1,521
0,10 - 0,20	0,074	0,317	0,392	1,611

Fonte: Freitas (2015)

Figura 1 - Valores médios da precipitação pluvial (mm), temperatura máxima, mínima e média (°C) do período de novembro de 2011 a abril de 2013. Selvíria - MS.



Fonte: Laboratório de Hidráulica e Irrigação, Faculdade de Engenharia - Unesp, campus de Ilha Solteira.

3.2 Máquinas e Equipamentos Utilizados

No quadro 1 estão relacionados as máquinas e os equipamentos utilizados na instalação e condução dos experimentos desde 2011 a 2013.

Quadro 1 - Máquinas e equipamentos utilizados na condução dos experimentos.

Operação	Trator	Equipamento
Escarificação	Trator de pneus (4x2), com TDA, potência máxima de 100 KW no motor	Escarificador de 7 hastes com destorcedor acoplado
Gradagem	Trator de pneus (4x2), com TDA potência máxima de 85 KW no motor	Grade leve com discos de corte de 22 polegadas

Dessecação, controle de plantas daninhas, pragas e doenças	Trator de pneus (4x2), com TDA, potência máxima de 54,4 KW no motor	Pulverizador, montado, com barra de 12 m de comprimento, provida de 24 pontas do tipo leque 110-02, espaçadas entre si por 0,50 m e tanque com capacidade de 600 l de calda
Semeadura	Trator de pneus (4x2) com TDA, com potência máxima de 77,28 kW no motor	Semeadora - adubadora de precisão, de distribuição pneumática de sementes, de arrasto, configurada com discos de corte frontal lisos, sulcadores para deposição de adubo do tipo haste e discos duplos desencontrados para deposição de sementes, com sete linhas espaçadas de 0,45m
Adubação de cobertura	Trator de pneus (4x2), com TDA, potência máxima de 54,4 kW no motor	Adubador de cobertura para plantio direto, montado, com chassi de 2,30 m e 4 discos de corte duplos desencontrados de diâmetro 13"x 15" e 2 depósitos com capacidade de 220 litros
Trilha e degrana	-	Trilhadora estacionária de acionamento elétrico

Fonte: Freitas (2015)

3.3 Insumos Utilizados

3.3.1 Sementes

Nas duas semeaduras novembro de 2011 primeira safra e novembro de 2012 segunda safra, foi semeadas a soja cultivar MSOY 7908 Roundup Ready com poder germinativo de 80% e pureza 98%. A densidade de semeadura adotada para os dois anos agrícolas foi de 17 sementes m^{-1} , com espaçamento entrelinha de 0,45m, com uma população aproximada de 250 mil plantas ha^{-1} .

3.3.2 Fertilizantes

A adubação de semeadura na soja para os dois anos de cultivo, foi de aproximadamente 250 kg ha⁻¹ do formulado comercial (08-28-16).

3.3.3 Defensivos Agrícolas

Com o intuito de eliminação de plantas daninhas presentes e a dessecação da cultura do milho que estava sendo conduzido na área foram realizados a pulverização utilizado 0,75ml/ ha⁻¹ de Aurora (i.a) e 1,5 kg ha⁻¹Roudunp (i.a).

Para o cultivo da soja foram feitas três pulverizações para o controle das largatas, os produtos utilizados foram Lannate (i.a) na dose de 0,6 l/ ha⁻¹e Endosuflan (i.a) na dose de 1,25 l/ ha⁻¹do ingrediente ativo, para o controle da ferrugem da soja, foram aplicados 25 g/ha⁻¹ de epoxiconazol (i.a) + 66,5 g ha⁻¹ de piraclostrobina (i.a). Variando – se os produtos nas três aplicações.

3.3.4 Tratamentos de sementes

Para o tratamento de semente de soja, utilizou-se a recomendação de 250 - 300 ML de Vitavax - thiram (i.a) para cada 100 kg de semente; e 10 ml de inoculante líquido de marca comercial Maxterfix (1.109 células g⁻¹).

3.4 MATERIAIS

3.4.1 Delineamento Experimental

O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 4x2x2, assim quatro diferentes manejos de solo e uso ou não do gesso em duas épocas de cultivo, constituindo se oito tratamentos e quatro repetições. As parcelas foram constituídas de 325m² (25m x13m) e espaçadas de 0,45m. Utilizando-se como área útil as três linhas centrais com 5 metros de comprimento.

A partir do início da pesquisa, novembro de 2010, foi feita a aplicação de calcário dolomítico com 80% de PRNT distribuído à lanço na quantidade correspondente a 2,5 t ha⁻¹

em toda a área experimental, de acordo com os resultados de análises do solo, em quantidade visando atingir saturação por bases de 70 %. Nas parcelas que receberam o gesso como tratamento, este foi aplicado na mesma época que o calcário manualmente na dose de 700 kg por hectare. Conforme métodos de análise de solo para fins de fertilidade. (RAIJ et al , 1983).

3.4.2 descrição dos tratamentos

3.4.2.1 safra de inverno 2011

Anterior a instalação do experimento, a área estava sendo conduzida com a cultura do milho safrinha e os tratamentos utilizados nesta safra foram: Plantio Direto, Cultivo Mínimo e Grade Pesada.

3.4.2.2 safra de verão 2011/2012

O experimento foi desenvolvido durante dois anos agrícolas nas safras de verão dos anos de 2011/2012 e 2012/2013 em sucessão das culturas de milho no inverno e soja no verão.

Os tratamentos foram definidos pela combinação de quatro sistemas de cultivo: Plantio Direto Contínuo (SPD - SPD), Cultivo Mínimo Contínuo (CM - CM), Plantio Direto Alternado (SPD-CM), e Cultivo Mínimo Alternado (CM-SPD) e com e/ou sem gesso.

Os Tratamentos Estudados foram:

1. Plantio Direto Contínuo (SPD - SPD) - com gesso
2. Cultivo Mínimo Contínuo (CM - CM) - sem gesso
3. Plantio Direto Alternado (SPD - CM) - com gesso
4. Cultivo Mínimo Alternado (CM - SPD) - sem gesso
5. Plantio Direto Contínuo (SPD - SPD) - com gesso
6. Cultivo Mínimo Contínuo (CM - CM) - sem gesso
7. Plantio Direto Alternado (SPD- CM) - com gesso
8. Cultivo Mínimo Alternado (CM - SPD) - sem gesso

3.4.2.3 safra de inverno 2012

Na safra de 2012 cultivo de inverno foi semeado o milho em sucessão a soja de verão, os tratamentos com Cultivo Mínimo Contínuo (CM - CM) e Plantio Direto Contínuo (SPD - SPD) se mantiveram.

Os tratamentos com Cultivo Mínimo Alternado (CM - SPD) e Plantio Direto Alternado (SPD - CM), foram feita o manejo do solo a cada safra na sucessão de milho no inverno (Figura 2) e soja no verão (Figura 3); constituindo assim diferentes tratamentos. Observa-se que sempre no inverno tem se o milho e no verão tem se a soja, e os diferentes tratamentos com o manejo de solo utilizados se mantêm nos dois anos agrícolas para as duas culturas.

32 CM - SPD	31 SPD - CM	30 SPD - SPD	29 CM - CM	LEGENDA SPD - CM Plantio Direto Alternado SPD - SPD Plantio Direto Contínuo CM - CM Cultivo Mínimo Alternado CM - CM Cultivo Mínimo Contínuo
25 CM - SPD	26 SPD - CM	27 SPD - SPD	28 CM - CM	
24 SPD - SPD	23 CM - CM	22 CM - SPD	21 SPD - CM	
17 SPD - SPD	18 CM - CM	19 CM - SPD	20 SPD - CM	
16 CM - CM	15 CM - SPD	14 SPD - CM	13 SPD - SPD	
9 CM - CM	10 CM - SPD	11 SPD - CM	12 SPD - SPD	
8 CM - SPD	7 SPD - CM	6 SPD - SPD	5 CM - CM	
1 CM - SPD	2 SPD - CM	3 SPD - SPD	4 CM - CM	

Figuras 2: Croqui da área experimental cultivo de milho inverno 2012 e 2013

32 SPD - CM	31 CM - SPD	30 SPD - SPD	29 CM - CM
25 SPD - CM	26 CM - SPD	27 SPD - SPD	28 CM - CM
24 SPD - SPD	23 CM - CM	22 SPD - CM	21 CM - SPD
17 SPD - SPD	18 CM - CM	19 SPD - CM	20 CM - SPD
16 CM - CM	15 SPD - CM	14 CM - SPD	13 SPD - SPD
9 CM - CM	10 SPD - CM	11 CM - SPD	12 SPD - SPD
8 SPD - CM	7 CM - SPD	6 SPD - SPD	5 CM - CM
1 SPD - CM	2 CM - SPD	3 SPD - SPD	4 CM - CM

LEGENDA

SPD – CM Plantio Direto Alternado

SPD – SPD Plantio Direto Contínuo

CM – CM Cultivo Mínimo Alternado

CM - CM Cultivo Mínimo Contínuo

Figuras 3: Croqui da área experimental cultivo de soja verão 2011/2012 e 2012/2013

Os atributos físicos e químicos do solo foram avaliados nos dois anos agrícolas, mas somente as características agrônômicas da cultura da soja foram avaliadas.

3.4.3 Determinação dos Atributos Físicos do Solo

Para determinação dos atributos físicos do solo, foram coletadas duas amostras indeformadas de solo em duas profundidades 0,0-0,10, 0,10-0,20 m, com anéis de aço de volume 100 cm³.

A densidade do solo (Ds) foi determinada através do método do anel volumétrico, posteriormente, em laboratório. Determinou - se a porosidade total (Pt), pela percentagem de saturação por água do solo. A microporosidade (Mi) e a macroporosidade do solo (Ma), foram determinadas pela mesa de tensão (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, 1997).

3.4.4 Determinação dos Atributos Químicos do Solo

As análises químicas foram às seguintes: Ca e Mg - método de extração KCl 1 mol L⁻¹ (EMBRAPA, 1997); K disponível extraído por HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,025 mol L⁻¹ (extrator Mehlich 1) e determinação no fotômetro de chama (EMBRAPA, 1997); P disponível extraído por HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,025 mol L⁻¹ (extrator Mehlich 1) e determinação no espectrofotômetro UV- visível (EMBRAPA, 1997); Al - método de extração KCl 1 mol L⁻¹ (EMBRAPA, 1997) ; C orgânico total (COT) por oxidação da matéria orgânica por via úmida, utilizando-se solução de K₂Cr₂O₇ em meio ácido e matéria orgânica do solo pela % de COT multiplicado por 1,724 (YEOMANS & BREMNER, 1988); N pelo método de Kjeldahl, após digestão sulfúrica da amostra, transformando o N orgânico em NH₃ e posterior transformação de NH₃ em NH₄⁺, quando recolhido em solução alcalina (TEDESCO et al., 1985).

3.4.5 Avaliações e Componentes de Produção na Cultura da Soja

Estande inicial e final: para estas avaliações após a estabilização da emergência das plantas e por advento da colheita da soja foram contadas as plantas em três linhas centrais de cinco metros de cada parcela respectivamente. Os valores obtidos foram extrapolados para o número de plantas ha⁻¹.

Índice de sobrevivência: para estas avaliações foi obtida a relação entre os valores do estande inicial e final e multiplicado por cem.

Altura de planta e inserção da primeira vagem: a altura média das plantas e inserção da primeira vagem de soja foi determinada pela medição, com régua graduada em centímetros, da distância entre o colo da planta até a extremidade apical e inserção da primeira vagem respectivamente em dez plantas por parcela, na época da colheita.

Número de vagens/planta: foi contado o número de vagens presentes por planta, em dez plantas por parcela.

Massa de 1000 grãos: foram contadas oito repetições de 100 grãos (BRASIL, 2009), cujas massas foram pesadas e ajustadas para 13% de teor de água, possibilitando estimar a massa de 1000 grãos.

Produtividade de grãos: para esta avaliação foram coletadas as plantas em cinco metros das três linhas centrais de cada parcela e submetidas à trilha mecânica e, após a

debulha, foram pesados os grãos. A massa de grãos foi corrigida para o grau de umidade de 13% à base úmida e transformada para kg ha⁻¹.

As análises dos resultados foram processadas utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2003), realizando a comparação das médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

Os resultados estão apresentados em tabelas e ou gráficos com as médias dos tratamentos e dos fatores estudados: Manejo do solo (M), gesso (G), Quando ocorreu interação significativa entre os fatores foi apresentada a tabela de desdobramento.

4.1 Atributos Físicos do Solo

Tabela 3 - Valores médios para a microporosidade (Mi), macroporosidade (Ma), porosidade total (Pt) e densidade do solo (Ds) em função dos manejos do solo e gesso, na primeira safra de soja na profundidade de 0,0 -0,10 m.

Causas da Variação		Ma	Mi	Pt	Ds
			(m ³ m ⁻³)		(kg dm ⁻³)
Manejo = M	CM - SPD	0,07	0,30 b	0,38 b	1,59 a
	SPD - CM	0,07	0,30 b	0,39 ab	1,59 a
	SPD - SPD	0,06	0,31 ab	0,40 ab	1,58 a
	CM - CM	0,07	0,35 a	0,43 a	1,47 b
Gesso = G	Com	0,07	0,30	0,39 b	1,59 a
	Sem	0,07	0,33	0,41 a	1,52 b
Valor de F	M	0,40 ^{n.s}	2,94*	2,37*	3,69**
	G	0,002 ^{n.s}	2,88 ^{n.s}	3,70*	5,81**
	M*G	21,58**	1,90 ^{n.s}	5,10**	7,69**
DMS	M	0,02	0,05	0,04	0,10
	G	0,01	0,02	0,02	0,05
	M*G	0,03	0,07	0,06	0,15
		0,02	0,05	0,04	0,10
Média geral		0,07	0,320	0,40	1,56
CV (%)		24,32	12,93	8,97	5,75

* (p<0,10);** (p<0,01); ^{n.s} (não significativo). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,10).

Fonte: Freitas (2015)

A escarificação esporádica do solo em um Latosolo Vermelho Distroférico de textura argilosa persistiu a cada seis meses e somente na profundidade de 0,0 - 0,10 m. A (Tabela 3)

demonstram este efeito com os menores valores para a Ds e maiores para Pt no tratamento com CM-CM, já na segunda safra este efeito ocorreu no tratamento com SPD-SPD (tabela 4), e é menor pronunciando em maior profundidade, pois a forma de atuação das hastes do escarificador tem por função de rompimento das camadas compactadas nos pontos de fraqueza. Com isso há uma permanência de agregados compactados nos espaços entre as hastes favorecendo o retorno das camadas compactadas já doze meses após a escarificação, outra justificativa é que o tráfego de máquinas e métodos de produção continuem os mesmos, assim tendenciando que o solo retorne as condições originais. Este curto período residual do efeito da escarificação do solo foi relatado por Silva, et al. (2012), onde os autores identificaram que após a realização da escarificação não houve diferenças na camada de 0,20-0,30 m em relação ao SPD contínuo.

Em SPD-SPD este efeito não ocorre às propriedades dos agregados, números e tamanho de poros se mantém nas duas safras e profundidades, os valores de Pt e Ds possuem pouca diferença entre as safras (Tabelas 3, 4, 6 e 7), portanto melhor estabilidade nas características físicas do solo. Isto porque o não revolvimento do solo mantém os espaços deixados pelas raízes das culturas produzindo poros contínuos que facilitam o fluxo saturado de água (TORRES et al., 2011), favorecendo a aeração e a entrada de água (REICHERT et al., 2011).

De acordo com (MORAES, 2013) em sistema de plantio direto com escarificação do solo a cada ano (SPDE1) e ou a cada três anos (SPDE3), em um Latossolo Vermelho Distroférico muito argiloso, mostrou-se ineficiente. O período com efeito da escarificação persistiu por apenas dez meses após a realização da escarificação do solo, limitada a camada de 0-0,20 m.

Os valores demonstram que na segunda safra de soja não foi obtido diferença significativa para a macroporosidade (Ma), porém os tratamentos com SPD-CM e CM-CM obtiveram os maiores valores para microporosidade (Mi) devido ao fato de que o maior revolvimento do solo pelos sistemas tem por função a quebra dos agregados formando sítios com maiores acúmulos de água no solo. De acordo com (SOUZA et al., 2010) a importância dos microporos está relacionada à relação solo-água-planta, pois estes poros são responsáveis pela armazenagem e retenção de água no solo.

O SPD-SPD obteve diferença com os menores valores para a porosidade total (Pt) e os maiores valores para a densidade do solo (Ds) na profundidade de 0,0-0,10 m (Tabela 2).

Demonstrando uma maior compactação superficial na segunda safra, esta determinada pelos valores de Pt e Ds. Debiassi et al., (2013) observaram a evolução da Ds, Pt, Ma e Mi em função dos sistemas de preparo, no período entre 1986 e 2004. Na camada de 5,5-10,5 cm, o SPD apresentou, em média e na maioria das avaliações, um maior nível de compactação em relação aos demais sistemas de preparo, expresso pelos maiores valores de Ds e Mi e menores valores de Pt e Ma. Nas tabelas 3 e 4 podemos comparar os valores de Ds e Pt, observa-se que todos os tratamentos diminuíram os valores de Ds e aumentaram de Pt, somente no tratamento com SPD-SPD não alterou os valores de Ds e Pt. Contudo estes valores não são limitantes ao desenvolvimento da cultura, uma vez que em SPD-SPD tem-se a presença de poros biológicos, locais com a menor resistência a compactação e ao crescimento das raízes.

Tabela 4 - Valores médios para a microporosidade (Mi), macroporosidade (Ma), porosidade total (Pt) e densidade do solo (Ds) em função dos manejos do solo e gesso, na segunda safra de soja na profundidade de 0,0 -0,10 m.

Causas da Variação		Ma	Mi	Pt	Ds
			(m ³ m ⁻³)		(kg dm ⁻³)
Manejo = M	CM - SPD	0,09	0,29 b	0,45 a	1,47 b
	SPD - CM	0,07	0,35 a	0,46 a	1,49 b
	SPD - SPD	0,07	0,29 b	0,41 b	1,58 a
	CM - CM	0,07	0,36 a	0,44 a	1,48 b
Gesso = G	Com	0,08	0,33	0,46 a	1,48
	Sem	0,07	0,30	0,42 b	1,53
valor de F	M	1,88 ^{n.s}	1,39 ^{n.s}	1,21 ^{n.s}	1,39 ^{n.s}
	G	0,13 ^{n.s}	0,86 ^{n.s}	4,00*	2,37 ^{n.s}
	M*G	1,45 ^{n.s}	0,52 ^{n.s}	0,38 ^{n.s}	1,09 ^{n.s}
DMS	M	0,01	0,11	0,06	0,12
	G	0,08	0,05	0,03	0,06
	M*G	0,02	0,15	0,09	0,17
		0,01	0,11	0,06	0,12
Média geral		0,07	0,32	0,44	1,5
CV (%)		18,34	28,39	11,79	6,87

* (p<0,10);** (p<0,01); ^{n.s} (não significativo). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,10).

Fonte: Freitas (2015)

Em relação ao uso do gesso não houve diferença significativa para a Ma e Mi nas duas safras (Tabela 3 e 4), a Pt e Ds demonstra uma inversão proporcional, então quando utilizou o gesso temos maiores valores para a Ds e menores valores para Pt na primeira safra de soja

(Tabela 3). Na segunda safra os valores para a Pt foram maiores com o uso do gesso, já a Ds não se obteve diferença (Tabela 4).

Comparando os valores das Tabelas 3 e 4, quando se utilizou o gesso, nota melhores condição de solo na segunda safra, estes expressos pelo maiores valores de Ma, Pt e menores valores de Ds. Isto esta relacionado com as características do gesso, onde promove a quebra das estruturas dos agregados do solo aumento o volume de poros e macroporos. Contudo Lima. et al. (2012) em sistemas de preparo de solo e gesso verificaram que os tratamentos com e sem aplicação de gesso não afetaram a macroporividade, microporividade, porosidade total e densidade do solo nas camadas de 0,15 - 0,30 e 0,30 - 0,45 m.

De acordo com Souza et al. (2010), observaram alterações na Ds de um Latossolo Vermelho Distroférrico argiloso em função da aplicação de 2 t/ha de gesso. Estes autores verificaram que o uso do gesso promoveu reduções na Ds quando a área experimental fora manejada por meio do sistema convencional (grade intermediária + grade niveladora), e também quando a mesma fora manejada sob sistema de plantio direto. Adicionalmente, o efeito da gessagem sobre a Ds foi mais acentuado na camada de 0,00 a 0,05 m, independente do tipo de preparo estudado.

Tabela 5 - Valores médios obtidos no desdobramento da macroporividade (ma), porosidade total (Pt) e densidade do solo (Ds) em função dos manejos do solo e gesso, na primeira safra de soja na profundidade de 0,0 -0,10 m.

Manejo = M	Ma		Pt		Ds	
	Gesso		Gesso		Gesso	
	com	sem	com	sem	com	sem
CM - SPD	0,05 bB	0,10 aA	0,35 bB	0,41 abA	1,68 aA	1,51 bB
SPD - CM	0,05 bB	0,10 aA	0,35 bB	0,43 abA	1,68 aA	1,51 bB
SPD - SPD	0,08 aA	0,04 bB	0,43 aA	0,37 bB	1,48 bB	1,67 aA
CM - CM	0,10 aA	0,04 bB	0,42 aA	0,44 aA	1,54 abA	1,49 bB

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de tukey (p<0,10)

Fonte: Freitas (2015)

Na tabela 5, nota uma inversão nos valores da Ma, então quando utilizou o gesso obteve os maiores valores, e quando não usou os menores, nos tratamentos com CM-CM e SPD-SPD, ainda este fato se torna inverso nos tratamentos com CM-SPD e SPD-CM, então maiores valores sem o gesso e menores com uso deste. Demonstrando que existe uma relação entre os manejos de solo e gesso para os valores de Ma, neste caso podemos observar que os

manejos contínuos tiveram maiores valores com uso do gesso e que os manejos alternados sem o uso do corretivo.

Para a Pt os maiores valores são observados nos tratamentos CM-CM com ou sem o uso do gesso, mas quando não usou o gesso este não obteve diferença em relação aos tratamentos com CM-SPD e SPD-CM, já no para o tratamento com SPD-SPD obtém os maiores valores quando usou o gesso e menores quando não usou.

A ds obteve os menores valores no tratamento com SPD-SPD quando se usou o gesso e os maiores valores quando não utilizou do corretivo, entretanto sem o uso do gesso o tratamento com CM-CM obteve os menores valores.

Tabela 6 - Valores médios para a microporosidade (mi), macroporosidade (ma), porosidade total (Pt) e densidade do solo (Ds) em função dos manejos do solo e gesso, na primeira safra de soja na profundidade de 0,10 - 0,20 m.

Causas da Variação		Ma	Mi	Pt	Ds
		(m ³ m ⁻³)			(kg dm ⁻³)
Manejo = M	CM - SPD	0,05	0,31	0,37	1,65
	SPD - CM	0,05	0,31	0,37	1,65
	SPD - SPD	0,08	0,31	0,40	1,59
	CM - CM	0,06	0,31	0,39	1,60
Gesso = G	Com	0,07 a	0,31	0,39	1,61
	Sem	0,05 b	0,31	0,38	1,64
valor de F	M	2,31*	0,42 ^{n,s}	0,94 ^{n,s}	1,20 ^{n,s}
	G	4,92**	0,03 ^{n,s}	1,15 ^{n,s}	1,17 ^{n,s}
	M*G	0,13 ^{n,s}	2,21 ^{n,s}	0,12 ^{n,s}	0,37 ^{n,s}
DMS	M	0,02	0,01	0,04	0,11
	G	0,01	0,07	0,02	0,05
	M*G	0,03	0,02	0,06	0,15
		0,02	0,01	0,04	0,11
Média geral		0,06	0,310	0,38	1,62
CV (%)		28,76	3,82	9,23	5,70

* (p<0,10);** (p<0,01); ^{n,s} (não significativo). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,10).

Fonte : Freitas (2015)

Os valores demonstram que não obteve diferença significativa para a macroporosidade (Ma), microporosidade (Mi), porosidade total (Pt) e densidade do solo (Ds) na profundidade de 0,10-0,20m nas duas safras de soja nos diferentes manejos de solo (Tabelas 6 e 7). Provavelmente os diferentes tipos de manejo do solo possuem características homogêneas em

relação à menor movimentação do solo em maior profundidade, contudo podemos pressupor que em sistema de cultivo mínimo temos menor compactação devido ao rompimento dos agregados do solo. No entanto observações feitas por pesquisadores demonstram que em quase todas as áreas com o sistema de SPD possuem uma compactação, geralmente posicionada na camada de 0,10-0,20 m (BOTTEGA et al., 2011). Levantamentos de campo realizados pela Embrapa Soja indicam que, em aproximadamente 45% das áreas cultivadas com soja no verão e milho no outono inverno em solos argilosos do Paraná, o grau de compactação na camada de 0,1-0,2 m é limitante ao crescimento e desenvolvimento das plantas (FRANCHINI et al., 2009; FRANCHINI et al., 2011).

Em relação ao uso do gesso somente foi observado diferença significativa para a macroporosidade (Ma), na primeira safra de soja na profundidade de 0,10-0,20m, os maiores valores são obtidos com o uso do gesso (Tabela 6).

Tabela 7 - Valores médios para a microporosidade (mi), macroporosidade (ma), porosidade total (Pt) e densidade do solo (Ds) em função dos manejos do solo e gesso, na segunda safra de soja na profundidade de 0,10 -0,20 m.

Causas da Variação		Ma	Mi (m ³ m ⁻³)	Pt	Ds (kg dm ⁻³)
Manejo = M	CM - SPD	0,08	0,30	0,43	1,56
	SPD - CM	0,10	0,33	0,44	1,53
	SPD - SPD	0,07	0,35	0,44	1,59
	CM - CM	0,10	0,39	0,46	1,54
Gesso = G	Com	0,09	0,32	0,44	1,53
	Sem	0,08	0,36	0,45	1,55
valor de F	M	0,73 ^{n.s}	1,72 ^{n.s}	0,55 ^{n.s}	1,54 ^{n.s}
	G	0,28 ^{n.s}	2,64 ^{n.s}	0,21 ^{n.s}	0,40 ^{n.s}
	M*G	0,14 ^{n.s}	0,52 ^{n.s}	0,16 ^{n.s}	0,96 ^{n.s}
DMS	M	0,05	0,09	0,06	0,12
	G	0,02	0,04	0,03	0,06
	M*G	0,08	0,13	0,09	0,17
	M*G	0,05	0,09	0,06	0,12
Média geral		51,83	22,91	0,44	1,54
CV (%)		0,09	0,34	12,2	6,71

* (p<0,10);** (p<0,01); ^{n.s} (não significativo). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,10).

Fonte: Freitas (2015)

Independente do manejo de solo há um incremento na Ds do solo na profundidade de 0,10-0,20m em relação a 0,0-0,10m nas duas safras (Tabelas 3, 4, 6, 7). Este aumento na Ds em função da profundidade causa aumento nas quantidades e continuidade de poros em perfil do solo. As maiores diferenças são obtidas nos manejos com CM-CM. Isso indica que nestes

sistemas há diferentes distribuições nos diâmetros dos poros, reduzindo fluxo de gases e água em perfil, ainda restringindo o movimento de capilaridade.

Isso causa exposição das plantas a períodos mais longos de déficit hídricos, principalmente em épocas com reduzidos volumes de precipitação pluvial, reduzindo a produtividade de grãos das culturas (REICHERT et al., 2011).

A preservação da qualidade física do solo destaca-se como prática fundamental, pois esta tem influência direta no crescimento e desenvolvimento das plantas e, indireta, sobre os demais atributos do solo (químicos e biológicos) (FRANCHINI et al., 2011), com isso a maior produtividade. Neste estudo entre os manejos observados destaca-se o sistema de SPD-SPD, onde os valores Pt, Ds se mantêm relativamente constantes durante as duas safras nas duas profundidades. Demonstrando então que neste sistema tem a finalidade ao longo do tempo resultar agregados estáveis reduzindo a compactação do solo e melhores distribuição na quantidade e diâmetro dos poros em perfil, com o mínimo revolvimento e a presença de maiores resíduos vegetais protegendo fisicamente contra a erosão preservando água e solo (ZOTARELLI et al., 2012).

4.2 Atributos químicos do solo

Tabela 8 - Valores médios obtidos para fósforo (P), matéria orgânica (M.O), potencial hidrogênio (pH), potássio (k), cálcio (Ca), magnésio (Mg), acidez potencial (H+Al), alumínio (Al) e saturação de bases (V%), em função dos manejos de solo e gesso na primeira safra de soja, na profundidade de 0,0-0,15 m .

Causas da Variação		P #	M.O	pH	k #	Ca #	Mg #	H + Al #	AL #	V #	
		mg/dm ³	g/dm ³	CaCl ₂			mmol/dm ³			%	
Manejo = M	CM - SPD	12,6 b	16,5	5,1	2,3 c	19,0	18,3	27,0	4,1 bc	52,2	
	SPD - CM	16,3ab	15,5	5,0	2,3 c	18,0	18,2	27,0	4,6 a	51,5	
	SPD - SPD	18,5 a	19,0	5,2	4,3 a	27,6	28,1	27,2	2,8 bc	56,6	
	CM - CM	13,6 ab	18,1	5,2	3,4 b	24,0	22,8	28,1	2,2 c	58,8	
Gesso = G	Com	16,4	17,5	5,1	3,0	23,1	19,5	29,8	3,3	53	
	Sem	14,2	17,0	5,1	3,1	21,6	24,3	24,8	3,5	56,6	
valor de F	M	4,07*	2,04 ^{n.s}	0,23 ^{n.s}	22,1**	0,69 ^{n.s}	1,33 ^{n.s}	0,03 ^{n.s}	9,9**	2,48 ^{n.s}	
	G	3,05 ^{n.s}	0,26 ^{n.s}	0,05 ^{n.s}	0,3 ^{n.s}	0,08 ^{n.s}	1,42 ^{n.s}	2,86 ^{n.s}	0,29 ^{n.s}	2,61 ^{n.s}	
	M*G	1,02 ^{n.s}	4,11*	1,35 ^{n.s}	12,6**	0,87 ^{n.s}	0,91 ^{n.s}	1,39 ^{n.s}	3,81*	10,3**	
DMS	M	5,16	4,29	0,80	0,80	20,19	15,75	11,37	1,35	8,74	
	G	2,72	2,27	0,42	0,42	10,68	8,33	6,01	0,71	4,62	
	M*G		0,87	6,07	1,14	0,27	2,90	2,25	1,54	0,49	0,60
			0,65	4,54	0,85	0,20	2,22	1,68	1,15	0,36	0,32
Média geral		11,35	17,28	5,16	3,12	22,37	21,90	27,34	3,46	54,81	
CV (%)		15,28	18,02	11,34	7,53	33,40	25,19	15,12	12,87	5,93	

* (p<0,05);** (p<0,01); ^{n.s} (não significativo). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). # Dados corrigidos seguindo a equação $(x+0,5)^{0,5}$

Em relação aos sistemas de manejo do solo ocorreram poucas variações nos atributos químicos do solo na profundidade de 0,0-0,15m nos dois anos de cultivo (Tabelas 8 e 9). Nota-se que na primeira safra de soja obteve os maiores valores para o fósforo (P), potássio(K) e um dos valores mais baixo para o alumínio (Al) no tratamento com sistema de semeadura direta SPD-SPD, e mesmo sem diferença significativa obteve também os maiores valores para a matéria orgânica (M.O) e cálcio (Ca). Na segunda safra não houve diferença significativa em todas as variáveis, porém no SPD-SPD temos maiores valores para a matéria orgânica (M.O), cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e saturação de bases (V%), e menores valores para o fósforo (P), acidez potencial (H+Al) e alumínio (Al).

Entre as duas safras de soja foi observada uma melhora nas características químicas do solo, estas demonstradas na segunda safra com os maiores valores para o fósforo (P), matéria orgânica (M.O), cálcio (Ca) e menores valores de alumínio (Al), independentemente do manejo do solo na profundidade de 0,0-0,15m (Tabelas 8 e 9).

Em relação ao uso do gesso nas duas safras de sojas não foram observado diferenças significativas para todos os atributos químicos do solo na profundidade de 0,0-0,15m, contudo podemos notar que os valores de magnésio (Mg) foi maior quando não utilizou o gesso. Provavelmente ao sulfato presente no gesso movimenta-se no perfil até as camadas mais profundas (ZAMBROSI et al., 2007b; CAIRES, 2012), podendo ligar-se ao magnésio, formando assim o par iônico sulfato de magnésio (MgSO₄), o qual é lixiviado no solo.

Tabela 9 - Valores médios obtidos para fósforo (P), matéria orgânica (M.O), potencial hidrogênio (pH), potássio (k), cálcio (Ca), magnésio (Mg), acidez potencial (H+Al), alumínio (Al) e saturação de bases (V%), em função dos manejos de solo e gesso na segunda safra de soja, na profundidade de 0,0-0,15 m .

Causas da Variação		P # mg/dm ³	M.O g/dm ³	pH CaCl ₂	k #	Ca #	Mg # mmol/dm ³	H+Al #	AL #	V # %
Manejo = M	CM - SPD	30,7	21,3	5,0	3,2	22,7	15,0	30,7	1,6	56,6
	SPD - CM	25,8	20,7	4,9	2,9	21,0	14,1	32,5	2,0	53,6
	SPD - SPD	21,7	21,2	5,1	2,8	24	15,6	29,5	1,2	59,1
	CM - CM	22,3	21,2	5,0	3,4	22,5	14,7	30,7	1,5	56,5
Gesso = G	Com	29,7	21	5,0	3,2	21,7	14,7	30,43	1,7	56,4
	Sem	20,62	21,3	5,0	2,9	23,3	15,0	31,31	1,4	56,5
Valor de F	M	0,60 ^{n.s}	0,31 ^{n.s}	0,80 ^{n.s}	0,52 ^{n.s}	0,59 ^{n.s}	0,55 ^{n.s}	1,13 ^{n.s}	0,44 ^{n.s}	0,97 ^{n.s}
	G	2,97 ^{n.s}	0,40 ^{n.s}	0,06 ^{n.s}	0,66 ^{n.s}	1,03 ^{n.s}	0,09 ^{n.s}	0,57 ^{n.s}	0,44 ^{n.s}	0,001 ^{n.s}
	M*G	0,91 ^{n.s}	0,57 ^{n.s}	1,61 ^{n.s}	1,03 ^{n.s}	2,17 ^{n.s}	1,89 ^{n.s}	1,59 ^{n.s}	2,07 ^{n.s}	2,03 ^{n.s}
DMS	M	20,65	1,91	0,29	1,37	6,22	3,26	4,51	1,81	8,87
	G	10,92	1,01	0,15	0,72	3,29	1,72	2,39	0,96	4,69
	M*G	29,21	2,70	0,41	0,35	8,79	4,61	6,39	2,50	12,54
		29,85	2,02	0,30	0,12	6,58	3,44	4,78	1,92	9,38
Média geral		25,18	21,15	5,04	13,50	22,56	14,87	30,87	82,76	56,46
CV (%)		27,94	6,56	4,19	3,13	10,00	7,71	5,30	37,40	11,39

* (p<0,05);** (p<0,01); ^{n.s} (não significativo). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). # Dados corrigidos seguindo a equação $(x+0,5)^{0,5}$

Fonte: Freitas (2015)

Estes resultados estão de acordo com Debiasi et al., (2013), que em experimento com diferentes sistemas de preparo de solo durante 30 anos, observou que independentemente dos manejos utilizados os teores de pH, saturação por bases, Ca, Mg e Al foram pouco influenciados por pelo sistemas de preparo em todas as avaliações realizadas, Também e observado que em todas as profundidades e em todos os tratamentos avaliados, os valores de saturação por bases e os teores de Mg aumentaram ao longo do tempo, enquanto que a concentração de Al diminuiu, o que esta de acordo em com este trabalho, onde observa que ao longo do tempo os valores de Al e H+Al diminuíram, e para os teores de todos os outros atributos químicos aumentaram nas duas profundidades (Tabela 8, 9, 11 e 12).

Tabela 10 - Valores médios obtidos no desdobramento da matéria orgânica (M.O), potássio (k), alumínio (Al) e saturação de bases (V%), em função dos manejos de solo e gesso na primeira safra de soja, na profundidade de 0,0-0,15 m.

Causas da Variação		M.O		K		Al		V	
		Gesso		Gesso		Gesso		Gesso	
		Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem
Manejo = M	CM - SPD	17,2 aA	15,7 bA	1,5 bB	1,8 bA	2,1 aA	2,1 abA	51 bA	53 aA
	SPD - CM	17,2 aA	13,7 bA	1,5 bB	1,8 bA	2,1 aA	2,3 aA	50 bA	52 bA
	SPD - SPD	16,0 aB	22,0 aA	2,2 aA	2,1 aA	2,0 aA	1,5 cB	45 bB	68 aA
	CM - CM	19,7 aA	16,5 abA	2,2 aA	1,6 bB	1,4 bA	1,7 bcA	65 aA	52 bB

(p<0,05);** (p<0,01); ^{n.s} (não significativo). Médias seguidas de mesma letra maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Fonte: Freitas (2015)

No SPD-SPD obtive os maiores e menores valores para a M.O sem e com o uso do gesso respectivamente (Tabela 10), tal fato esta relacionado com as características do sistema SPD-SPD, com pouca movimentação do solo, e o uso do gesso, que quando e distribuído a lanço possui pouco contrato com os colóides solo, assim obtendo suas relações nas atividades microbianas lentamente, já no sistema de CM-CM os valores foram ao contrário, pois com o maior revolvimento do solo á maior mineralização da M.O e o gesso reagindo com os colóides disponibiliza o cálcio (Ca) e neutraliza o alumínio (Al) em perfil, assim melhorando a distribuição das raízes com isso possibilitando a maior exploração dos nutrientes contidos na matéria orgânica . Para o K os manejos contínuos SPD-SPD e CM-CM obtiveram as

maiores disponibilidade do nutriente com o uso do gesso, porem em SPD-SPD o gesso não influenciou, pois os valores não diferiram, já no CM-CM obteve os menores valores quando não se utilizou o gesso .

O Al obteve o menor valor no CM-CM quando se utilizou o gesso, e o menor valor no SPD-SPD sem o uso deste. Este fato esta relacionado com o sistema de manejo do solo, já que em sistema de cultivo mínimo contínuo CM-CM a haste do subsolador pode levar o condicionador em perfil assim neutralizando o Al, no sistema de plantio direto contínuo SPD-SPD a maior manutenção da matéria orgânica pode ter contribuído na neutralização do alumínio.

Os valores da saturação de bases (V%) foram maiores com gesso, e menores sem gesso no CM-CM, já no SPD-SPD ocorreu o inverso, então o maior valor sem o uso do gesso, e menor valor com uso deste. Provavelmente por ter adicionado o calcário na superfície do solo os dois manejos obtiveram distintas reações, no CM-CM o gesso atuando junto ao calcário no solo pode ter neutralizado a acidez potencial (H+Al) e o alumínio (Al) neste perfil, mas no SPD- SPD por ser um sistema de manutenção de poros estáveis o gesso pode ter formados íons e carregado o calcário (Ca), magnésio (Mg) e potássio (k).

Segundo Dias et al. (1992) a descida do SO₄ através do perfil carrega os cátions Ca e Mg em maior quantidade, seguido por K, aumentando a V% (saturação por bases) no subsolo.

Tabela 11 - Valores médios obtidos para fósforo (P), matéria orgânica (M.O), potencial hidrogênio (pH), potássio (k), cálcio (Ca), magnésio (Mg), acidez potencial (H+Al), alumínio (Al) e saturação de bases (v%), em função dos manejos de solo e gesso na primeira safra de soja, na profundidade de 0,15-0,30 m .

Causas da Variação	P #	M.O	pH	k #	Ca #	Mg #	H+Al #	AL #	V #	
	mg/dm ³	g/dm ³	CaCl ₂							mmol/dm ³
Manejo = M	CM-SPD	22,5 a	15,2	4,9	1,7 b	14,8 b	14,1 c	30,1 ab	8,3 a	48,7 ab
	SPD-CM	25,5 a	15,2	4,9	1,9 b	15,2 b	14,1 c	31,1 ab	8,1 a	48,2ab
	SPD-SPD	18,1 a	17,2	5,0	3,5 a	23,6 a	21,6 a	29,2 b	2,8 b	55,3 a
	CM-CM	11,7 b	17,2	4,9	3,1 a	21,2 ab	17,5 b	33,1 a	4 b	45,2 b
Gesso = G	Com	24,5 a	16,2	5,0	2,9 a	21,9 a	17,8 a	31,5	4,1 b	50,5
	Sem	14,3 b	16,1	4,9	2,2 b	15,5 b	15,8 b	30,3	7,5 a	48,2
valor de F	M	11,9**	0,90 ^{n,s}	0,09 ^{n,s}	13,8**	7,3**	21,7**	3,85*	22,8**	4,8**
	G	34,8**	0,009 ^{n,s}	0,16 ^{n,s}	9,8**	15,7**	6,4*	1,9 ^{n,s}	33,9**	1,41 ^{n,s}
	M*G	4,30*	1,68 ^{n,s}	0,52 ^{n,s}	13,03**	8,7**	15,9**	3,04*	9,6*	9,33**
DMS	M	6,73	5,03	1,02	0,94	6,3	2,98	3,31	2,30	7,60
	G	3,56	2,66	0,54	0,49	3,3	1,57	1,75	1,21	4,01
	M*G	1,03	7,11	1,44	1,33	8,9	4,20	4,68	0,70	10,70
		0,77	5,32	1,08	0,99	6,60	3,15	3,50	0,52	8,03
Média geral	19,4	22,50	4,95	2,59	18,73	16,84	30,90	5,84	11,15	
CV (%)	12,1	16,18	14,94	11,44	13,54	6,14	7,7	14,90	49,4	

* (p<0,05); ** (p<0,01); ^{n,s} (não significativo). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). # Dados corrigidos seguindo a equação $(x+0,5)^{0,5}$

Fonte: Freitas (2015)

Nos sistemas de manejo na profundidade de 0,15-0,30m foram obtidos diferença significativa para o fósforo (P), e saturação de bases (V%) nas duas safras, e somente na primeira safra para cálcio (Ca), magnésio (Mg), acidez potencial (H+Al) e alumínio (Al), (Tabelas 11 e 12). Para o fósforo (P), observam nas duas safras menores valores no CM-CM, e maiores valores no SPD-CM, podemos notar também que os valores do P tiveram um acréscimo na segunda safra. A saturação de bases (V%) obteve os menores valores no CM-CM e CM-SPD, e maiores valores SPD-SPD e SPD-CM na primeira e segunda safra respectivamente.

Em relação ao uso de gesso na profundidade 0,15-0,30m, o SPD-SPD na primeira safra de soja obteve os maiores valores de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e os menores valores para a acidez potencial (H+Al) e alumínio (Al), (Tabela 9).

Tabela 12 - Valores médios obtidos para fósforo (P), matéria orgânica (M.O), potencial hidrogênio (pH), potássio (k), cálcio (Ca), magnésio (Mg), acidez potencial (H+Al), alumínio (Al) e saturação de bases (V%), em função dos manejos de solo e gesso na segunda safra de soja, na profundidade de 0,15-0,30 m .

Causas da Variação	P # mg/dm ³	M.O g/dm ³	pH CaCl ₂	k #	Ca #	Mg #	H+Al #		AL #	V # %
							mmol/dm ³			
Manejo = M	CM-SPD	25,3 ab	20,8	4,9	3	19,5	13,2	32,8	2,1	49,8 b
	SPD-CM	29,2 a	21,0	5,0	3,7	20,8	14,2	31,3	1,7	55,2 a
	SPD-SPD	27,8 a	20,6	4,9	2,8	21,7	13,8	32,8	2,3	54,6 ab
	CM-CM	20,3 b	21,3	4,9	3	21,1	13,1	32,8	2,5	54,5 ab
Gesso = G	Com	19,12 b	21,0	4,9	2,9 b	19,3 b	13	32,8	2,5	51,5 b
	Sem	32,3 a	20,9	5,0	3,4 a	22,2 a	14,2	32,1	1,8	55,5 a
valor de F	M	8,1**	0,33 ^{n.s}	0,29 ^{n.s}	2,36 ^{n.s}	1,00 ^{n.s}	0,33 ^{n.s}	0,52 ^{n.s}	1,02 ^{n.s}	2,91 ^{n.s}
	G	93,2**	0,01 ^{n.s}	1,08 ^{n.s}	4,35*	9,17**	1,85 ^{n.s}	0,36 ^{n.s}	5,26*	7,58 ^{n.s}
	M*G	11,7**	1,10 ^{n.s}	2,22 ^{n.s}	0,51 ^{n.s}	9,34**	2,81 ^{n.s}	3,66*	8,2**	11,83**
DMS	M	5,33	2,12	0,30	1,01	3,70	3,57	4,02	1,27	5,66
	G	2,81	1,12	0,16	0,53	1,95	1,89	2,12	0,67	2,99
	M*G	7,53	3,00	0,43	1,43	5,23	5,06	5,68	1,80	8,01
		5,63	2,24	0,32	1,07	3,910	3,78	4,25	1,34	5,99
Média geral	25,71	20,96	4,97	3,18	6,29	9,20	4,40	2,18	53,5	
CV (%)	8,10	7,33	4,44	9,81	20,81	13,62	32,50	20,80	7,67	

* (p<0,05);** (p<0,01); ^{n.s} (não significativo). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). # Dados corrigidos seguindo a equação $(x+0,5)^{0,5}$

Fonte: Freitas (2015)

Os maiores valores são observados quando utilizou o gesso para fósforo (P), potássio (k), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), e menores valores para o alumínio (Al), (Tabela 9). Contudo na segunda safra os maiores valores de fósforo (P), potássio (k), cálcio (Ca) e saturação de bases (V%) foram obtidos quando não se utilizou o gesso (Tabela 12).

Este fato pode estar relacionado às características do gesso com a formação de pares iônicos neutros como: K_2SO_4 , $MgSO_4$ e $CaSO_4$, e $AlSO_4$ sendo que esse último possui menor toxicidade às plantas (DIAS et al., 1992; FAVARETTO et al., 2008). Assim disponibilizando nutrientes no perfil do solo e atuando na neutralização do alumínio tóxico. Porém os maiores valores na segunda safra para alguns nutrientes quando não utilizou o gesso deve estar relacionado ao maior lixiviação a camadas mais profundas do solo.

Em função dos manejos de solos e o gesso na profundidade de 0,15-0,30m na primeira safra, observa que o tratamento com CM-CM obteve os maiores e menores valores para o potássio (k), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), com e sem o uso do gesso respectivamente, para o fósforo (P) obteve sempre os menores valores, contudo no sistema de SPD-SPD os valores são estáveis utilizado ou não o gesso para todas as variáveis (Tabela 13). Segundo Souza et. al, (2010) este fato pode ser devido ação conjunta do manejo e o gesso no solo e conseqüentemente maior revolvimento do solo em perfil, com isso á maior atividade microbiana, pois ao lixiviar no perfil do solo o gesso favorece o aumento de teores de cálcio e redução dos teores de alumínio, promovendo maior aprofundamento das raízes, as quais distribuem-se melhor no perfil do solo propiciando a mineralização mais profunda e acelerada.

Tabela 13 - Valores médios obtidos no desdobramento do fósforo (P), potássio (k), cálcio (Ca), magnésio (Mg), em função dos manejos de solo e gesso na primeira safra de soja, na profundidade de 0,15-0,30 m.

Causas da Variação	P		K		Ca		Mg		
	Gesso		Gesso		Gesso		Gesso		
	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	
Manejo = M	CM-SPD	25 bcA	16,2 aB	1,7 bA	1,7 bA	17,5 bA	12,1 bA	13,7 bA	14,5 bA
	SPD-CM	28,7 aA	16 aB	1,6 bA	2,1 abA	18 bA	12,5 bA	14,0 bA	14,2 bA
	SPD-SPD	21,5 bcA	14,7 aA	3,6 aA	3,4 aA	21,5 abA	25,7 aA	20,5 aA	22,7 aA
	CM-CM	13 cA	10,5 aA	4,8 aA	1,5 bB	30,7 aA	11,7 bB	23,0 aA	12,0 bB

($p < 0,05$); **($p < 0,01$); ^{n.s} (não significativo). Médias seguidas de mesma letra maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Freitas (2015)

Nos diferentes sistemas de manejos do solo não tem diferença quando se usa o gesso para acidez potencial (H+Al), mas sem o uso do corretivo nota-se menores valores no tratamento com SPD-SPD, tal fato pode estar relacionado com a aplicação do calcário na superfície onde neste sistema possui maiores agregados definidos e maiores números de

canalícos aumentando a infiltração, assim somente atuando na acidez potencial (H+Al), já para o alumínio (Al) os menores valores estão nos manejos contínuos com ou sem o uso do gesso. A saturação de bases (V%) houve incremento em seus valores, no SPD-SPD obteve os maiores valores sem o uso do gesso, demonstrando que o calcário aplicado em superfície também pode neutralizar a acidez potencial (H+Al), devemos atentar que o gesso não interfere na neutralização da acidez potencial e pode ser utilizado junto ao calcário com a função de neutralização do alumínio tóxico.

Tabela 14 - Valores médios obtidos no desdobramento da acidez potencial (H+Al), alumínio (Al) e saturação de bases (V%), em função dos manejos de solo e gesso na primeira safra de soja, na profundidade de 0,15-0,30 m.

Causas da Variação		H + Al		Al		V	
		Gesso		Gesso		Gesso	
		Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem
Manejo = M	CM - SPD	30,2 aA	30,0 abA	5,0 aB	11,7 aA	48 aA	47,5 bA
	SPD - CM	31,2 aA	31,0 abA	5,0 aB	11,2 aA	50 aA	48,5 bA
	SPD - SPD	32,0 aA	26,5 bB	3,2 aA	2,5 bA	50 aA	60,7 aA
	CM - CM	32,5 aA	33,7 aA	3,2 aA	4,7 bA	54,2 aA	36,5 cB

(p<0,05);**(p<0,01); ^{n,s} (não significativo). Médias seguidas de mesma letra maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Fonte: Freitas (2015)

Para a segunda safra de soja na profundidade de 0,15-0,30m os maiores valores de fósforo (P) foram observados nos tratamentos com SPD-CM e SPD-SPD com o uso do gesso, e sem o uso somente nota se diferença com os menores valores no tratamento com CM-CM. Souza et al.(2012) em experimento com sistema de plantio convencional e direto e doses de gesso observou que as doses de P foram maiores em menor profundidade e que quando se utilizou o gesso a disponibilidade de P foi menor a partir da profundidade de 0,05-0,10 m.

Os valores de cálcio (Ca) foram maiores nos tratamentos com (CM-SPD) e (CM-CM) quando não se utilizou o gesso, já a acidez potencial (H+Al) os maiores valores foram obtido no tratamento com (CM-CM) e menores no tratamento com (SPD-CM), quando utilizou o gesso respectivamente.

Comparando as duas safras de soja os valores se mantêm para todos os manejos com o uso do gesso, porem sem o uso do gesso na segunda safra há incremento nos valores de fósforo (P) e cálcio (Ca) (Tabela 13 e 15).

Tabela 15 - Valores médios obtidos no desdobramento do fósforo (P), cálcio (Ca), acidez potencial (H+Al), em função dos manejos de solo e gesso na segunda safra de soja, na profundidade de 0,15-0,30 m.

Causas da Variação		P		Ca		H+Al	
		Gesso		Gesso		Gesso	
		Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem
Manejo = M	CM - SPD	13,2 bB	37,5 aA	14,7 bB	24,2 aA	34 abA	31,7 aA
	SPD - CM	21,5 aB	37 aA	22,5 aA	19,2 aA	29,5 bA	33,2 aA
	SPD - SPD	22,5 aB	33,5 aA	22 aA	21,5 aA	32,2 abA	33,5 aA
	CM - CM	19,5 abA	21,2 bA	18,2 abB	24 aA	35,5 aA	30,2 aB

(p<0,05);**(p<0,01); ^{n,s} (não significativo). Médias seguidas de mesma letra maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05)

Fonte: Freitas (2015)

Os resultados mostram que os manejos de solo com ou sem o uso do gesso obtém uma mínima diferença se consideramos os valores para manutenção de boa produtividade. Na Tabela 16 os valores para o alumínio (Al) e acidez potencial (V%), se mantém constantes nos diferentes manejos e uso ou não do gesso, se observamos as duas safras de soja nota se que os valores diminuíram de uma safra para a outra (Tabelas 14 e 16). Caires et al. (2006) verificaram que após 55 meses de aplicação de gesso a V% aumentou em camadas abaixo de 0,40 m. Vitti et al. (2008), comentam que um solo quando corrigido sua acidez na camada arável com calcário, permite que o sulfato oriundo do gesso possa se movimentar para camadas inferiores acompanhado por cátions, especialmente cálcio, assim disponibilizando maiores teores de nutrientes.

Tabela 16 - Valores médios obtidos no desdobramento do alumínio (Al) e saturação de bases (V%) em função dos manejos de solo e gesso na segunda safra de soja, na profundidade de 0,15-0,30 m.

Causas da Variação		Al		V	
		Gesso		Gesso	
		Com	Sem	Com	Sem
Manejo = M	CM - SPD	3,2 aA	1 aB	42,2 cB	57,5 aA
	SPD - CM	1,2 bA	2,2 aA	58,0 aA	52,5 aA
	SPD - SPD	2 abA	2,7 aA	56,2 abA	53,0 aA
	CM - CM	3,7 aA	1,2 aB	49,7 bB	59,2 aA

(p<0,05);**(p<0,01); ^{n,s} (não significativo). Médias seguidas de mesma letra maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05)

Fonte: Freitas (2015)

4.3 Características Agronômicas da Soja

Nos modelos de seqüências de manejos de solo o sistema de plantio direto contínuo SPD-SPD obteve os maiores valores para população inicial e final nas duas safras de cultivo, também foi o modelo que apresentou os maiores valores para o índice de sobrevivência e altura de plantas. No sistema de plantio direto devemos ter uma grande quantidade de matéria seca na superfície do solo, e os discos de corte tem por função a abertura de um pequeno suco para a deposição da semente, assim menor revolvimento da superfície e melhores condições de déficit hídrico com a manutenção da palhada, melhorando então estande inicial e final, contudo por se tratar do primeiro ano de plantio direto havia mínima quantidade de palha com isso o maior índice de mortalidade (Tabela 17). (GONÇALVES. et al. 2010) trabalhando com o manejo do solo em plantio direto ocasionou uma decomposição de resíduos de milho e soja mais lenta que a da semeadura convencional, sendo que ao final do ciclo de estudo o plantio direto mostrou, aproximadamente, entre 16 a 17% a mais de resíduos.

Tabela 17 - Valores médios obtidos para população inicial – P.I e população final – P.F, (n° de plantas ha⁻¹), Índice de sobrevivência – I.S (%) e altura de plantas – A.P(m) em função do manejo de solo e o uso de gesso na primeira safra de cultivo.

Causas da Variação		P.I	P.F	I.S	A.P	
		(n/ha ⁻¹)		(%)	(m)	
Manejo = M	CM - SPD	2151 b	1909 b	89,3 a	0,82	
	SPD - CM	2412 b	2022 b	84,5 ab	0,83	
	SPD - SPD	2922 a	2251 a	77,2 b	0,85	
	CM - CM	2357 b	2053 ab	87,2 a	0,81	
Gesso = G	Com	2488	2068	83,8	0,81	
	Sem	2433	2049	85,3	0,84	
valor de F	M	14,11**	5,79**	4,48*	0,40 ^{n.s}	
	G	0,40 ^{n.s}	0,10 ^{n.s}	0,39 ^{n.s}	1,52 ^{n.s}	
	M*G	0,09 ^{n.s}	2,74 ^{n.s}	1,83 ^{n.s}	0,61 ^{n.s}	
DMS	M	33990	22773	0,09	0,10	
	G	17977	12043	0,01	0,05	
	M*G		48069	32206	0,13	0,14
			35952	24087	0,1	0,11
Média geral		246108	205923	0,84	0,83	
CV (%)		10,01	8,02	8,35	9,08	

* (p<0,05);** (p<0,01); ^{n.s} (não significativo). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Fonte: Freitas (2015)

Em relação ao segundo ano de cultivo de soja, pode observar que os valores para a população inicial e final são maiores no sistema de plantio direto, já para o índice de

sobrevivência não houve diferença significativa (Tabela 18), mas os valores de mortalidade de plantas diminuíram significativamente entre as safras (Tabelas 18 e 19). Em trabalho desenvolvido por Franchini et al. (2012) em um Latossolo Vermelho distroférico, verificou-se que a fase de estabilização do SPD foi de seis anos. Portanto em SPD-SPD ha um aumento gradual do teor de matéria orgânica do solo, especialmente na camada superficial, com importância de a estabilização do sistema, que pode ser atribuída à melhoria de vários atributos físicos, químicos e biológicos do solo.

Tabela 18 - Valores médios obtidos para população inicial – P.I e população final – P.F, (n° de plantas ha⁻¹), Índice de sobrevivência – I.S (%) e altura de plantas – A.P(m) em função do manejo de solo e o uso de gesso na segunda safra de cultivo.

Causas da Variação		P.I	P.F	I.S	A.P
		(n/ha ⁻¹)		(%)	(m)
Manejo = M	CM - SPD	2399 b	2085 b	86,7	0,72
	SPD - CM	2594 ab	2311 ab	88,9	0,75
	SPD - SPD	2720 a	2456 a	90,0	0,75
	CM - CM	2459 ab	2122 b	90,1	0,72
Gesso = G	Com	2539	2286	89,9	0,75
	Sem	2531	2183	87,8	0,72
valor de F	M	3,03*	7,31**	1,86n,s	0,51 ^{n.s}
	G	0,02 ^{n.s}	2,92n,s	3,58n,s	1,84 ^{n.s}
	M*G	0,51 ^{n.s}	1,75n,s	3,69*	0,45 ^{n.s}
DMS	M	30629	2384	0,04	0,09
	G	15935	1240	0,02	0,04
	M*G	42612	3318	0,06	0,12
		39034	3039	0,05	0,11
Média geral		2535	2234	0,88	0,74
CV (%)		8,61	7,61	3,57	8,75

* (p<0,05);** (p<0,01); ^{n.s} (não significativo). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Fonte: Freitas (2015)

Em relação ao uso do gesso não houve diferença significativa para nenhuma das variáveis populações inicial (P.I), final (P.F), índice de sobrevivência (I.S) e altura de plantas (A.P), nas duas safras, mas devemos atentar que quando utilizou o gesso os valores foram um pouco maiores para estas variáveis, somente o índice de sobrevivência foi um pouco menor na primeira safra (Tabelas 17 e 18). (SOUZA, et al. 2010) em experimento com sistema de plantio direto e convencional e dose de gesso observou que o efeito residual de gesso não proporcionou diferença significativa nas variáveis inserção de vagens, número de vagens, peso de 100 grãos e produtividade, mas obteve diferença na altura de plantas .

Tabela 19 – Valores médios obtidos no desdobramento do Índice de sobrevivência – I.S (%) em função do manejo de solo e gesso na segunda safra de soja

Manejo = M	I.S	
	Gesso	
	com	sem
CM - SPD	90,7 Aa	82,7 Bb
SPD - CM	88,5 Aa	89,1 Aab
SPD - SPD	91,2 Aa	88,0 Aab
CM - CM	89,2 Aa	90,7 Aa

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de tukey ($p < 0,05$)

Fonte: Freitas (2015)

Os valores demonstraram que quando se utilizou o gesso não houve diferença significativa entre as seqüências de manejos de solo, mas quando não se utilizou o gesso o tratamento com CM-SPD obteve diferença significativa com os menores valores no índice de sobrevivência (Tabela 19), provavelmente o efeito residual do gesso pode ter atuado nos agregados do solo, assim de forma a menor grau de compactação melhorando as estruturas do solo, ou ainda disponibilizado maiores teores de nutrientes com a presença do cálcio e neutralização do alumínio com isso melhorando a distribuição do sistema radicular.

O gesso possibilita melhores condições do solo, podendo atuar, de certa forma, como condicionador para a descompactação do solo (RAIJ, 2008). Trabalhando com doses de gesso, (ROSA JUNIOR; VITORINO, 1994; ROSA JUNIOR et al., 2006) concluíram que a gessagem pode atuar como condicionador das estruturas do solo, favorecendo a agregação, e conseqüente melhoria na estrutura do solo.

Nas tabelas 20 e 21 estão os valores médios obtidos para o numero de vagem por planta - N. V.P, altura da inserção da 1^o vagem - A.I.V (m), massa de 100 grãos - M.G(g) e produtividade de grãos P.G (kg ha^{-1}) para os manejos de solo e gesso na duas safras de soja.

Somente o N.V.P obteve diferença significativa na primeira safra de soja, e os maiores valores foram obtidos no manejo com CM – SPD, mesmo sem diferença na segunda safra este tratamento também obteve os maiores valores . Souza, et al. (2010) onde em sistemas de manejos com plantio direto e convencional observou efeito significativo para número de vagens por planta, em que o plantio convencional foi superior ao plantio direto, mas sem incremento na produtividade

Tabela 20 - Valores médios obtidos para o número de vagem por planta – N. V.P, altura da inserção da 1^o vagem - A.I.V (m), massa de 100 grãos – M.G(g) e produtividade de grãos P.G (kg ha⁻¹) para os manejos de solo e gesso na primeira safra de soja.

Causas da Variação		N.V.P	A.I.V	M.G	P.G
			(m)	(g)	(Kg/ha ⁻¹)
Manejo = M	CM - SPD	70,5 a	0,18	17,5	3279
	SPD - CM	60,1 b	0,18	16,4	3277
	SPD - SPD	62,5 ab	0,19	16,8	3577
	CM - CM	65,7 ab	0,20	16,4	3403
Gesso = G	Com	64,0	0,19	16,9	3371
	Sem	65,3	0,18	16,7	3397
valor de F	M	4,67*	1,17 ^{n.s}	0,95 ^{n.s}	0,81 ^{n.s}
	G	0,39 ^{n.s}	1,05 ^{n.s}	0,11 ^{n.s}	0,02 ^{n.s}
	M*G	37,38**	0,005 ^{n.s}	1,52 ^{n.s}	0,96 ^{n.s}
DMS	M	8,10	0,03	2,02	609
	G	4,28	0,01	1,07	322
	M*G	11,4	0,05	2,86	862
		8,57	0,03	2,14	644
Média geral		64,7	0,19	16,82	3384
CV (%)		9,08	13,47	8,72	13,06

* (p<0,05);** (p<0,01); ^{n.s} (não significativo). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Fonte: Freitas (2015)

Interessante observarmos que a massa de 100 grãos (M.G) foi maior e a produtividade de grãos (P.G) foi menor na segunda safra em relação à primeira safra de soja, contudo este fato pode ser explicado devido aos valores do número de vagens por planta (N.V.P), onde nota altos valores na primeira safra de cultivo em relação a segunda safra (Tabelas 20 e 21). Conforme Dalchiavon; Carvalho (2012), a produtividade de grãos da soja tem correlação direta com o número de vagens por planta, número de grãos por planta, massa de mil grãos, massa de grãos por planta.

Somente a M.G foi estatisticamente diferente com o uso do gesso na segunda safra de soja (Tabela 21), uma vez que o gesso possui característica de adensamento do solo devido a maior agregação do solo ou ainda melhores condições químicas pelo fornecimento de cálcio e neutralização da acidez potencial, assim maior distribuição de raízes em perfil do solo. Mesmo sem diferença significativa da P.G nas duas safras, nota uma diferença de 100 kg/ha⁻¹ no tratamento com SPD-SPD em relação aos outros tratamentos. Nos sistemas com escarificação periódica do solo Moraes; (2013) conclui que a prática da subsolagem esporádica do solo é dispensável, pois causa o rompimento nas estruturas dos agregados estáveis do solo, não favorece incrementos de produtividade de grãos de soja em relação aos sistemas sem revolvimento do solo. Franchini et al. (2011), relata que a escarificação nem sempre resulta em benefícios ao desenvolvimento das culturas, o autor observou que a escarificação periódica do SPD a cada três anos, associada à rotação de culturas, aumentou

significativamente a produtividade da soja em relação ao SPD contínuo em apenas uma de 21 safras avaliadas.

Tabela 21 - Valores médios obtidos para o numero de vagem planta – N. V.P, altura da inserção da 1^o vagem - A.I.V (m), massa de 100 grãos – M.G(g) e produtividade de grãos P.G (kg ha⁻¹) para os manejos de solo e gesso na segunda safra de soja.

Causas da Variação		N.V.P	A.I.V (m)	M.G (g)	P.G (Kg/ha ⁻¹)	
Manejo = M	CM - SPD	50,3	0,23	20,0	2889	
	SPD - CM	49,7	0,25	20,7	2803	
	SPD - SPD	40,5	0,26	20,2	2923	
	CM - CM	47,6	0,26	20,0	2766	
Gesso = G	Com	44,7	0,26	20,9 a	2826	
	Sem	50,5	0,24	19,6 b	2849	
valor de F	M	1,95 ^{n.s}	1,24 ^{n.s}	0,51 ^{n.s}	0,27 ^{n.s}	
	G	3,80 ^{n.s}	1,16 ^{n.s}	7,50*	0,02 ^{n.s}	
	M*G	1,92 ^{n.s}	0,01 ^{n.s}	2,90 ^{n.s}	1,56 ^{n.s}	
DMS	M	11,68	0,04	1,92	527	
	G	6,08	0,02	1,0	274	
	M*G		16,26	0,06	2,68	733
			14,89	0,06	2,45	548
Média geral		47,62	0,25	20,31	2837	
CV (%)		17,50	13,54	6,77	13,25	

* (p<0,05);** (p<0,01); ^{n.s} (não significativo). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Fonte: Freitas (2015)

O numero de vagens por planta de soja foram alteradas em função dos sistemas de manejo do solo (Tabela 22). O SPD-CM resultou em um maior numero de vagens por planta de soja, o qual não diferiu do tratamento CM-SPD quando o gesso foi aplicado. Houve uma redução significativa no numero de vagens por planta quando o gesso não foi aplicado no tratamento com SPD-CM. Podemos ressaltar que o maior numero de vagem por planta na presença do efeito residual do gesso pode ter sido mais pronunciado devido ao menor grau de adensamento do solo na presença do manejo com cultivo mínimo, a maior agregação do solo no sistema de plantio direto, conseqüentemente melhorando a estrutura e as condições de distribuição do sistema radicular

Tabela 22 – Valores médios obtidos no desdobramento do número de vagem planta – N. V.P em função do manejo de solo e gesso na primeira safra de soja

Manejo do Solo = M	N.V.P	
	Gesso	
	com	sem
CM - SPD	68 Aab	73 Aab
SPD - CM	77 Aa	43 Bc
SPD - SPD	59 Abc	66 Ab
CM - CM	52 Bc	79 Aa

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de tukey ($p < 0,05$)

Fonte: Freitas (2015)

5 CONCLUSÕES

Entre os sistemas de manejo pode se concluir que no sistema de plantio direto contínuo SPD-SPD obtém-se as melhores características físicas do solo por apresentar uma melhor manutenção de agregados e poros estáveis ao longo do tempo em perfil.

Os vários métodos, formas ou seqüências de manejos de solo adotados e junto a gessagem podem influenciar nas características físicas do solo, os melhores valores foram observados no sistema de plantio direto SPD-SPD, que além de conservar as estruturas dos agregados com o uso do gesso, possibilitou um aumento da Pt e diminuição da Ds.

Em relação aos sistemas de manejo do solo ocorreram poucas variações nos atributos químicos. No sistema de plantio direto SPD-SPD os valores são mais estáveis nas duas safras e profundidades, foram obtidos os maiores valores para a matéria orgânica (M.O), o potássio(K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), e um dos valores mais baixos para o alumínio (Al). O uso do gesso proporcionou melhores disponibilidades de nutrientes em perfil do solo independentemente do manejo de solo empregado.

O sistema de plantio direto proporcionou os maiores valores para a população inicial, final, massa de grãos e produtividade nas duas safras de soja, mas não obteve os maiores valores para o índice de sobrevivência, número de vagens por planta. O uso do gesso agrícola somente proporcionou diferença no número de vagens por planta na primeira safra e na massa de grãos na segunda safra.

REFERÊNCIAS

- AMARAL Sobrinho, N. M. B.; MAZUR, N. Soil preparation and nutrient losses by conditions of intensive nutrient extraction. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 173, n. 2, p. 108- 118, 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395 p.
- CAIRES, E. F. Calagem e uso de gesso em sistema plantio direto. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 128 p. 11, 2012.
- CAIRES, E. F. et al. Surface application of lime for crop grain production under no-till system. **Agronomy Journal**, Madison, v. 97, p. 791-798, 2005.
- CAIRES, E. F.; BANZATTO, D. A.; FONSECA, A. F. Calagem na superfície em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 24, n. 1, p.161-169, 2000.
- CAIRES, E. F.; BLUM, J.; BARTH, G.; GARBUIO, F. J.;KUSMAN, M. T. Alterações químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na implantação do sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, n. 2, p. 275-286, 2003.
- CAIRES, E. F.; CHURKA, S.; GARBUIO, F. J.; FERRARI, R. A.; MORGANO, M. A. Soybean yield and quality as function of lime and gypsum applications. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 63, n. 4, p. 370-379, 2006.
- CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1997. 132 p.
- CAVENAGE, A.; MORAES, M. L. T.; ALVES, M. C.; CARVALHO, M. A. C.; FREITAS, M. L. M.; BUZETTI, S. Alterações nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho Escuro sob diferentes cultivos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 23, p. 997-1003, 1999.
- COGO, N. P.; LEVIEN, R.; SCHWARZ, R. A. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 27, p. 743-753, 2003.
- COSTA, F. S.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; FONTOURA, S. M. V.; WOBETO, C. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas plantio direto e preparo convencional **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, p. 527-535, 2003.
- DALCHIAVON, F. C.; CARVALHO, M. P. Correlação linear e espacial dos componentes de produção e produtividade da soja. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 541-552, 2012.
- DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; CONTE, O.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; TORRES, E.; SARAIVA, O. F.; OLIVEIRA, M. C.N. **Sistemas de preparo do solo: trinta anos de**

pesquisas na Embrapa Soja. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 72 p. (Documentos /Embrapa Soja, 342).

DIAS, L.E. **Uso de gesso como insumo agrícola**. Seropédica: Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Biologia -CNPBS, 6 p. (Comunicado Técnico 7) 1992.

EMPRESA BRASILEIRA PESQUISA AGROPECUÁRIA – Embrapa. **EMBRAPA SOJA– Tecnologia de produção de soja–Região Central do Brasil 2005**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 242 p. Disponível em: <
http://www.cnpso.embrapa.br/download/publicacao/central_2005.pdf>. Acesso em 02 abr. 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- Embrapa. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análises de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997. 212 p..

FAVARETTO, N.; NORTON, L. D.; BROUDER, S. M.; JOERN, B. C. Gypsum amendment and exchangeable calcium and magnesium effects on plant nutrition under erosion in the culture cucumber. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 6, p. 572-577. 2008.

FAVARETTO, N.; NORTON, L. D.; BROUDER, S. M.; JOERN, B.C. Gypsum amendment and exchangeable calcium and magnesium effects on plant nutrition under conditions of intensive nutrient extraction. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 133, p. 108-118, 2008.

FRANCHINI, J. C.; COSTA, J. M.; DEBIASI, H.; TORRES, E. **Importância da rotação de culturas para a produção agrícola sustentável no Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 52 p. (Embrapa Soja. Documentos, 327).

FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; TONON, B. C.; FARIAS, J. R. B.; OLIVEIRA, M. C. N.; TORRES, E. Evolution of crop yields in different tillage and cropping systems over two decades in southern Brazil. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.137, p. 178-185, 2012.

FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; SACOMAN, A.; NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B. **Manejo do solo para redução das perdas de produtividade pela seca**. Londrina: Embrapa Soja, 2009. 39 p. (Embrapa Soja. Documentos, 314).

GONÇALVES, S. L.; SARAIVA, O. F.; FRANCHINI, J. C.; TORRES, E. **Decomposição de resíduos de milho e soja em função do tempo e do manejo do solo**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 19 p. (Embrapa Soja. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 23).

HERNANDEZ, F. B. T. et al. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira: UNESP/FEIS - Área de Hidráulica e Irrigação, 1995. 45 p. (Série irrigação, 01).

- LIMA, R. C. ; MELLO, L. M. M. ; YANO, E. H. ; SILVA, J. O. R. ; CESARIN, A. L. . modalities for soil preparation and gypsum application in ultisol: stem productivity of sugarcane. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 33, p. 1180-1190, 2013.
- MARTORANO, L. G.; BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; FARIA, R. T.; MIELNICZUK, J.; COMIRAN, F. Indicadores da condição hídrica do solo com soja em plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 4, p. 397–405, 2009.
- MORAES, M. T. **Qualidade física do solo sob diferentes tempos de adoção e de escarificação do sistema plantio direto e sua relação com a rotação de culturas**. 2013. 205 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013
- NÚÑEZ, J. E. V.; AMARAL SOBRINHO, N. M. B.; MAZUR, N. Conseqüências de diferentes sistemas de preparo do solo sobre distribuição química e perdas de fósforo de um argissolo. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 1, p. 101-109, 2003.
- OLIVEIRA, F .S. **Perspectivas do uso de gesso agrícola em cafezais no planalto de vitória da conquista-Bahia**. 2013. 48 f Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitoria da Conquista, 2013.
- OLIVEIRA, E. L.; PAVAN, M. A. Control of soil acidity in no-tillage system for soybean production. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 38, p. 47-57, 1996.
- OLIVEIRA, G. C.; DIAS JUNIOR, M. S.; RESCK, D.V. S.; CURI, N. Caracterização química e físico-hídrica de uma Latossolo Vermelho após vinte anos de manejo e cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 28, n. 2, p. 327-336, 2004.
- RAIJ, B. van. **Gesso na agricultura**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2008. 233 p.
- RAMIREZ-LOPEZ, L.; REINA-SANCHEZ, A.; CAMACHO-TAMAYO, J. H. Variabilidade espacial de atributos físicos de un Typic Haplustox de los Llanos Orientales de Colômbia. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, p. 55-63, 2008.
- REICHERT, J. M.; ALBUQUERQUE, J. A.; GUBIANI, P. I.; KAISER, D. R.; MINELLA, J. P. G.; REINERT, D. J. Hidrologia do solo, disponibilidade de água às plantas e zoneamento agroclimático. In: KLAUBERG FILHO, O.; MAFRA, A. L.; GATIBONI, L. C. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2011. v. 7, p. 1-54, 2011.
- REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. **Propriedades físicas do solo**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, 2006. 18 p.
- RHEINHEIMER, D. S. et al. Alterações de atributos do solo pela calagem superficial e incorporada a partir de pastagem natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 24, p. 797-805, 2000.
- ROSA JÚNIOR, E. J.; MARTINS, R. M. G.; ROSA, Y. B. C. J.; CREMON, C. Calcário e gesso como condicionantes físico e químico de um solo de cerrado sob três sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.36, p.37-44, 2006.

- SANTIAGO, A. D. ;ROSSETTO, R **Cultivo mínimo**. Brasília: Embrapa, 2007b.
- SECCO, D.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; ROS, C..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, p. 797-804, 2004.
- SEKI, A. S. **Demanda energética e produtividade da soja e do milho em áreas de plantio direto e cultivo mínimo**. 2010. 131 f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010
- SILVA, S. G. C.; SILVA, A. P.; GIAROLA, N. F. B.; TORMENA, C. A.; SÁ, J. C. M. Temporary effect of chiseling on the compaction of a Rhodic Hapludox under no-tillage. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 36, n. 2, p. 547-555, 2012.
- SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E.; REIN, T. A. **Uso de gesso agrícola nos solos dos Cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1996. 20 p. (EMBRAPA-CPAC. Circular Técnica, 32).
- SOUZA, E. D.; CARNEIRO, M. A. C.; PAULINO, H. B. Atributos físicos de um Neossolo Quartzarênico e um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 11, p. 1135-1139, 2005. Disponível em: < <http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/7075/4123>>. Acesso em: 02 abr. 2015.
- SOUZA, F. R. ; ROSA JUNIOR, E. J. ; FIETZ, C. R. ; BERGAMIN, A. C. ; ROSA JUNIOR, Y. B. C. ; ZEVIANI, W. M. Efeito do gesso nas propriedades químicas do solo sob dois sistemas de manejo. **Semina**. Ciências Agrárias, v. 5, p. 1717-1732, 2012. Disponível em: < <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/949961/1/semina.pdf>>. Acesso em: 02 abr. 2015.
- SOUZA, F. R.; ROSA JUNIOR, E. J.; FIETZ, C. R.; BERGAMIN, A. C.; VENTUROSO, L. R.; ROSA, Y. B. C. J. Atributos físicos e desempenho agrônômico da cultura da soja em um Latossolo Vermelho Distroférrico submetido a dois sistemas de manejos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 6, p. 1357-1364, 2010.
- TORRES, E.; SARAIVA, O. F.; PICCININ, J.L.; FARIAS, J. R. B.; GALERANI, P. R.; GAZZIERO, D. L. P. **Avaliação de sistemas de preparo do solo, rotação de culturas e semeadura da soja**. Londrina, PR: Embrapa Soja, 1998. (Série Documentos).
- TORRES, J. L. R.; FABIAN, A. J.; PEREIRA, M. G. Alterações dos atributos físicos de um latossolo vermelho submetido a diferentes sistemas de manejo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavra, v. 35, n. 3, p. 437-445, 2011.
- VASQUEZ, E. V.; DE MARIA, I. C. Influencia del Laboreo sobre la rugosidad del suelo y La retención de agua en un Ferrasol. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29, 2003, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: SBCS, 2003. CD-ROM.

VERNETTI JÚNIOR, F. J.; GOMES, A. S. **Plantio direto**: uma opção de manejo para a produção agrícola sustentável. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 1999. 69 p. (Documentos, 58).

ZAMBROSI, F. C. B.; ALLEONI, L. R. F.; CAIRES, E. F. Aplicação de gesso agrícola e especiação iônica da solução de um Latossolo sob sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, p. 110-117, 2007b.

ZOTARELLI, L.; ZATORRE, N.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S.; JANTALIA, C. P.; FRANCHINI, J.C.; ALVES, B.J.R. Influence of no-tillage and frequency of a green manure legume in crop rotations for balancing N outputs and reserving soil organic C stocks. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 132, p. 185-195, 2012.