

Impacto do uso de espécies de cobertura na estrutura de um Latossolo Argiloso e seus reflexos no rendimento de grão de soja

Bruna de Villa¹, Deonir Secco^{1,2}, Luciene Kazue Tokura², Maurício Antônio Pilatti², Macarius Cesar Di Lauro Moreira², Marcos Felipe Leal Martins²

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Curso de Engenharia Agrícola. Rua Universitária 2069, Jardim Universitário, CEP 85819-110, Cascavel – PR.

²Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Energia na Agricultura. Rua Universitária, n. 2069, CEP: 85.819-110, Jardim Universitário, Cascavel, PR.

Email autor correspondente: bruna.devilla.58@hotmail.com

Artigo enviado em 04/01/2017, aceito em 30/03/2017.

Resumo: O manejo conservacionista, juntamente com a rotação de cultura podem influenciar de forma positiva as características físicas do solo. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o sistema de rotação de culturas com espécies “recuperadoras” de estrutura e posteriormente analisar os efeitos do uso destas no rendimento de grãos da soja. Os tratamentos foram constituídos por seis espécies de cobertura: milheto (*Pennisetum americanum*), guandú anão (*Cajanus cajan*), crotalária juncea (*Crotalaria juncea*), feijão guandú (*Cajanus cajan*), crotalária spectabilis (*Crotalaria spectabilis*), mucuna preta (*Mucuna aterrima*), e, três sistemas de manejo: sistema de plantio direto escarificado, sistema plantio direto com aplicação de gesso agrícola e sistema plantio direto tradicional (testemunha). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 4 repetições em parcelas experimentais de 20x25 m. Foram coletadas amostras indeformadas de solo nas camadas de 0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm, antes e após o cultivo destas espécies, onde foi avaliada a densidade e o espaço poroso do solo. O rendimento de grãos de soja foi avaliado em subparcelas de 4 m² em cada tratamento e a umidade dos grãos corrigida a 13%. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância. As espécies de cobertura vegetal guandú anão e crotalária juncea foram as espécies que apresentaram maior potencial estruturante do solo. O rendimento de grãos de soja não apresentou diferença significativa nos tratamentos avaliados.

Palavras-chave: Compactação do solo; sistema plantio direto, plantas de cobertura.

Impact of using cover crops in the structure of a Clayey Oxisol and its effects on soybean yield

Abstract: The conservation management system together with the crop rotation can positively influence the physical characteristics of the soil. Thus, this study aimed to recover the physical structure of the soil, using crop rotation with species system "reclaimers" and then analyze the effects of using these in the yield of soy beans. The treatments consisted of six species "reclaimers" soil structure: pearl

millet (*Pennisetum americanum*), guandu dwarf (*Cajanus cajan*), juncea (*Crotalaria juncea*), pigeon pea (*Cajanus cajan*), *Crotalaria spectabilis*, velvet bean (*Mucuna aterrima*)), and three management systems: no-tillage, planting system with plaster and traditional tillage system (control). The experimental design was completely randomized with 4 replications in plots of 20x25 m. Undisturbed soil samples were collected at depths of 0-10 cm, 10-20 cm and 20-30 cm before and after cultivation of these species, which evaluated the density and pore space of the soil. The yield of soybeans was evaluated in subplots of 4 m² for each treatment and the grain moisture corrected 13%. The treatment means were compared by Tukey test at 5% significance. The dwarf pigeon pea and juncea species were the species that had the highest soil structuring potential. The yield of soybean grains showed no significant difference in the treatments evaluated.

Key words: species "reclaimers", soil physics, crop rotation.

Introdução

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é, atualmente, o principal cultivo do Brasil. De acordo com dados da Conab (2017), o Brasil teve uma safra em dezembro com 100 milhões de toneladas em 2016, além disso o País está consolidado como o segundo produtor mundial de soja, com uma média de 3500 kg ha⁻¹. Desse montante, o estado do Paraná apresenta uma área cultivada de 5249,6 mil hectares, contribuindo com uma safra de aproximadamente 16,74 milhões de toneladas.

A busca por um sistema de cultivo que melhore a estrutura do solo ao longo do tempo, causando o menor impacto ambiental, é essencial para a agricultura moderna. Neste contexto deve-se adotar um sistema de cultivo que contribua para a melhoria da qualidade do solo, aumentando a produtividade das culturas e reduzindo o custo final de produção (MELO et al., 2007).

Os sistemas conservacionistas associam a redução do revolvimento do solo à rotação de diferentes usos e culturas; à manutenção permanente da cobertura do solo; ao manejo integrado de pragas, doenças e

plantas daninhas; à seleção de espécies vegetais e ao desenvolvimento de variedades e cultivares mais produtivas e adaptadas; aos sistemas de adubação mais racionais (EMBRAPA, 2010).

O sucesso do sistema plantio direto depende da manutenção de cultivos capazes de gerar quantidades de matéria seca suficientes para manter o solo coberto durante todo o ano, o que significa que áreas destinadas às culturas de primavera-verão não deve permanecer em pousio durante o inverno, sendo necessário o uso de rotação de culturas, com a inclusão de plantas de cobertura (CERETTA et al., 2002; ANDREOTTI et al., 2008; AMARAL et al., 2014;). Sendo assim a seleção das plantas de cobertura que farão parte da rotação de cultura é fundamental para que se tenha uma boa cobertura de solo, que seja adaptada a região e que tenha uma boa profundidade de raiz, para avaliar os efeitos negativos da compactação com redução da densidade e aumento do espaço poroso do solo. A escolha de espécies vegetais para introdução nos sistemas de cultura depende da adaptação destas espécies e das

condições de clima de cada região e do interesse do produtor (SILVA e ROSOLEM, 2001).

Assim, este trabalho objetivou avaliar o efeito do uso de espécies denominadas “recuperadoras” na estrutura de Latossolos argilosos sob sistema plantio direto e seus reflexos no rendimento de grãos na cultura da soja.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR, na estação experimental de Santa Tereza do Oeste. A área experimental foi constituída por nove parcelas de 20x25 metros, em delineamento experimental inteiramente casualizado, sendo uma parcela de plantio direto tradicional, uma com sistema de plantio direto escarificado, uma com sistema de plantio direto gessado e as outras seis com sistema de plantio direto com implantação de espécies denominadas “recuperadoras” de estrutura: milheto (*Pennisetum americanum*), guandú anão (*Cajanus cajan*), crotalária juncea (*Crotalaria juncea*), feijão guandú (*Cajanus cajan*), crotalária spectabilis (*Crotalaria spectabilis*), mucuna preta (*Mucuna aterrima*)).

As coletas das amostras de solo foram realizadas em nove parcelas, tendo cada parcela dois pontos de coleta, nas camadas de: 0-10, 10-20 e 20-30 cm, tendo-se duas repetições por profundidade.

A implantação das seis espécies de cobertura foi realizada no dia 27 de março, em sistema de plantio direto e a dessecação das plantas deveria ter ocorrido quando as espécies de cobertura se encontravam na plena floração.

Em laboratório foram realizadas as análises de macro e microporosidade, densidade do solo e de partícula, porosidade total e condutividade hidráulica saturada.

Para a realização das análises de macroporosidade, os anéis contendo as amostras de solo foram preparadas e alocadas para saturar por 24 horas. Posteriormente, as amostras de solo foram pesadas e colocadas na coluna de areia, para que a água presente nos macroporos fosse retiradas, permanecendo por um período de 4 dias.

Na realização da microporosidade as amostras foram colocadas em estufa a 105°C por 48 horas (EMBRAPA, 1997).

A determinação da densidade de partícula foi determinada pelo método do balão volumétrico (EMBRAPA, 1997).

Para a determinação da condutividade hidráulica saturada, as amostras de solo, após saírem da coluna de areia, foram saturadas novamente por 24 horas, para em seguida serem colocadas no permeâmetro de carga constante para a realização das análises.

A semeadura da soja foi realizada no dia 07/11/2014 com a cultivar NK7059 (Vmax RR), sendo que as sementes foram tratadas com Cropstar 0,3 L/100 Kg de sementes + Vitamax – Thiram 0,3 L/100 kg de sementes. Na semeadura o espaçamento foi de 45 cm entre linhas, perfazendo um total de 16 sementes por metro linear. A adubação foi realizada com aplicação de 300 Kg/ha da formulação 02-20-20.

A colheita da soja foi realizada manualmente, no dia 10/03/15, onde se avaliou 4 linhas de 2,5 metros, com

espaçamento de 45 cm entre linhas, com 4 repetições (área de 4,5 m²) por parcela, para avaliação do rendimento de grãos de soja. As sementes foram limpas, retirando todas as impurezas e o seu peso foi corrigido para 13% de umidade. Avaliou-se também o peso de 100 grãos e número de plantas de soja.

A análise estatística foi obtida por meio da análise da variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância no programa SISVAR (FERREIRA, 2010).

Resultados e Discussão

Nas Tabelas 1, 2, 3, 4, 5 e 6 são apresentados os valores médios da densidade do solo, porosidade total, micro, macroporosidade e condutividade hidráulica saturado de amostras de solos nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-30 cm antes (2014) e após o cultivo das espécies de cobertura (2015).

Nas Tabelas 1 e 2, observou-se que houve diferença significativa entre os períodos para todos os parâmetros físicos do solo. No período de 2015, as parcelas com cobertura de guandu anão (GA), apresentou menor DS (0,87 Mg m⁻³) que no período anterior (1,04 Mg m⁻³). Essa mesma espécie GA também apresentou maior valor de PT (64,49%) e Ksat (302,63 mm h⁻¹). Neste mesmo período a cobertura de *Crotalaria juncea* (CJ) apresentou diferença significativa de 54,85% na PT e menor Micro (38,39%). Salienta-se que o SPDT obteve valor inferior para PT (56,07%) e na Macro (13,53%) na camada de 0-10 cm. Quanto ao GA podem-se justificar seus resultados pelo fato de ser uma planta de cobertura que melhora os

parâmetros físicos do solo, pelo fato de apresentar um sistema radicular profundo e vigoroso, sendo que quanto maior a abrangência de seu sistema radicular, maiores as quantidades de bioporos deixado pela cultura e com isso maior o espaço de vazios em um determinado volume de solo, resultando em uma maior percolação de água no perfil.

A CJ e o SPDT podem ter apresentados redução quanto aos valores de parâmetros físicos avaliados pelo fato de que a camada superficial poderia estar mais comprometidas do que nas parcelas das demais culturas e tratamentos. De acordo com Andrade e Stone (2009), o solo ideal para a produção agrícola deve apresentar porosidade total próxima a 50% e uma distribuição percentual de 34% de macroporos e 66% de microporos.

Quanto ao fato da condutividade hidráulica (Ksat) ter apresentado valores bem discrepantes dos dados e do coeficiente de variação (CV) se deve pelo fato de que até mesmo a menor mudança na estrutura do solo, implica diretamente em mudança deste parâmetro, sendo que de acordo com Mesquita e Moraes (2004) relata que, geralmente, os CV's dos métodos de determinação da Ksat são maiores que 70%. Segundo Eguchi et al. (2003), o elevada CV's dos dados do Ksat pode ser esclarecida pela heterogeneidade estrutural do solo em estudo, como também pela composição do solo com raízes de plantas, atividade microbiológica, fissuras localizadas causadas pelas épocas de estiagens, onde a contração do solo e entre outros fatores. Hurtado (2004) também relata que várias características físicas do solo são

responsáveis pelo alto CV do Ksat, sendo que este é influenciada por todas as propriedades que afetam a distribuição, o tamanho e a forma dos

poros da matriz do solo, tais como, densidade, textura, estrutura e porosidade.

Tabela 1. Valores médios da densidade (DS) e condutividade hidráulica do solo saturado (Ksat) do solo nas camadas de 0-10 cm, antes do cultivo das espécies de cobertura do solo.

Tratamentos	DS (Mg m ⁻³)		Ksat (mm h ⁻¹)	
	Camada de 0-10 cm			
	Períodos			
	2014	2015	2014	2015
MI	1,05aA	1,04abA	28,55aA	77,71abcA
GA	1,04aA	0,87bB	37,81aB	302,63aA
CJ	1,08aA	1,11aA	116,23aA	6,55cA
FG	1,09aA	1,03abA	103,99aA	20,45bcA
CS	1,07aA	1,08abA	166,36aA	157,54abcA
MP	1,07aA	1,01abA	52,28aA	51,64abcA
SPDE	1,06aA	1,07abA	84,84aA	92,94abcA
SPDG	0,98aA	0,91abA	250,28aA	266,29abA
SPDT	0,99aA	1,08Aa	85,48aA	36,15bcA
CV(%)	8,81		105,27	
Médias	1,03		107,65	
DMSC	0,13		160,13	
DMSL	0,21		257,43	

DS: densidade do solo; Ksat: condutividade hidráulica; MI: milheto; GA: guandu anão; CJ: crotalaria juncea; FG: feijão guandu; CS: crotalaria spectabilis; MP: mucuna preta; SPDE: sistema de plantio direto escarificado; SPDG: sistema de plantio direto com gesso; SPDT: sistema de plantio direto tradicional (testemunha). Médias seguidas pelas mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 2. Valores médios da porosidade total (PT), microporos (Micro) e macroporos (Macro) do solo nas camadas de 0-10 cm, antes do cultivo das espécies de cobertura do solo.

Tratamentos	PT (%)		Micro (%)		Macro (%)	
	Camada de 0-10 cm					
	Períodos					
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
MI	58,72aA	57,58abA	42,85aA	42,14abA	15,87aA	15,44aA
GA	59,34aB	64,49aA	43,78aA	48,83aA	15,56aA	15,66aA
CJ	57,60aA	54,85bA	45,26aA	38,39bB	12,33aA	16,45aA
FG	57,48aA	58,23abA	39,91aA	42,68abA	17,57aA	15,56aA
CS	58,15aA	56,16bA	41,10aA	40,92abA	17,05aA	15,24aA
MP	58,07aA	58,99abA	42,89aA	44,59abA	15,19aA	14,40aA
SPDE	58,73aA	56,52abA	41,46aA	39,97bA	17,27aA	16,55aA
SPDG	61,50aA	62,95abA	45,27aA	46,47abA	16,23aA	16,48aA
SPDT	61,20aA	56,07bB	42,39aA	42,54abA	18,82aA	13,53aB

CV(%)	6,13	8,46	20,54
Médias	58,70	42,86	15,84
DMSC	5,09	5,12	4,60
DMSL	8,18	8,23	7,39

PT: porosidade total; MICRO: Microporos; MACRO: Macroporos; MI: milho; GA: guandu anão; CJ: crotalaria juncea; FG: feijão guandu; CS: crotalaria spectabilis; MP: mucuna preta; SPDE: sistema de plantio direto escarificado; SPDG: sistema de plantio direto com gesso; SPDT: sistema de plantio direto tradicional (testemunha). Médias seguidas pelas mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

Analisando o ano de 2014, evidencia-se que o parâmetro físico Microporos apresentou diferença no tratamento de FG (36,35), quanto a DS o tratamento que apresentou diferença foi a CS (1,07). Dentro do período de 2015, denota-se que os tratamentos CS (0,98) e CJ (1,16) apresentaram diferença entre si no parâmetro DS; além disso, SPDG (90,41) e CJ (7,22) diferenciaram-se no parâmetro Ksat. No mesmo ano, no parâmetro Micro, CS (47,16) e FG (36,35) demonstraram diferença e quanto a PT a CS (64,8) apresentou diferença entre os demais tratamentos. Sendo que quanto a Macro FG diferiu quanto ao período (16,17-23,28).

O FG pode ter apresentado redução quanto aos valores de parâmetros físicos avaliados pelo fato de que a camada avaliada poderia estar mais comprometidas do que nas

condições físicas do solo (Foloni et al., 2006). Consta-se que prejuízos da compactação nas propriedades hídricas de um Argissolo franco arenoso, mas com a

parcelas das demais culturas e tratamentos.

Quanto ao MI o mesmo pode ter apresentado aumento quanto aos macroporos por possuir alta extração de nutrientes que é possível por meio de sua ramificação radicular, o que após um determinado tempo deixa seus bioporos no solo.

Quanto a CS a mesma pode ter apresentado redução na densidade e aumento de macroporos por ser uma planta de cobertura, apresentando sistema radicular bem desenvolvido o que após um determinado período deixa seus bioporos no solo melhorando desta forma o perfil e a estrutura do solo. Observa-se que as raízes de *Crotalaria juncea*, por exemplo, podem crescer em camadas de solo compactado e desenvolver raízes fasciculadas nesta camada, contribuindo assim para a formação de bioporos e melhorando as

implantação da crotalaria aumentou a condutividade hidráulica, a infiltração e o armazenamento de água no solo (ABREU et al., 2004).

Tabela 3. Valores médios da densidade (DS) e condutividade hidráulica do solo saturado (Ksat) do solo nas camadas de 10-20 cm, antes do cultivo das espécies de cobertura do solo.

Tratamentos	DS (Mg m ⁻³)		Ksat (mm h ⁻¹)	
	Camada de 10-20 cm			
	Períodos			
	2014	2015	2014	2015
MI	0,99bB	1,12abA	25,90cA	48,64bcA
GA	1,07abA	1,06abA	14,27cB	63,11abA
CJ	1,06abB	1,16aA	99,01aA	7,22dB
FG	1,12abA	1,12abA	70,16abA	41,21bcdB
CS	1,07abA	0,98bA	52,92bcA	52,92abcA
MP	1,04abA	1,04abA	41,76bcA	40,42bcdA
SPDE	1,16aA	1,11abA	30,92cA	21,77cdA
SPDG	1,01abA	1,00bA	25,93cB	90,41aA
SPDT	1,08abA	1,08abA	80,54abA	34,61bcdB
CV(%)	6,28		36,63	
Médias	1,07		46,76	
DMSC	0,09		24,21	
DMSL	0,15		38,92	

DS: densidade do solo; Ksat: condutividade hidráulica; MI: milheto; GA: guandu anão; CJ: crotalaria juncea; FG: feijão guandu; CS: crotalaria spectabilis; MP: mucuna preta; SPDE: sistema de plantio direto escarificado; SPDG: sistema de plantio direto com gesso; SPDT: sistema de plantio direto tradicional (testemunha). Médias seguidas pelas mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 4. Valores médios da porosidade total (PT), microporos (Micro) e macroporos (Macro) do solo nas camadas de 10-20 cm, antes do cultivo das espécies de cobertura do solo.

Tratamentos	PT (%)		Micro (%)		Macro (%)	
	Camada de 10-20 cm					
	Períodos					
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
MI	61,72aA	59,77abA	47,79aA	38,20bB	13,93aB	21,57aA
GA	58,88aA	61,86abA	41,76abA	40,16abA	17,12aA	21,69aA
CJ	59,10aA	58,23bA	41,70abA	40,72abA	17,40aA	17,52aA
FG	56,82aA	59,63abA	40,65abA	36,35bA	16,17aB	23,28aA
CS	58,98aB	64,80aA	41,63aB	47,16aA	17,35aA	17,64aA
MP	59,77aA	62,39abA	45,15abA	44,04abA	14,62aA	18,34aA
SPDE	55,48aB	59,97abA	40,38abA	39,99abA	15,11aB	19,98aA
SPDG	61,01aA	63,91abA	45,25abA	41,38abA	15,75aB	22,52aA
SPDT	58,45aA	61,05abA	38,50bA	41,31abA	19,95aA	19,74aA
CV(%)	4,65		8,90		18,67	
Médias	60,10		41,78		18,32	
DMSC	3,95		5,25		4,83	
DMSL	6,35		8,44		7,77	

PT: porosidade total; MICRO: Microporos; MACRO: Macroporos; MI: milho; GA: guandu anão; CJ: crotalaria juncea; FG: feijão guandu; CS: crotalaria spectabilis; MP: mucuna preta; SPDE: sistema de plantio direto escarificado; SPDG: sistema de plantio direto com gesso; SPDT: sistema de plantio direto tradicional (testemunha). Médias seguidas pelas mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

Na Tabela 5 e 6, entre o período de estudo, o parâmetro DS demonstrou diferença significativa na parcela de CJ (1,12–0,98); Ksat em GA (18,61–238,10); e PT em CJ (57,18–64,50). Analisando o ano de 2014, evidencia-se que o parâmetro físico DS apresentou diferença entre os tratamentos de CJ (1,12) do SPDG (0,94). No ano de 2015, que em Macro, SPDG (14,16–22,65) foi relevante. No mesmo ano, o parâmetro Ksat, no tratamento GA (238,10) apresentou resultado expressivo. E quanto ao parâmetro PT diferenciou-se nos tratamentos GA (57,55) e CJ (57,18) no período de 2014.

O FG apresenta sistema radicular com bom potencial na absorção de água e possibilidade de reciclagem de nutrientes das camadas

mais profundas (Alvarenga et al., 1995).

Enquanto que Abreu et al (2004) atribuíram o aumento da condutividade hidráulica saturada do solo sob crotalaria em relação ao solo descoberto e à soja em plantio direto ou em solo escarificado, à formação e à manutenção de macroporos verticais ao longo do perfil do solo, decorrentes da decomposição das raízes, e à agressividade do sistema radicular da crotalaria, penetrando a camada subsuperficial do solo e constituindo um meio poroso mais contínuo.

Caires et al. (2003), afirmou que a aplicação de gesso agrícola em superfície é apontada como um alternativa para a melhoria do ambiente radicular, nos primeiros anos de cultivo.

Tabela 5. Valores médios da densidade (DS) e condutividade hidráulica do solo saturado (Ksat) do solo nas camadas de 20-30 cm, antes do cultivo das espécies de cobertura do solo.

Tratamentos	DS (Mg m ⁻³)		Ksat (mm h ⁻¹)	
	Camada de 20-30 cm			
	Períodos			
	2014	2015	2014	2015
MI	0,99abA	1,04aA	9,71aA	56,51bA
GA	1,11Aa	1,01aA	18,61aB	238,10aA
CJ	1,12aA	0,98aB	61,72aA	4,27bA
FG	1,01abA	1,02aA	19,07aA	19,07bA
CS	1,08abA	1,02aA	110,22aA	110,22bA
MP	0,97abA	0,97aA	29,86aA	36,54bA
SPDE	1,00abA	1,09aA	42,16aA	11,97bA
SPDG	0,94Ba	1,04aA	24,29aA	44,15bA

SPDT	1,05abA	1,03aA	13,02aA	31,94bA
CV(%)	7,26		114,89	
Médias	1,03		48,97	
DMSC	0,10		79,5	
DMSL	0,17		127,81	

DS: densidade do solo; Ksat: condutividade hidráulica; MI: milheto; GA: guandu anão; CJ: crotalaria juncea; FG: feijão guandu; CS: crotalaria spectabilis; MP: mucuna preta; SPDE: sistema de plantio direto escarificado; SPDG: sistema de plantio direto com gesso; SPDT: sistema de plantio direto tradicional (testemunha). Médias seguidas pelas mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 6. Valores médios da porosidade total (PT), microporos (Micro) e macroporos (Macro) do solo nas camadas de 20-30 cm, antes do cultivo das espécies de cobertura do solo.

Tratamentos	PT (%)		Micro (%)		Macro (%)	
	Camada de 20-30 cm					
	Períodos					
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
MI	62,21aA	62,71aA	46,80abA	44,35abA	15,41aA	18,36aA
GA	57,55aB	63,64aA	42,13abA	43,87abA	15,42aA	19,78aA
CJ	57,18aB	64,50aA	43,42abA	48,55aA	13,76aA	15,96aA
FG	61,28aA	63,38aA	46,15abA	41,67abA	15,13aB	21,71aA
CS	58,80aA	63,12aA	39,48bA	44,39abA	19,32aA	18,73aA
MP	62,77aA	65,02aA	47,07abA	47,44abA	15,70aA	17,57aA
SPDE	61,64aA	60,59aA	46,66abA	44,69abA	14,97aA	15,90aA
SPDG	63,85aA	62,41aA	49,68aA	39,76bB	14,16aB	22,65aA
SPDT	59,83aA	63,16aA	43,24abA	46,05abA	16,59aA	17,11aA
CV(%)	4,96		8,25		19,76	
Médias	61,87		44,74		17,12	
DMSC	4,34		5,21		4,78	
DMSL	6,98		8,38		7,69	

PT: porosidade total; MICRO: Microporos; MACRO: Macroporos; MI: milheto; GA: guandu anão; CJ: crotalaria juncea; FG: feijão guandu; CS: crotalaria spectabilis; MP: mucuna preta; SPDE: sistema de plantio direto escarificado; SPDG: sistema de plantio direto com gesso; SPDT: sistema de plantio direto tradicional (testemunha). Médias seguidas pelas mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

Os valores referentes ao rendimento de grãos, número de plantas e peso de 100 grãos de soja são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Peso de 100 grãos, número de plantas e rendimentos dos grãos da soja nos sistemas de manejo. E espécie de cobertura.

Tratamento	Peso de 100 grãos (g)	Número de plantas	Rendimento dos grãos (kg ha ⁻¹)
Milheto	13,39a	137,00a	3025,19a
Guandú anão	13,03a	133,75a	2944,11a
Crotalária juncea	13,20a	145,50a	2832,45a
Feijão guandú	12,64a	129,50a	2760,74a
Crotalária spectabilis	13,25a	127,50a	3035,22a
Mucuna preta	13,51a	140,50a	2911,95a
SPD escarificado	13,17a	130,50a	2699,59a
SPD com gesso	13,62a	122,25a	2861,11a
SPDT (testemunha)	12,72a	139,25a	2672,25a
Média geral	13,17	133,97	2860,29
CV (%)	3,19	7,40	8,39
DMS	1,00	23,61	571,40

Médias de tratamentos seguidas pelas mesmas letras na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

Os resultados do rendimento de grão de soja, não representaram diferenças estatísticas entre as espécies de cobertura vegetal e sistemas de manejo, possivelmente pelas boas condições estruturais do solo e clima. Observando-se o mesmo efeito quanto ao peso de 100 grãos e quanto ao número de plantas, sendo que as espécies de cobertura e sistemas de manejo não diferiram

Conclusão

As espécies de cobertura vegetal guandú anão e crotalária juncea foram às espécies que apresentaram maior potencial estruturante do solo.

O rendimento de grãos de soja não apresentou diferença significativa nos tratamentos avaliados.

Referências

ABREU, S. L.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. Escarificação mecânica e biológica para a redução da compactação em Argissolo franco-

estatisticamente. Fidalski et al (2015) constatou-se também que não houve aumento de produtividade das culturas subsequentes à calagem e ao revolvimento do solo e a produtividade no milho, aveia-preta e soja não dependiam do revolvimento e da incorporação de calcário nessa área agrícola, obtendo valores entre 3548 até 3863 kg ha⁻¹.

arenoso sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.519-531, 2004.

ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M. da; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A. J. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, p.175-185, 1995.

AMARAL, A. S.; ANGHINONI, I.; DESCHAMPS, F. C. Resíduos de plantas de cobertura e mobilidade dos produtos da dissolução do

calcário aplicado na superfície do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n.1, p.115-123, 2004.

ANDRADE, R. S.; STONE, L. F. S.; SILVEIRA, P. M. S. Culturas de cobertura e qualidade física de um Latossolo em plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.4, 2009.

ANDREOTTI, M.; ARALDI M.; GUIMARÃES, V.F.; FURLANI JUNIOR, E.; BUZETTI, S. Produtividade do milho safrinha e modificações químicas de um Latossolo em sistema plantio direto em função de espécies de cobertura após calagem superficial. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.30, n.1, p.109- 115, 2008.

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 Solo**, v.27, p.275-286, 2003.

CERETTA, C. A. BASSO, C. J.; HERBES, M. G.; POLETO, N.; SILVEIRA, M. J. da. Produção e decomposição de fitomassa de plantas invernais de cobertura de solo e milho, sob diferentes manejos da adubação nitrogenada. **Ciência Rural**, v. 32, n.1, p.49-54, 2002a.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Boletim de acompanhamento de safras: grãos: safra 2016-2017: **7º levantamento**. Brasília: Conab, 2012. 29p. Disponível em: Acesso em: 6 ago. 2012.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Boletim de acompanhamento de safras: grãos. **6º levantamento de safra**. 2013. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=>> . Acesso em: 19 junho. 2013.

EGUCHI, E. S.; SILVA, E. L.; OLIVEIRA, M. S. Variabilidade da condutividade hidráulica do solo saturado e da taxa de infiltração básica determinada “in situ”. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, edição especial, p. 1607-1613, 2003.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de Métodos de Análise de Solo**, 1997.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja região central do Brasil**. Embrapa soja sistema de produção n.1, 2010.

FERREIRA, D. F. **SISVAR - Sistema de análise de variância**. Versão 5.3. Lavras-MG: UFLA, 2010.

FIDALSKI, J.; YAGI, R.; TORMENA, C. A. Revolvimento Ocasional e Calagem em Latossolo Muito Argiloso em Sistema Plantio Direto Consolidado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.39, n.5, p.1483-1489, Viçosa Setembro/Outubro, 2015.

FOLONI, J. S. S.; LIMA, S. L.; BÜLL, L. T. Crescimento aéreo e radicular da soja e de plantas de cobertura em camadas compactadas de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p.49-57, 2006.

HURTADO, A. L. B. Variabilidade da condutividade hidráulica do solo em

valores fixos de umidade e de potencial matricial. 2004, 100f. **Tese** (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

MELO, D. de; PEREIRA, J. O.; NÓBREGA, L. H. P.; OLIVEIRA, M. C. de; MARCHETTI, I.; KEMPSKI, L. A. Características físicas e estruturais de um latossolo vermelho sob sistema de plantio direto e cultivo mínimo após quatro e oito anos de plantio direto. **Engenharia Agrícola**, Viçosa, MG, v.15, n.3, p. 228-237, jul./set., 2007.

MESQUITA, M. G. B. F.; MORAES, S. O. A dependência entre a condutividade hidráulica saturada e atributos físicos do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.3, p.963-969, mai/jun., 2004.

SILVA, R. H.; ROSOLEM, C. A. Crescimento radicular de espécies utilizadas como cobertura decorrente da compactação do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p.253-260, 2001.