**LUANA KAROLINA PENA**

# FITOSSOCIOLOGIA DE PLANTAS DANINHAS, PLANTAS DE COBERTURA E SISTEMAS DE PREPARO EM LATOSSOLO VERMELHO CULTIVADO COM SOJA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa *Campus* de Rio Paranaíba, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Alberto Carvalho Filho

Coorientadora: Cinara Xavier de Almeida

**RIO PARANAÍBA- MINAS GERAIS**
**2020**

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca da Universidade Federal de Viçosa - Câmpus Rio Paranaíba**

T
P397f
2020

Pena, Luana Karolina, 1994-
Fitossociologia de plantas daninhas, plantas de cobertura e sistemas de preparo em latossolo vermelho cultivado com soja / Luana Karolina Pena. – Rio Paranaíba, MG, 2020.
61 f : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Alberto Carvalho Filho.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Atributos físicos. 2. Compactação. 3. Culturas em pré-safra. 4. *Glycine max*. I. Universidade Federal de Viçosa. INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS. Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal). II. Título.

633.34

**LUANA KAROLINA PENA**

# FITOSSOCIOLOGIA DE PLANTAS DANINHAS, PLANTAS DE COBERTURA E SISTEMAS DE PREPARO EM LATOSSOLO VERMELHO CULTIVADO COM SOJA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa – *Campus* de Rio Paranaíba, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Agronomia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 20 de fevereiro de 2020.

Assentimento:

_____

Luana Karolina Pena
(Autora)

_____

Alberto Carvalho Filho
(Orientador)

*Dedico aos meus pais,*

*Por me darem todo o suporte para*

*que eu chegasse até aqui. Meu eterno amor e gratidão.*

*Dedico.*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ser presença em minha vida, por me dar sabedoria e força para que eu não desistisse dessa jornada.

Aos meus pais Sueli e Sidney, pelo amor incondicional, pelo apoio, conselhos e força para que eu chegasse até aqui. Em especial a minha mãe, que foi meu alicerce, me ajudou no experimento, esteve comigo em todos os momentos.

A minha irmã Luciana pela amizade, companheirismo e ajuda durante o tabelamento dos dados experimentais.

Ao meu avô João (*in memoriam*), meu eterno amigo, me deixou no meio dessa jornada, mais sei que lá de cima cuida de mim.

Ao Matheus por todo amor e cuidado, paciência nos meus momentos de estudos e por toda a ajuda na condução do experimento.

A professora Cinara que é mais que uma coorientadora, é uma grande amiga desde quando iniciei a graduação, obrigada pela orientação durante a pesquisa e por sempre me ajudar e incentivar.

Ao professor Alberto, por me receber como orientada, pelo auxílio e paciência comigo durante esse período.

Ao professor Elias por disponibilizar seu laboratório em Uberlândia para que eu pudesse realizar algumas análises.

Ao técnico Douglas por todo auxílio com o trabalho topográfico.

Ao técnico Marcelo por toda ajuda e aos alunos da Universidade Federal de Uberlândia que estiveram no LAMAS durante minhas avaliações.

Ao meu primo Henrique pela consultoria durante o ciclo da cultura, pelos produtos, sementes, adubos doados.

Ao agrônomo da UFU, Siro, por todo o auxílio durante a condução do experimento.

Ao tratorista Ivan que esteve presente durante a condução do experimento, atendendo aos meus pedidos de aplicações, sempre com muito carisma e atenção.

Aos professores Jair e Vinicius pelo grande apoio na parte estatística.

Aos professores Marcelo Reis- e Edson pelo incentivo e auxilio nas avaliações com as plantas daninhas.

Ao meu amigo Arthur que me incentivou a não procrastinar.

A minha amiga que fiz no mestrado Laís Pucci, pela amizade, moradia e apoio.

Aos meus primos João Arthur, Gabriela, Karen, Kamilly por ajudarem nas avaliações do experimento.

Aos colegas do grupo de pesquisa QSOA-UFU, pela ajuda nas avaliações do experimento, Iago, Pedro, Isabella, Jordhanna, Danilo, Mariana, Léo e os demais que ajudaram.

Ao professor Ricardo Falqueto pela disponibilização da área experimental.

Ao professor Everson pelas dicas nas recomendações de produtos fitossanitários.

A todos os amigos que fiz no mestrado em Rio Paranaíba que sempre me deram apoio.

A UFU por sempre direcionar o caminho e pela disponibilização da área experimental.

A UFV por proporcionar estudos de qualidade e excelentes professores.

A todos os técnicos e funcionários da UFV.

A todos do programa de Pós-graduação em Agronomia de Rio Paranaíba.

A todos meus amigos da Master Gotas pelo incentivo e flexibilidade durante meus estudos.

A minha amiga Jessyca por ajudar nas avaliações.

Ao amigo Luiz Posso pelo empréstimo das pontas para pulverização durante o experimento.

A querida Mariana Melo, por toda paciência e auxílio nas dúvidas que me surgiram.

Aos amigos Cintia, Danilo, Layane, pela amizade, compreensão e carinho durante o período que estive em Rio Paranaíba.

Aos meus tios Jânio e Elza pela recepção durante minhas avaliações em Uberlândia.

A dona Hilda e toda família por toda receptividade e carinho comigo em Rio Paranaíba.

A todos meus familiares e amigos que torceram e rezaram por mim para que eu vencesse essa etapa.

Ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Aos professores Vinicius e Flávio por compor a banca.

A todos que de alguma forma direta ou indiretamente me ajudaram e torceram por mim, o meu eterno agradecimento.

“Eu pedi força...
E Deus me deu dificuldades para me fazer forte.
Eu pedi sabedoria...
E Deus me deu problemas para resolver.
Eu pedi prosperidade...
E Deus me deu cérebro e músculos para trabalhar.
Eu pedi coragem...
E Deus me deu perigo para superar.
Eu pedi amor...
E Deus me pessoas com problemas para ajudar.
Eu pedi favores...
E Deus me deu oportunidades.
Eu não recebi nada do que pedi...
Mas eu venho recebendo o suficiente para o que preciso!”

Autor desconhecido

## RESUMO

PENA, Luana Karolina, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2020. **Fitossociologia de plantas daninhas, plantas de cobertura e sistemas de preparo em Latossolo Vermelho cultivado com soja.** Orientador: Alberto Carvalho Filho. Coorientadora: Cinara Xavier de Almeida.

O preparo do solo é realizado desde os primórdios pelos produtores e é responsável por criar condições favoráveis ao desenvolvimento das plantas. Conhecer o solo e seus atributos físicos é de suma importância para escolher o manejo ideal para atender as necessidades do solo e da planta. Diante do contexto a dissertação foi dividida em três capítulos. Objetivou-se com o Capítulo 1 abordar em uma revisão geral os parâmetros avaliados no presente estudo. Já no Capítulo 2 objetivou-se avaliar o efeito dos sistemas de preparo do solo e de plantas de cobertura na compactação de um Latossolo Vermelho e no Capítulo 3 avaliar o efeito de diferentes sistemas de preparo do solo e de plantas de cobertura na fitossociologia de plantas daninhas. O estudo foi realizado na Universidade Federal de Uberlândia- Campus de Monte Carmelo. Foram avaliados cinco sistemas de preparo e manejo do solo e duas plantas de cobertura. Foi possível observar que os sistemas de preparo do solo tiveram influência na densidade, porosidade total, macro e microporosidades, exceto na resistência do solo à penetração; as plantas de cobertura não influenciaram os atributos físicos em estudo. Os sistemas de preparo do solo influenciaram apenas a população final e o número de sementes/vagem da cultura da soja, verificou-se que os sistemas de preparo do solo e plantas de cobertura influenciaram a fitossociologia de plantas daninhas.



**Palavras-chave:** Atributos físicos. Compactação. Culturas em pré-safra. *Glycine max*.

## ABSTRACT

PENA, Luana Karolina, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2020. **Weed phytosociology, cover crops and tillage systems in an Haplustox grown with soybeans.** Adviser: Alberto Carvalho Filho. Co-adviser: Cinara Xavier de Almeida.

Soil preparation is carried out from the beginning by producers and is responsible for creating favorable conditions for the development of plants. Knowing the soil and its physical attributes is of paramount importance to choose the ideal management to meet the needs of the soil and the plant. Given the context, the dissertation was divided into three chapters. With Chapter 1, the objective was to address, in a general review, the parameters evaluated in the present study. In Chapter 2, the objective was to evaluate the effect of soil tillage systems and cover crops on the compaction of a Haplustox. And in Chapter 3, evaluate the effect of different tillage systems and cover crops on weed phytosociology. The study was carried out at the Federal University of Uberlândia - Campus de Monte Carmelo. Five soil tillage and management systems and two cover plants were evaluated. It was possible to observe that the soil tillage systems had an influence on density, total porosity, macro and microporosities, except on soil resistance to penetration; cover crops did not influence the physical attributes under study. The soil tillage systems influenced only the final population and the number of seeds/pod of the soybean crop. It was found that the soil tillage systems and cover crops, influenced the phytosociology of weeds.



**Keywords:** Physical attributes. Compaction. Pre-harvest crops. *Glycine max*.

**SUMÁRIO**

CAPÍTULO 1. CONSIDERAÇÕES GERAIS ..... 11
1. INTRODUÇÃO GERAL ..... 11
1.1 REVISÃO DE LITERATURA ..... 12
1.1.1 Cultivo de soja e sistemas de preparo do solo ..... 12
1.1.2 Atributos físicos do solo ..... 12
1.1.3 Plantas de cobertura ..... 13
1.1.4 Fitossociologia de plantas daninhas ..... 14
2. REFERÊNCIAS ..... 15
CAPÍTULO 2. SISTEMAS DE PREPARO DO SOLO E DE PLANTAS DE COBERTURA NA COMPACTAÇÃO DO SOLO ..... 19
2.1 INTRODUÇÃO ..... 21
2.2 MATERIAL E MÉTODOS ..... 23
2.2.1 Semeadura das plantas de cobertura ..... 25
2.2.2 Delineamento experimental e tratamentos ..... 25
2.2.3 Semeadura da soja ..... 26
2.2.4 Parâmetros agronômicos da soja ..... 28
2.2.5 Determinação dos atributos físicos do solo ..... 29
2.2.5.1 Densidade e porosidade do solo ..... 29
2.2.5.2 Resistência do solo à penetração ..... 30
2.2.5.3 Umidade do solo ..... 30
2.2.6 Análises estatísticas ..... 30
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO ..... 30
2.3.1 Parâmetros agronômicos da soja ..... 30
2.3.2 Densidade do solo ..... 33
2.3.3 Porosidade do solo ..... 34
2.3.4 Resistência do solo à penetração ..... 37
2.4 CONCLUSÕES ..... 39
2.5 REFERÊNCIAS ..... 40
CAPÍTULO 3. FITOSSOCIOLOGIA DE PLANTAS DANINHAS EM LATOSSOLO VERMELHO SOB SISTEMAS DE PREPARO E PLANTAS DE COBERTURA ..... 45
3.1 INTRODUÇÃO ..... 47
3.2 MATERIAL E MÉTODOS ..... 49
3.2.1 Semeadura das plantas de cobertura ..... 49
3.2.2 Delineamento experimental e tratamentos ..... 50
3.2.3 Semeadura da soja ..... 50

3.2.4 Análises da população das plantas daninhas ..... 51
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO ..... 53
3.4 CONCLUSÕES ..... 58
3.5 REFERÊNCIAS ..... 59

# CAPÍTULO 1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A safra 2019/20 de soja deverá ter uma área 2,3% maior que na última safra (CONAB, 2019). Na Região Sudeste, a área plantada com a oleaginosa deverá apresentar a maior elevação percentual do país, estando previsto incremento de 5,5% em relação ao período anterior. Em Minas Gerais, a área de plantio para essa safra está estimada em 1.606,9 mil hectares, representando aumento de 2% em comparação com o ano anterior (CONAB, 2019).

O incremento de produtividade da soja está relacionado à diversos fatores, dentre eles ao clima, genética, controle de pragas, doenças, plantas daninhas, manejo cultural, e um dos mais importantes, o preparo do solo. É importante conhecer o solo, por meio de seus atributos físicos é possível diagnosticar os impactos causados pelo manejo realizado e posteriormente elaborar medidas que minimizem a degradação do solo. Dentre os atributos físicos que são utilizados como indicadores de qualidade do solo estão à densidade do solo, porosidade total, macro e microporosidade e a resistência do solo à penetração (PEZARICO et al., 2013).

Com o surgimento de novas tecnologias e o uso da semeadura direta, diversos questionamentos surgiram em torno das vantagens e desvantagens de seu uso comparado ao sistema de preparo convencional. Evidentemente que ambos possuem suas vantagens e desvantagens. Segundo Aratani et al. (2009), o preparo convencional provoca o aumento da densidade do solo, da resistência do solo à penetração em subsuperfície, acelera a decomposição da matéria orgânica e rompe os agregados do solo. Em contrapartida o sistema de semeadura direta proporciona o aumento da matéria orgânica devido ao não revolvimento do solo e com isso estabiliza a estrutura do solo (GOZUBUYUK et al., 2014).

Outro fator importante está relacionado ao controle de plantas daninhas, pois essas interferem negativamente na produtividade das culturas e os sistemas de preparo do solo influenciam na distribuição das mesmas. Segundo Soares et al. (2011) a composição da população das plantas daninhas é resultante das práticas de manejo adotadas, entre elas o preparo do solo e aplicação de herbicidas.

Diante da importância de obter elevadas produtividades na cultura da soja, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência dos sistemas de preparo do solo nos atributos físicos do solo, na cultura da soja e na fitossociologia de plantas daninhas.

## 1.1 REVISÃO DE LITERATURA

### 1.1.1 Cultivo de soja e sistemas de preparo do solo

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill), leguminosa, pertencente à família Fabaceae é uma cultura de grande importância econômica, principal cultura do agronegócio brasileiro, destaque entre as principais *commodities*. Tem origem asiática, cultivada há mais de 5000 mil anos, chegou ao Brasil em 1882. Seu cultivo inicialmente foi na Bahia (MANDARINO, 2017). No Brasil, a grande expansão teve início a partir da década de 1970 e na última safra 2018/2019, atingiu 115 milhões de toneladas do grão (CONAB, 2019).

A evolução da agricultura proporcionou ao produtor a mecanização em suas operações de campo, facilitando suas atividades diárias, otimizando o tempo, contribuindo para melhor homogeneização do solo resultando em uma maior produtividade (DADALTO et al., 2015). A busca por elevadas produtividades se faz presente a cada safra e para que isso seja possível é necessário que haja a interação entre a planta, o solo e o ambiente. A utilização de equipamentos responsáveis pelo sistema de preparo que permitam o desenvolvimento da cultura, sem que haja impedindo radicular contribuiu para esse incremento de produtividade esperado.

Os métodos de preparo mais utilizados no Brasil são o sistema de semeadura direta e o sistema de preparo convencional. Ambos possuem suas vantagens e desvantagens. O sistema de semeadura direta é considerado um preparo conservacionista devido ao não revolvimento do solo, mantém a cobertura vegetal, reduz a degradação do solo. Evitando os processos erosivos e ainda melhora as propriedades físicas químicas e biológicas do solo (TARTARI et al., 2012).

Já no sistema de cultivo convencional o solo é totalmente revolvido com uso de diversos equipamentos, sendo que dentre eles os mais utilizados são grade e arado. Ao contrário do sistema de semeadura direta, o sistema de cultivo convencional aumenta as perdas de solo e nutrientes por erosão, porém o revolvimento do solo permite a descompactação do solo na camada mobilizada (BEUTLER et al., 2014).

### 1.1.2 Atributos físicos do solo

O conhecimento do solo e sua composição são de grande importância para realização de um manejo adequado. O solo ideal é constituído por 50% de uma matriz sólida, compreendida por 45% de minerais e 5% de matéria orgânica e um espaço poroso ocupado por 25% de água e 25% de ar (LEPSCH, 2002).

De acordo com Araújo et al. (2007), os atributos físicos do solo são importantes indicadores de diferentes usos da terra no Cerrado. Dentre os atributos físicos destacam-se a densidade do solo, a porosidade do solo e a resistência do solo à penetração.

A densidade do solo por definição é expressa como a massa por unidade de volume de solo seco (BRADY et al., 2013), é uma propriedade física que reflete o arranjo das partículas do solo, que irá definir as características do sistema poroso. A densidade do solo é variável para um mesmo solo, podendo ser alterada ao longo do perfil do solo (MONTANARI, 2015). A densidade do solo é um atributo muito utilizado para estimar a compactação do solo.

A porosidade total do solo de acordo com Teixeira et al. (2017) é definida como a fração do volume total de um determinado volume de solo suscetível de ser ocupada por água e/ou ar, com ausência de partículas sólidas. De acordo com Kiehl (1979), agronomicamente, o solo ideal, deve apresentar 0,50 $m^3$ $m^{-3}$ de porosidade total (0,33 $m^3$ $m^{-3}$ de microporosidade, que é responsável pelo armazenamento de água, e 0,17 $m^3$ $m^{-3}$ de macroporosidade, responsável pela aeração do solo).

A compactação é causada pelo aumento da densidade do solo (KOCHHANN et al., 2000), provocada pelas forças mecânicas causadas pelo tráfego de máquinas e implementos durante a semeadura, tratos culturais, colheita (MONTANARI, 2015) . De acordo com Kiehl (1979) a densidade do solo para os solos de textura arenosa variam de 1,20 a 1,40 g $cm^{-3}$, já os solos de textura argilosa, entre 1,00 a 1,25 g $cm^{-3}$O aumento da densidade do solo provoca a redução da macroporosidade e da resistência do solo à penetração e todos esses atributos podem reduzir a produtividade (MONTANARI et al., 2010).

A resistência do solo à penetração é um atributo de fácil obtenção, e está correlacionada com a densidade do solo e macroporosidade (MONTANARI, 2015). Após a obtenção dos dados de resistência do solo à penetração é possível verificar as camadas compactadas e assim adequar o preparo do solo de forma a reduzir a compactação e a degradação do solo.

### 1.1.3 Plantas de cobertura

O cultivo das plantas de cobertura são importantes práticas de manejo conservacionista com o intuito de melhorar as condições físicas, químicas e biológicas do solo. As plantas podem ser incorporadas ou não ao solo, atuam como cobertura vegetal na superfície do solo reduzindo os processos erosivos contribuindo para melhor estruturação do solo (PIRES et al., 2008). Atuam também na fertilidade do solo, incremento de matéria orgânica e na adição de nitrogênio através da fixação biológica (SILVA et al., 2017). A escolha das espécies dependerá do tipo de cultivo, época de semeadura e da disponibilidade hídrica (PIRES et al., 2008).

Existem inúmeras espécies disponíveis no mercado, porém as mais utilizadas são pertencentes às famílias Fabaceae e Poaceae. Segundo Silva et al. (2009), as leguminosas além de todos os benefícios semelhantes às demais espécies, atuam na fixação biológica de nitrogênio. Como leguminosa, a *Crotalaria juncea* é muito utilizada na região do cerrado, pois além de responder ao fotoperíodo (AMABILE et al., 2000), é muito utilizada em áreas com infestação de nematoides por ser má hospedeira do mesmo.

Avaliando os aspectos agronômicos de leguminosas para adubação verde no cerrado, Teodoro et al. (2011 b) destacaram as espécies mucuna-cinza (*Mucuna nivea*), mucuna-preta (*Mucuna aterrima*), lab-lab (*Dolichos lablab*), feijão-de-porco (*CANOVAlia ensiformis*), crotalárias *Crotalaria juncea*, *Crotalaria spectabilis* e guandu-anão (*Cajanus cajan*) por terem elevado potencial para incremento de nitrogênio e ainda verificaram que o manejo das leguminosas deve ser feito no período do florescimento, para o maior aporte de nitrogênio, fósforo e potássio aos agroecossistemas.

As plantas de cobertura, como as gramíneas e leguminosas, além da cobertura do solo, protegendo-o contra a erosão, possuem uma ótima ciclagem de nutrientes, assim, sua utilização é considerada prática de agricultura sustentável. Os custos com a adubação verde são compensatórios devido ao aumento da qualidade do solo (BARBOSA, 2015). Outra planta de cobertura muito utilizada é o nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), seu desenvolvimento inicial é rápido, possui um sistema radicular rústico por isso é considerada uma planta descompactadora de solo. Segundo SILVA et al. (2007) o nabo forrageiro possui uma baixa relação C/N, por isso sua degradação e liberação de nutrientes na palha é rápida.

### 1.1.4 Fitossociologia de plantas daninhas

O aparecimento das plantas daninhas prejudicam as culturas, principalmente os grãos em geral (KARAM et al., 2016). O controle realizado atualmente é basicamente químico e a utilização do mesmo produto a cada safra causou a resistência de diversas plantas daninhas. Essa resistência ocorre quando as plantas daninhas sobrevivem e completam seu ciclo mesmo após a utilização do herbicida em doses que seriam letais (BRUNHARO et al., 2014).

O herbicida mais utilizado para controle das plantas daninhas atualmente é o glyphosate, um herbicida sistêmico, não seletivo, contém o N-(phosphonomethyl) glycina como ingrediente ativo. A larga utilização desse herbicida se deve ao baixo custo e alta eficiência do mesmo (DUKE, 2018).

Segundo Roman et al. (2004), o primeiro caso de resistência do glyphosate foi identificado em 2003, com o azevém (*Lolium perenne* sp. *multiflorum*), sendo necessário

aumentar 16 vezes a dose do produto, para obtenção de apenas 45% de controle. Logo após, foram identificadas outras plantas daninhas resistentes. Foram identificas a resistência de duas espécies de Buva em 2005 (*Conyza bonariensis* e *C. canadenses*) (MOREIRA et al., 2007) e em 2016 o capim pé de galinha (*Eleusine indica*) (TAKANO et al., 2017).

Considerando os casos de resistência já identificados, o estudo fitossociológico de plantas daninhas presentes na área é de suma importância para identificação das espécies e posteriormente a melhor forma de manejo da mesma. De acordo com Albuquerque et al. (2008), cada espécie tem suas características de adaptação e irão interferir negativamente na produtividade das culturas. A falta de conhecimento das espécies provoca o controle químico de forma inadequada e com isso, além da resistência, pode ocorrer ainda contaminação ambiental devido às altas doses utilizadas buscando o controle das mesmas.

O grau de interferência das plantas daninhas depende de diversos fatores (PITELLI, 1987), dentre eles a composição, distribuição e densidade, essas informações são possíveis através do estudo fitossociológico. Esse estudo é uma ferramenta muito importante que possibilita a caracterização e a comparação das espécies presentes na área (OLIVEIRA et al., 2008), a fim de se obter um controle satisfatório.

## 2. REFERÊNCIAS


ALBUQUERQUE, J.A.A.; SEDIYAMA, T.; SILVA, A.A.; CARNEIRO, J.E.S.; CECON, P.R.; ALVES, J.M.A. Interferência de plantas daninhas sobre a produtividade da mandioca (*Manihot esculenta*). **Planta Daninha**, n. 2, v. 26, p. 279-289, 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/pd/v26n2/a04v26n2.pdf.

AMABILE, R.F.; FANCELLI, A.L.; CARVALHO, A.M. Comportamento de espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos na região dos Cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n.1, v.35, p. 47-54, 2000. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2000000100007&script=sci_arttext.

ARATANI, R. G.; FREDDI, O.S.; CENTURION, J.F.; ANDRIOLI, I. Qualidade física de um Latossolo Vermelho acriférrico sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n.3, v. 33, p. 677-687, 2009. Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/1802/180214234019.pdf.

ARAÚJO, R.; GOEDERT, W. J.; LACERDA, M. P. C. Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob Cerrado nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 5, v.31, p.1099-1108, 2007. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1590/S0100- 06832007000500025.

BARBOSA, S.M. Condicionamento físico hídrico do solo como potencializador do crescimento inicial do cafeeiro. 2015, 67 p. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras. Disponível em: http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/8483.

BEUTLER, A.N.; MUNARETO, J.D.; GRECO, A.M.F.; POZZEBON, B.C.; GALON, L.; GUIMARÃES, S.; BURG, G.; SCHIMIDT, M.R.; DEAK, E.A.; GIACOMELI, R.; ALVES, G.S. Manejo do solo, palha residual e produtividade de arroz irrigado por inundação. **Semina: Ciências Agrárias**, n.3 v.35, p.1153-1162, 2014. Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/4457/445744141005.pdf.

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos.** 3ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2013, 686 p.

BRUNHARO, C. A. C. G.; CHRISTOFFOLRTI, P. J.; NICOLAI, M. Aspectos do mecanismo de ação do amônio glufosinato: culturas resistentes e resistência de plantas daninhas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, n. 2, v. 13, p. 163–177, 2014.

DADALTO, J. P., FERNANDES, H. C., TEIXEIRA, M. M., CECON, P. R., MATOS, A. T. D. Sistema de preparo do solo e sua influência na atividade microbiana. **Engenharia Agrícola,** n.3 v. 35, p. 506-513, 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/eagri/v35n3/1809-4430-eagri-35-3-0506.pdf.

DUKE, S. O. The history and current status of glyphosate. **Pest Management Science**, New York, n. 5, v. 74, p. 1027-1034, 2018. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/ps.4652.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- CONAB 2019. Acompanhamento da Safra Brasileira grãos, Décimo segundo levantamento, n.12, v.6, 2019. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safras

GOZUBUYUK, Z.; SAHIN, U.; OZTURK, I.; CELIK, A. Tillage effects on certain physical and hydraulic properties of a loamy soil under a crop rotation in a semiarid region with a cool climate. **Catena**, v. 118, p. 195-205, 2014. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0341816214000216.

KARAM, D.; SILVA, W. T.; SILVA, A. F.;VARGAS, L.; GAZZIERO, D. L. P.; **Estudo fitossociológico de plantas daninhas em sistemas de produção de milho no Estado de Minas Gerais**. In *Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 31, 2016, Bento Gonçalves. Milho e sorgo: inovações, mercados e segurança alimentar: anais. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2016. Disponível em: http://www.abms.org.br/cnms2016_trabalhos/docs/1351.pdf.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia: relações solo-planta**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1979, 264 p.

KOCHHANN, R. A.; DENARDIN, J. E.; BERTON, A. L. **Compactação e descompactação de solos**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 20 p. (Embrapa Trigo. Documentos, 19). Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/850205/1/CNPTDOCUMENTOS19COMPACTACAOEDESCOMPACTACAODESOLOSFL12060a.pdf.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002, 178p.

MANDARINO, J.M.G. **Origem e história da soja no Brasil.** 2017. Disponível em: https://blogs.canalrural.uol.com.br/embrapasoja/2017/04/05/origem-e-historia-da-soja-no-brasil/.

MONTANARI, R. Atributos do solo e componentes produtivos da cultura da pupunha: uma abordagem linear, geoestatística e multivariada. 2015, 106 p. **Tese** (Doutorado) - Curso de Agronomia, Unesp. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/140270/000867298.pdf?sequence=1.

MONTANARI, R.; CARVALHO, M. P.; ANDREOTTI, M.; DLACHIAVON, F. C.; LOVERA, L. H.; HONORATO, M. A. O. Aspectos da produtividade do feijão correlacionados com atributos físicos do solo sob elevado nível tecnológico de manejo, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, n. 6, v. 34, p. 1811-1822, 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832010000600005&script=sci_arttext .

MOREIRA, M. S.; NICOLAI, M.; CARVALHO, S.J.P. CHRISTOFFOLETI, P. J. Resistência de *Conyza canadensis* e *Conyza bonariensis* ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, n. 1, v. 25, p. 157–164, 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/pd/v25n1/a17v25n1.pdf.

OLIVEIRA A. R.; FREITAS S. P. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de produção de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, n.1, v.26, p. 33-46, 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/pd/v26n1/a04v26n1.pdf.

PEZARICO, C.R.; VITORINO, A.C.T.; MERCANTE, F.M.; DANIEL, O. Indicadores de qualidade do solo em sistemas agroflorestais. **Revista Ciências Agrárias,** n.1, v.56, p.40-47, 2013. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/967744/1/CARMENPEZARICOetal201361237341PB.pdf.

PIRES, F. R.; DE ASSIS, R. L.; DE OLIVEIRA PROCÓPIO, S.; SILVA, G. P.; MORAES, L. L.; RUDOVALHO, M. C.; BÔER, C. A. Manejo de plantas de cobertura antecessoras à cultura da soja em plantio direto. **Revista Ceres**, n.2, v.55, p. 94-101, 2008. Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/3052/305226700005.pdf.

PITELLI, R. A. Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. **Série técnica IPEF**, n. 12, v. 4, p. 1-24, 1987. Disponível em: http://www.lpv.esalq.usp.br/sites/default/files/8%20%20Leitura%20interferencia%20das%20plantas%20daninhas%202_0.pdf.

ROMAN, E. S.; VARGAS, L.; RIZZARDI, M. A.; MATTEI, R. W. Resistência de azevém (*Lolium multiflorum*) ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, n. 2, v. 22, p. 301–306, 2004. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/pd/v22n2/21233.pdf.

SILVA, M. P.; ARF, O.; SÁ, M. E.; ABRANTES, F. L.; BERTI, C. L. F.; SOUZA, L. C. D. Plantas de cobertura e qualidade química e física de Latossolo Vermelho distrófico sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, n.1, v.12, p.60-67, 2017. Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/1190/119050448010.pdf.

SILVA, P.C.G.; FOLONI, J.S.S.; FABRIS, L.B. & TIRITAN, C.S. Fitomassa e relação C/N em consórcios de sorgo e milho com espécies de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n.11, v. 44, p.1504-1512, 2009. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2009001100019&script=sci_arttext .

SILVA, A. A.; SUHRE, E.; ARGENTA, G.; STRIEDER. M.L.; RAMBO, L. Sistemas de coberturas de solo no inverno e seus efeitos sobre o rendimento de grãos do milho em sucessão. **Ciência Rural**, Santa Maria v. 37, n. 4, p. 928-935, 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/cr/v37n4/a02v37n4.pdf.

SOARES, M. B. B.; FINOTO, E.L.; BOLONHEZI, D.; CARREGA, W.C.; ALBUQUERQUE, J.A.A.; PIROTTA, M.Z. Fitossociologia de plantas daninhas sob diferentes sistemas de manejo de solo em áreas de reforma de cana crua. **Agroambiente**, v. 5, n. 3, p. 173-181, 2011. Disponível em: https://revista.ufrr.br/agroambiente/article/view/594/609.

TAKANO, H. K.; OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J.; BRAZ, G. B. P.; GHENO, E. A. Goosegrass resistant to glyphosate in Brazil. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 35, p.1-9, 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/pd/v35/0100-8358-pd-35-e017163071.pdf.

TARTARI, D.T.; NUNES, M.C.M.; SANTOS, F.A.S.; FARIA JUNIOR, C.A.; SERAFIM, M.E. Perda de solo e água por erosão hídrica em Argissolo sob diferentes densidades de cobertura vegetal. **Revista Brasileira de Agroecologia**, n.3, v.7, p.85-93, 2012. Disponível em: http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/rbagroecologia/article/view/12720/8816.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de Métodos de Análise de Solo.** 3. ed. Brasília: Embrapa Solos, 2017, 573 p.

TEODORO, R. B.; OLIVEIRA, F. L.; SILVA, D. M. N.; FÁVERO, C.; QUARESMA, M. A. L. Aspectos agronômicos de leguminosas para adubação verde no cerrado do alto vale do Jequitinhonha. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n.2, v.35, p. 635-643, 2011.

## CAPÍTULO 2. SISTEMAS DE PREPARO DO SOLO E DE PLANTAS DE COBERTURA NA COMPACTAÇÃO DO SOLO


### RESUMO

O preparo periódico do solo é realizado com o intuito de criar condições favoráveis para o desenvolvimento das plantas. Os sistemas de preparo do solo podem ocasionar compactação no solo em diferentes níveis. Dessa forma, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito dos sistemas de preparo do solo e de plantas de cobertura na compactação de um Latossolo Vermelho cultivado com soja. O estudo foi desenvolvido na área experimental da Universidade Federal de Uberlândia, Unidade Araras, *Campus* Monte Carmelo/MG. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados (DBC) com duas plantas de cobertura e cinco sistemas de preparo do solo, distribuídos no esquema em faixas com quatro repetições. A cultivar de soja semeada foi da Nidera NS7667 Ipro. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Foram avaliadas velocidade de emergência de plântulas, população inicial e final de plantas, índice de sobrevivência, altura média de plantas, diâmetro de caule, altura média de inserção da primeira vagem, número de sementes/vagem, número de vagens/planta, produção da cultura, densidade do solo, porosidade total, macro e microporosidades e resistência do solo à penetração. Os sistemas de preparo do solo não influenciaram o número médio de dias para emergência de plântulas, o índice de sobrevivência, a população inicial, o diâmetro de caule, a altura de inserção da primeira vagem, a altura de plantas, o número médio de vagens por planta e a produção da soja. A densidade do solo não diferiu entre os sistemas de preparo do solo nas profundidades de 0,0-0,1 m e 0,1-0,2 m. Os sistemas de preparo do solo influenciaram a porosidade total apenas nas profundidades de 0,0-0,1 e 0,1-0,2 m. Para a macroporosidade apenas na profundidade de 0,0-0,1 m houve diferença entre os sistemas de preparo do solo. Em relação à microporosidade verificou-se que apenas na profundidade de 0,2-0,3 m houve diferenças entre os sistemas de preparo do solo. Os sistemas de preparo do solo não influenciaram resistência do solo à penetração. As plantas de cobertura não tiveram influência sobre os atributos avaliados.



**Palavras-chave:** *Glycine max*, resistência do solo à penetração, densidade do solo.

**ABSTRACT**

Periodic preparation of the soil is carried out in order to create favorable conditions for the development of the plants. Soil tillage systems can cause compaction in the soil at different levels. Thus, the objective of this work was to evaluate the effect of soil tillage systems and cover crops on the compaction of a Haplustox grown with soybeans. The study was carried out in the experimental area of the Federal University of Uberlândia, Araras Unit, Campus Monte Carmelo/MG. The experimental design was a randomized block with two cover plants and five soil tillage systems, distributed in the scheme in bands with four replications. The sowed soybean was from Nidera NS7667 Ipro. The data were submitted to analysis of variance (ANOVA), the means were compared by the Tukey test at the level of 5% of significance. The following were evaluated: seedling emergence speed, initial and final plant population, survival index, average plant height, stem diameter, average insertion height of the first pod, number of seeds/pod, number of pods/plant, production crop, bulk density, total porosity, macro and microporosity and soil resistance to penetration. The soil tillage systems did not influence the average number of days for seedling emergence, the survival rate, the initial population, the stem diameter, the height of insertion of the first pod, the height of plants, the average number of pods per plant and soybean production. The bulk density did not differ between the soil tillage systems at depths of 0.0-0.1 m and 0.1-0.2 m. The soil tillage systems influenced the total porosity only at the depths of 0.0-0.1 and 0.1-0.2 m. For macroporosity, only at the depth of 0.0-0.1 m there was a difference between the soil tillage systems. Regarding microporosity, it was found that, only at the 0.2-0.3 m depth, there were differences between the soil tillage systems. The tillage systems did not influence soil resistance to penetration. The cover plants had no influence on the evaluated attributes.

**Keywords:** *Glycine max*, soil resistance to penetration, bulk density.

## 2.1 INTRODUÇÃO

O solo se modifica ao decorrer dos anos em função do manejo exercido pelo homem (CAMARGO et al., 2010). Existem inúmeros equipamentos agrícolas que desempenham essa função, cada um possui suas características de corte, elevação e profundidade de penetração no solo. Além de escolher o equipamento agrícola ideal para o preparo existem atributos que devem ser avaliados antes das operações, é necessário conhecer o solo, sua textura, estrutura, densidade, umidade, porosidade, resistência do solo à penetração (RAMOS et al., 2010) e, posteriormente, identificar o equipamento que melhor atende a cada tipo de solo. Apesar de ser necessário identificar os atributos do solo antes de iniciar o preparo a maioria dos produtores ainda o realiza sem critérios técnicos.

Os sistemas de manejo do solo causam alterações nas propriedades físicas do solo e influenciam a compactação do solo. A compactação do solo é causada pela pressão mecânica contínua, reduz a porosidade total e aumenta a densidade do solo, reduz a disponibilidade de nutrientes e água, prejudicando assim, o desenvolvimento das raízes e o crescimento das plantas (TAVARES FILHO et al., 2001), reduzindo consequentemente a produtividade das mesmas (DENARDIN et al., 2008).

A resistência do solo à penetração é um indicador de grande importância para medir a compactação do solo (FREDDI et al., 2009). Segundo Martins et al. (2009) os níveis críticos de resistência do solo à penetração que afetam o crescimento das raízes variam em função da cultura e do tipo de solo. Arshad et al. (1996), estabeleceram a classificação para os intervalos de resistência do solo à penetração, sendo resistência do solo à penetração $< 0,01$ MPa, extremamente baixa; $0,01 \leq$ resistência do solo à penetração $< 0,1$ MPa muito baixa; $0,1 \leq$ resistência do solo à penetração $< 1,0$ MPa baixa; $1,0 \leq$ resistência do solo à penetração $< 2,0$ MPa moderada; $2,0 \leq$ resistência do solo à penetração $< 4,0$ MPa alta; $4,0 \leq$ resistência do solo à penetração $< 8,0$ MPa muito alta e resistência do solo à penetração $> 8,0$ MPa extremamente alta. O cultivo intensivo, onde o tráfego de máquinas e implementos agrícolas é constante, provoca um rearranjo dos componentes sólidos do solo, o que causa uma desestruturação e a sua compactação, resultando em uma menor macroporosidade (DEXTER et al., 2007).

No momento em que a compactação do solo limita a produtividade das culturas é necessário adotar medidas alternativas. Drescher et al. (2012) avaliando o efeito residual de intervenção mecânica esporádica para atenuar a resistência do solo à penetração e o rendimento da cultura da soja verificaram que a intervenção utilizando escarificador em sistema de

semeadura direta apresentou potencial efêmero para reduzir a compactação do solo e ainda proporcionou melhoria na estrutura do solo em até dois anos e meio.

A densidade do solo é uma propriedade variável em função da compactação e condições estruturais do solo. O aumento da densidade do solo, está relacionado às atividades antrópicas e a redução de matéria orgânica no solo, por isso é comum verificar valores de densidade do solo menores em solo sob mata nativa quando comparados ao sistema de semeadura direta e sistema de cultivo convencional (GUARESCHI et al., 2012).

O aumento da densidade do solo reduziu o crescimento da soja e do eucalipto, verificado por Ribeiro et al. (2010) cujo efeito foi mais pronunciado no Latossolo Vermelho (mais argiloso) que no Latossolo Vermelho-Amarelo (menos argiloso). Os mesmos autores ainda verificaram que o aumento da densidade do solo reduziu a eficiência da adubação fosfatada. Jorge et al. (2012) verificaram que os sistemas de manejo com intensa mobilização do solo, sistema de cultivo convencional, afetaram negativamente os atributos físicos avaliados como a densidade do solo, porosidade total, macro e microporosidade e ainda relataram que a curto prazo não se pode evidenciar as alterações nos atributos físicos do solo em sistema de semeadura direta e sistema de cultivo convencional.

De acordo com Guareschi et al. (2012) em uma área com sistema de semeadura direta por 20 anos, verificaram os menores valores de densidade do solo e maiores de porosidade total, isso porque nos primeiros anos do sistema de semeadura direta a densidade do solo aumenta devido a reorganização das partículas do solo, após o estabelecimento do sistema, os teores de carbono orgânico no solo aumentam e consequentemente reduzem a densidade do solo e aumentam a porosidade total (TORRES et al., 2015). Já Lourente et al. (2011) concluíram que as avaliações dos sistemas de manejo no primeiro ano de implantação não foram o suficiente para determinação de seus impactos nas propriedades microbiológicas e físicas do solo.

A recuperação das propriedades físicas do solo pode ser feita através de métodos mecânicos, utilizando equipamentos agrícolas para essa finalidade e também por métodos biológicos com utilização de plantas de cobertura do solo. Esse método é realizado em vários sistemas de manejo como prática de conservação do solo, na entressafra, devido à sua alta produção de material vegetal. Através do manejo (corte) das plantas em seu pleno florescimento e sua incorporação ao solo ou sua utilização como cobertura vegetal, resultam em uma excelente fonte de matéria orgânica e ainda elevam a qualidade do solo (FERREIRA et al., 2010), melhoram a retenção e infiltração de água no solo, macrofauna, aumento de nutrientes como nitrogênio (THIERFELDER et al., 2013), evitam também os processos erosivos, que são grandes vias de perda de carbono, ou seja, consequentemente reduzem também as perdas de carbono

orgânico do solo (BLANCO-CANQUI et al., 2015). Contudo, a interação das plantas de cobertura com os atributos físicos do solo dependem de diversos fatores tais como as características da espécie cultivada, clima da região, tipo de manejo (SOUSA NETO et al., 2008).

Conhecer o solo e avaliar suas transformações físicas causadas por atividades antrópicas servem como auxilio para monitorar as condições ambientais (CARDOSO et al., 2011), prever situações de riscos e adaptar formas de manejo conforme as condições do solo. Dessa forma, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito dos sistemas de preparo do solo e de plantas de cobertura na compactação de um Latossolo Vermelho cultivado com soja.

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na área experimental da Universidade Federal de Uberlândia, Unidade Araras, *Campus* Monte Carmelo/MG (Figura 1), sob as coordenadas 18° 43’34,41”S e 47°31’23,88” O, localizada a uma altitude média de 890 m, com temperatura média de 21,2 °C e a pluviosidade média anual de 1444 mm.

Figura 1. Localização da área experimental no município de Monte Carmelo/MG. (GOOGLE EARTH 2019).

A região se caracteriza por apresentar clima tropical, quente e úmido, com estação seca bem definida e inverno seco e frio, classificado como Aw, de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger (NOVAIS et al., 2008). O solo foi classificado como Latossolo Vermelho, Distrófico típico, A moderado, textura muito argilosa, relevo suave ondulado (Tabela 1) de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018).

Tabela 1. Análise granulométrica do Latossolo Vermelho da área experimental

| Camada | Areia | Silte | Argila |
|---|---|---|---|
| m | ---------- g kg$^{-1}$ ---------- | | |
| 0,0-0,2 | 200 | 260 | 540 |
| 0,2-0,4 | 170 | 170 | 660 |

A área experimental foi cultivada anteriormente com café (*Coffea arabica*) por longo período e, em novembro de 2015 toda a área foi preparada com aração e gradagem antecedendo a semeadura, sendo definidas as faixas que adotariam o sistema de semeadura direta e o cultivo convencional. Desde então, foram cultivadas na entressafra plantas de cobertura e na safra o cultivo de soja. Dessa forma, a cada ano o solo foi preparado para o cultivo convencional, em setembro/outubro, sendo realizadas uma aração e uma gradagem, e no sistema de semeadura direta realizada a dessecação das plantas daninhas com herbicida (glifosato) antes da semeadura da soja (final de outubro, início de novembro).

Antes da instalação da cultura, no dia 13 do mês de setembro de 2018, foram feitas as análises de densidade do solo, porosidade total, macro e microporosidade e resistência do solo à penetração para a caracterização do solo (Tabela 2).

Tabela 2. Caracterização dos atributos físicos do Latossolo Vermelho da área experimental

| Profundidades | Sistemas de preparo do solo | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| (m) | SD | AD | ER | SB | GR |
| | | | Densidade do solo (g cm $^{-3}$) | | |
| 0,0 – 0,1 | 1,31 | 1,33 | 1,27 | 1,27 | 1,27 |
| 0,1 – 0,2 | 1,14 | 1,31 | 1,27 | 1,27 | 1,22 |
| 0,2 – 0,3 | 1,01 | 1,12 | 1,30 | 1,16 | 1,28 |
| | | | Porosidade total (m$^3$ m$^{-3}$) | | |
| 0,0 – 0,1 | 0,45 | 0,47 | 0,49 | 0,47 | 0,52 |
| 0,1 – 0,2 | 0,59 | 0,47 | 0,44 | 0,46 | 0,48 |
| 0,2 – 0,3 | 0,59 | 0,51 | 0,51 | 0,53 | 0,51 |
| | | | Macroporosidade (m$^3$ m$^{-3}$) | | |
| 0,0 – 0,1 | 0,05 | 0,05 | 0,07 | 0,10 | 0,12 |
| 0,1 – 0,2 | 0,16 | 0,06 | 0,09 | 0,06 | 0,13 |
| 0,2 – 0,3 | 0,21 | 0,16 | 0,08 | 0,16 | 0,09 |
| | | | Microporosidade (m$^3$ m$^{-3}$) | | |
| 0,0 – 0,1 | 0,40 | 0,42 | 0,42 | 0,37 | 0,40 |
| 0,1 – 0,2 | 0,43 | 0,41 | 0,35 | 0,40 | 0,35 |
| 0,2 – 0,3 | 0,38 | 0,35 | 0,42 | 0,37 | 0,42 |
| | | | Resistência do solo à penetração (MPa) | | |
| 0,0 – 0,1 | 1,38 | 2,90 | 1,70 | 1,45 | 1,77 |
| 0,1 – 0,2 | 3,72 | 9,00 | 3,00 | 3,14 | 2,82 |
| 0,2 – 0,3 | 4,26 | 10,60 | 4,10 | 4,19 | 3,67 |

SD: Semeadura direta; AD: Arado de discos; ER: Enxada rotativa; SB: Subsolador; GR: grade.

### 2.2.1 Semeadura das plantas de cobertura

O estudo teve início em abril de 2018, quando foram semeadas as plantas de cobertura de forma mecanizada (semeadora modelo SA 11500 marca VENCE TUDO®), sem adubação. As espécies semeadas foram o nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) e crotalária (*Crotalaria juncea*), sendo distribuídas 10 kg $ha^{-1}$ e 30 kg $ha^{-1}$, de sementes respectivamente, no espaçamento de 0,50 m entre linhas, em cada unidade experimental.

Ao atingirem o ponto máximo de florescimento, aproximadamente 90 dias após a semeadura, foi realizado o corte das plantas com auxílio de uma roçadora (nabo forrageiro 13 de junho de 2018 e a crotalária 3 de julho de 2018), após o manejo das plantas foi analisada a matéria seca residual, o peso médio produzido de crotalária e nabo foram de 4765 kg $ha^{-1}$ e 5110 kg $ha^{-1}$, respectivamente. Após o manejo das plantas a área permaneceu em pousio até a safra, em outubro de 2018.

### 2.2.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados (DBC) com os fatores plantas de cobertura e preparo do solo (dois e cinco níveis respectivamente), distribuídos no esquema em faixas com quatro repetições. Totalizando assim 40 unidades experimentais de 30 m² (5x6m).

Os sistemas de preparo do solo utilizados foram (Figura 2):

AD - Preparo primário do solo com arado de disco fixo, modelo ARF 330, marca KOHLER®, equipado com três discos de 30", largura de trabalho de 600 mm, espaçamento entre discos de 550 mm, com massa de 400 kg, trabalhando até 200 mm de profundidade e velocidade de trabalho de 5,0 km $h^{-1}$;

SD- Semeadura direta no solo com semeadora adubadora de arrasto, modelo SA 11500 marca VENCE TUDO®, com cinco linhas tracionadas por trator, com massa de 1310 kg, trabalhando até 50 mm de profundidade e velocidade de trabalho de 5,0 km $h^{-1}$;

GR- Preparo primário do solo com grade aradora intermediária com pneus, marca BALDAN ® modelo GRPI, 14x26', com massa de 1460 kg, trabalhando até 200 mm de profundidade e velocidade de trabalho de 5,0 km $h^{-1}$;

SB- Preparo primário do solo com subsolador, marca PICCIN®, modelo SP 3/3, tubular com 3 hastes retas, pino fusível e rodas de regulagem de profundidade largura de trabalho de 1250 mm, com massa de 330 kg, trabalhando até 450 mm de profundidade e velocidade de trabalho de 5,0 km $h^{-1}$;

ER- Preparo primário do solo com enxada rotativa, marca MEC-RUL®, modelo ERP 125 com largura de trabalho de 1,25m, transmissão por eixo cardan, com massa de 496 kg, trabalhando até 200 mm de profundidade e velocidade de trabalho de 5,0 km $h^{-1}$.

Figura 2. Sistemas de preparo do solo.

Foram adotados o preparo secundário para as parcelas do arado de discos, grade aradora intermediária e subsolador com duas gradagens para destorroamento e nivelamento após o preparo primário. A grade niveladora utilizada foi de marca KOHLER®, modelo GN170 equipada com 28 discos de 22", largura de trabalho de 2350 mm e com espaçamento entre discos de 175 mm, com massa de 914 kg, trabalhando até 100 mm de profundidade e velocidade de trabalho de 5,0 km $h^{-1}$.

Em todas as operações mecanizadas foi utilizado o trator agrícola marca VALTRA, modelo A850, transmissão 4X2 TDA, diesel e potência 85 CV.

### 2.2.3 Semeadura da soja

Antes da implantação da cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), no dia 27 de março, foram coletadas amostras de solo para análises químicas. A fertilidade do solo foi previamente avaliada para a implantação da cultura, cujos resultados foram: pH ($H_2O$) = 6,3, pH ($CaCl_2$) = 5,9; M.O. = 2,3 dag $kg^{-1}$; P (Mehlich) = 18,8 mg $dm^{-3}$; $K^{+}$ = 0,26 $cmol_c$ $dm^{-3}$; $Ca^{++}$ = 3,6 $cmol_c$ $dm^{-3}$; $Mg^{++}$ = 1,2 $cmol_c$ $dm^{-3}$; V = 73 %.

Os sistemas de preparo do solo primário do solo foram realizados em setembro de 2018. Antes da semeadura, no dia 23 de outubro de 2019, toda área foi dessecada com glifosato (Glifosato (sal di-amônico de N) + Glifosato (ácido de N) (1780 g i.a $ha^{-1}$, 1480 g i.a $ha^{-1}$ respectivamente)).

A semeadura da soja ocorreu de forma mecanizada, com a semeadora adubadora de arrasto, modelo SA 11500 marca VENCE TUDO®, com cinco linhas tracionadas por trator, em 26 de outubro de 2018 (Figura 3), dentro da época recomendada pela Nidera® (30 setembro a 20 de novembro), com a variedade NS7667 Ipro, crescimento indeterminado e ciclo de 120-130 dias. A semeadura foi realizada de modo a obter-se 15 plantas por metro linear para obtenção de 300 mil plantas $ha^{-1}$, utilizando o espaçamento entre linhas de 50 cm e profundidade de semeadura de três centímetros. A semente já veio tratada com os seguintes ingredientes ativos: ciantraniliprole (0,6 mL $kg^{-1}$ semente), tiametoxam (2 mL $kg^{-1}$ semente) e os fungicidas com os ingredientes ativos thiabendazol + metalazil – M + fludioxonil (1,0 mL $kg^{-1}$ semente) e antes da semeadura recebeu um tratamento de sementes composto por cobalto e molibdênio (2 mL $kg^{-1}$ de semente p.c.) e o inoculante sólido turfoso (2 g $kg^{-1}$ de semente p.c.). As adubações basearam-se nos resultados da análise química do solo, de acordo com a Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (CFSEMG). Os adubos utilizados na semeadura foram o MAP (10 dag $kg^{-1}$ de N e 52 dag $kg^{-1}$ de $P_2O_5$), na dose recomendada de 40 kg $ha^{-1}$ e o KCl (60 dag $kg^{-1}$ de $K_2O$), na dose recomendada de 40 kg $ha^{-1}$.

Figura 3. Tratamento de sementes e semeadura da soja.

Os tratos fitossanitários foram realizados de acordo com o monitoramento da área experimental. Na Tabela 3 foram apresentadas todas as aplicações realizadas no estudo para o controle de plantas daninhas, pragas e doenças.

Tabela 3. Produtos aplicados durante o ciclo da soja

| Grupo químico | Ingrediente ativo | Data de aplicação |
|---|---|---|
| Glicina Substituída | Glifosato (sal di-amônico de N) + Glifosato (ácido de N) (1780 g i.a $ha^{-1}$, 1480 g i.a $ha^{-1}$ respectivamente) | 23/10/2018; 16/11/2018 |
| Metilcarbamato de oxima | Metomil (129 g i.a $ha^{-1}$) | 30/11/2018; 07/01/2019 |
| Estrobirulina e triazol | Piraclostrobina + epoxiconazol (79,8 g i.a $ha^{-1}$; 30 g i.a $ha^{-1}$ respectivamente) | 30/11/2018 |
| Neonicotinóide e piretróide | Imidacloprido + bifentrina (87,5 g i.a $ha^{-1}$; 17,5 g i.a $ha^{-1}$ respectivamente) | 17/12/2018; 07/01/2019 |
| Estrobirulina e carboxamida | Fluxapiroxade + piraclostrobina (58,45 g i.a $ha^{-1}$; 116,55 g i.a $ha^{-1}$ respectivamente) | 17/12/2018; 07/01/2019; 22/02/2019 |
| Estrobirulina e pirazol | Azoxistrobina + benzovindiflupir (60 g i.a $ha^{-1}$; 30 g i.a $ha^{-1}$ respectivamente) | 31/01/2019 |
| Neonicotinóide e piretróide | Tiametoxam + lambda-cialotrina (28,2 g i.a $ha^{-1}$, 21,2 g i.a $ha^{-1}$ respectivamente) | 31/01/2019 |
| Avermectinas | Abamectina (13,5 g i.a $ha^{-1}$) | 31/01/2019 |
| Paraquate | Paraquate (300 g i.a $ha^{-1}$) | 11/03/2019 |

### 2.2.4 Parâmetros agronômicos da soja

A avaliação da emergência das plântulas foi efetuada por meio da contagem diária de todas as plântulas emergidas em cada tratamento, considerando-se como plântula emergida aquela que romper o solo, podendo ser vista a olho nu, de algum ângulo qualquer. O índice de velocidade de emergência foi avaliado por meio da contagem das plântulas emergidas aos 5, 6, 7, 14 e 17 dias após a semeadura (DAE) (MAGUIRE, 1962).

A determinação da população inicial de plantas foi obtida por meio da contagem do número de plantas, em dois metros de duas linhas centrais de cada parcela, ao final do período de emergência. A população final foi obtida imediatamente antes da colheita, obtida por meio da contagem todas as plantas da parcela (30 $m^2$). Os valores tomados em cada parcela foram convertidos em número de plantas $ha^{-1}$.

O índice de sobrevivência (IS) foi determinado pela razão entre a população final e a população inicial, expresso em porcentagem (Equação 1):

$$IS = \frac{PF}{PI} \times 100 \quad (1)$$

em que:

IS = índice de sobrevivência (%);

PF = população final (plantas $ha^{-1}$);

PI = população inicial (plantas $ha^{-1}$).

A avaliação da produtividade foi efetuada realizando-se a colheita manual de toda a parcela (30 $m^2$). Após a colheita, os grãos foram pesados e deles retiradas uma amostra para avaliação da umidade. No momento da colheita a umidade foi de 13,2 %.

2.2.5 Determinação dos atributos físicos do solo

Os atributos físicos do solo foram determinados após a colheita da soja.

2.2.5.1 Densidade e porosidade do solo

A densidade do solo foi determinada nas camadas de 0-0,10 m, 0,10-0,20 m e de 0,20 a 0,30 m, pelo método do anel volumétrico (EMBRAPA, 2017). A coleta das amostras indeformadas de solo foi feita com trado tipo Uhland, por meio de anéis com de 0,05m de altura e 0,049m de diâmetro. Foram retiradas duas amostras por unidade experimental.

Após a coleta das amostras os anéis volumétricos foram protegidos com pano e borracha, identificados, armazenados e transportados até o Laboratório de Manejo e Conservação do Solo (LAMAS), da Universidade Federal de Uberlândia, *Campus* Umuarama, para determinação de densidade do solo e porosidade, no laboratório foram retirados o pano da parte superior e as amostras foram levadas para bandejas onde o solo foi saturado, em torno de 12 horas e posteriormente pesado utilizando uma balança de precisão. Em seguida, as amostras foram levadas para a panela de tensão adaptada conforme Kiehl (1979), para determinação da microporosidade, aplicando-se tensão de 0,60 m de coluna de água (6 kPa) e pesadas após o equilíbrio, após a pesagem as amostras foram colocadas na estufa, por um período de 24 horas, na temperatura de 105ºC, até a obtenção de massa constante.

Após a secagem, as amostras foram pesadas para obtenção da massa seca, o solo foi descartado do cilindro e foram pesadas a borracha de vedação, o pano e os anéis volumétricos pesados novamente para posteriormente serem descontados da massa da amostra. Os resultados

da densidade do solo foram expressos em g $cm^{-3}$. A porosidade total foi determinada pela relação entre os macroporos e microporos e, a macroporosidade pela diferença entre a porosidade total e a microporosidade (TEIXEIRA et al., 2017).

#### 2.2.5.2 Resistência do solo à penetração

A resistência do solo à penetração foi obtida com o penetrômetro de impacto KAMAQ (área da base do cone de 1,29 $m^2$; altura de queda de 0,40 m; massa do peso 4 kg, massa total de aparelho 7,2 kg) determinada nas camadas de 0-0,10; 0,10-0,20 e 0,20-0,30 m. A transformação dos valores da penetração da haste do aparelho no solo (impactos $dm^{-1}$) em resistência do solo à penetração (MPa) foi realizada conforme STOLF (1991).

#### 2.2.5.3 Umidade do solo

A umidade do solo foi determinada nas camadas de solo de 0-0,10 m, 0,10-0,20 m e de 0,20 a 0,30 m, utilizando as mesmas amostras indeformadas para avaliação da densidade do solo. Utilizando-se o método gravimétrico padrão, com base na massa do solo seco em estufa, por um período de 24 horas, a uma temperatura de 105ºC, até a obtenção de massa constante (EMBRAPA, 2011).

### 2.2.6 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância, foi utilizado o programa R.

## 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 2.3.1 Parâmetros agronômicos da soja

Os sistemas de preparo do solo do solo não influenciaram no número médio de dias para emergência de plântulas, índice de sobrevivência, população inicial, diâmetro de caule, altura de inserção da primeira vagem, altura de plantas, número médio de vagens por planta e na produção da soja. Apenas o número de sementes/vagem e a população final, apresentaram diferenças entre os sistemas de preparo do solo. As plantas de cobertura não tiveram influência em nenhuma das

variáveis, todas as médias foram estatisticamente iguais, o que sugere que ambas podem ser utilizadas (Tabela 4).

Tabela 4. Parâmetros agronômicos da soja em função dos sistemas de preparo de um Latossolo Vermelho em Monte Carmelo-MG

| Variáveis | Sistemas de preparo do Solo | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | AD | SD | ER | SB | GR | C.V. (%) |
| VE | 12,9 | 18,1 | 21,6 | 18,4 | 12,8 | $42,4^1$; $25,2^2$; $23,5^3$ |
| PI | 175.625 | 245.625 | 261.250 | 228.125 | 175.000 | $32,4^1$; $13,0^2$; $20,8^3$ |
| PF | 135.041 b | 192.750 a | 163.791ab | 161.833ab | 161.833ab | $13,6^1$; $23,5^2$; $13,3^3$ |
| IS | 84,3 | 80,5 | 63,4 | 77,5 | 95,0 | $25,8^1$; $29,6^2$; $25,2^3$ |
| ALT 30 DAS | 14,12 | 13,8 | 14,6 | 14,1 | 15,3 | $9,8^1$; $16,6^2$; $7,7^3$ |
| ALT PC | 102,5 | 106,6 | 109,4 | 107,2 | 103,9 | $6,9^1$; $9,5^2$; $4,9^3$ |
| DC | 0,71 | 0,7 | 0,7 | 0,73 | 0,73 | $12,3^1$; $3,3^2$; $11,6^3$ |
| AIPV | 17,9 | 19,2 | 18,2 | 18,6 | 18,3 | $10,5^1$; $14,7^2$; $13,9^3$ |
| NSV | 1,94 a | 1,91 ab | 1,88 b | 1,90 ab | 1,89 b | $1,41^1$; $4,08^2$; $2,06^3$ |
| NV | 108,6 | 85,12 | 77,0 | 81,37 | 95,5 | $25,6^1$; $41,9^2$; $23,2^3$ |
| PROD | 3482,5 | 3945,4 | 3833,3 | 3690,8 | 3809,16 | $9,8^1$; $23,5^2$; $6,68^3$ |

Médias seguidas de letras diferentes comparando sistemas de manejo e preparo do solo em cada profundidade diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. SD: Semeadura direta; AD: Arado de discos; ER: Enxada rotativa; SB: Subsolador; GR: grade. $CV^1$: sistema de manejo e preparo; $CV^2$: planta de cobertura do solo; $CV^3$: interação sistema de preparo e manejo do solo x plantas de cobertura do solo. VE: velocidade de emergência (dias), PI: população inicial (plantas $ha^{-1}$), PF: população final (plantas $ha^{-1}$), IS: índice de sobrevivência (%), ALT 30 DAS: altura das plantas 30 dias após a semeadura (cm), ALT PC: altura das plantas em pré-colheita (cm), DC: diâmetro de caule (cm), AIPV: altura de inserção da primeira vagem (cm), NSV: número de semente por vagem, NV: número de vagens, PROD: produção (kg $ha^{-1}$).

Verificou-se que os sistemas de preparo de solo não afetaram a velocidade de emergência das plântulas e a população inicial de plantas demonstrando que as operações mecânicas e adubação foram feitas corretamente (Tabela 4). Carvalho Filho et al. (2006) também observaram o mesmo comportamento para velocidade de emergência da soja avaliando os sistemas de preparo do solo, arado de discos, grade, enxada rotativa, arado de aivecas e escarificador, não houveram diferenças entre os tratamentos. Os mesmos autores verificaram que a população inicial foi maior no preparo de solo com arado de discos quando comparados à enxada rotativa.

Os sistemas de preparo do solo não tiveram influência no índice de sobrevivência (Tabela 4), o mesmo comportamento foi verificado por Silva (2015), avaliando sistemas de preparo do solo com arado de discos, arado de aivecas, grade, enxada rotativa e escarificador, não verificou diferenças entre os índices de sobrevivência nos diferentes sistemas de preparo corroborando com os dados obtidos no presente estudo. Já Carvalho Filho et al. (2006) avaliando os mesmos sistemas de preparo verificaram que o índice de sobrevivência foi maior para preparo de solo com enxada rotativa quando comparados ao sistema de preparo com arado de discos.

A população final foi menor no sistema de preparo do solo com o arado de discos, quando comparado ao sistema de semeadura direta (Tabela 4), provavelmente esse fato se deve a

emergência de plântulas após a contagem inicial, visto que no dia da semeadura ocorreu uma forte chuva, descobrindo muitas sementes, o que pode ter ocasionado um atraso na emergência das plantas. Carvalho Filho et al. (2006), avaliando os sistemas de preparo do solo, arado de discos, grade, enxada rotativa, arado de aivecas e escarificador, não observaram diferenças entre os sistemas de preparo para a população final de soja.

A altura média avaliada aos 30 dias após a semeadura e em pré-colheita não foram influenciadas pelo sistema de preparo do solo (Tabela 4), a altura está dentro do indicado por Silva et al. (2010), os mesmos sugerem uma altura mínima de 65 cm, devido ao risco de acamamento e controle de plantas daninhas no momento da colheita, ainda segundo a Embrapa (2004), a altura ideal é de 80 a 100 cm.

A altura média da inserção de primeira vagem não diferiu entre os sistemas de preparo do solo (Tabela 4), Gavotti et al. (2003) comparando sistemas de preparo direto e convencional também não encontraram diferenças nas alturas de inserção da primeira vagem. A altura média é uma variável de suma importância para otimização da colheita, contribuindo na redução das perdas pela barra de corte. No presente estudo obteve-se uma altura média de 18,4 cm, valor este bem superior ao indicado por Marques et al. (2010), que sugere um intervalo mínimo de 10 a 15 cm.

O diâmetro de caule também não se diferiu em relação aos sistemas de preparo do solo, com média de 0,7 cm (Tabela 4). Solano et al. (2011), avaliando o diâmetro do caule de plantas de soja submetidas a diferentes espaçamentos, encontrou valores médios de 0,5 a 0,6 cm.

O número médio de vagens por plantas não diferiram independente dos equipamentos utilizados no preparo do solo (Tabela 4). A média encontrada foi de 89,51 vagens por planta, número superior ao apresentado por Brandt et al. (2006), que encontraram apenas 35 vagens por planta, entretanto foi inferior ao apresentado por Cruz et al. (2010), que encontraram um número médio de 94,35 vagens por planta.

O número de sementes por vagem sofreu influência dos sistemas de preparo do solo (Tabela 4), sendo maior nas áreas preparadas com o arado, em comparação com as áreas preparadas com a enxada rotativa e grade, porém as médias foram de 1,9 sementes por vagem, estes mesmos valores foram encontrados por Lima et al. (2009).

A produtividade média foi de 3.752 kg $ha^{-1}$ (Tabela 4), maior que a média prevista para safra 2018/2019, em torno de 3.206 kg $ha^{-1}$ e não variou em função dos equipamentos usados no preparo do solo, conforme verificado por Gavotti et al. (2003), Carvalho Filho et al. (2006) e Silva (2015). A produtividade é uma característica que sofre influência de diversos fatores, como clima, manejo e tratos culturais.

2.3.2 Densidade do solo

Houve diferença na densidade do solo entre os sistemas de preparo do solo apenas para a profundidade de 0,2-0,3 m. No entanto, as plantas de cobertura não tiveram influência na densidade do solo (Tabela 5).

Tabela 5. Densidade do solo (g $cm^{-3}$) em função dos sistemas de preparo do solo e de plantas de cobertura em diferentes profundidades de um Latossolo Vermelho em Monte Carmelo-MG

| Prof. (m) | Sistemas de preparo | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PC | SD | AD | ER | SUB | GR | Média | CV% |
| 0,0-0,1 | Crotalária | 1,32 | 1,30 | 1,27 | 1,21 | 1,15 | 1,25 a | 6,98[1] |
| | Nabo | 1,29 | 1,28 | 1,18 | 1,22 | 1,20 | 1,23 a | 2,00[2] |
| | Média | 1,30 A | 1,29 A | 1,23 A | 1,22 A | 1,17 A | | 6,01[3] |
| 0,1-0,2 | Crotalária | 1,26 | 1,28 | 1,31 | 1,28 | 1,32 | 1,29 a | 4,04[1] |
| | Nabo | 1,33 | 1,24 | 1,33 | 1,24 | 1,30 | 1,29 a | 4,43[2] |
| | Média | 1,30 A | 1,26 A | 1,32 A | 1,26 A | 1,31 A | | 4,42[3] |
| 0,2-0,3 | Crotalária | 1,21 | 1,24 | 1,24 | 1,25 | 1,29 | 1,25 a | 6,00[1] |
| | Nabo | 1,22 | 1,17 | 1,27 | 1,25 | 1,39 | 1,26 a | 5,04[2] |
| | Média | 1,21 A | 1,20 A | 1,26 B | 1,25 B | 1,34 B | | 6,46[3] |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. PC: plantas de cobertura; SD: semeadura direta; AD: arado de discos; ER: enxada rotativa; SUB: subsolador; GR: grade. Prof: profundidade CV%[1]: coeficiente de variação para manejo; CV%[2]: coeficiente de variação para planta de cobertura; CV%[3]: coeficiente de variação para interação.

Verificou-se que nas profundidades de 0,0-0,1 m e 0,1-0,2 m a densidade do solo não diferiu entre os sistemas de preparo do solo. Já na profundidade de 0,2-0,3 m, as menores densidades foram encontradas no sistema de preparo com arado de discos e semeadura direta, enquanto que para o preparo com grade, enxada-rotativa e subsolador (Tabela 5).

Os valores de densidade do solo encontrados em todas as profundidades nos diferentes sistemas de preparo do solo (Tabela 5) foram muito próximos do adequado ao crescimento radicular de acordo com Reichert et al. (2003), que indicam valores de densidade do solo de 1,3 a 1,4 g $cm^{-3}$ para solos argilosos, enquanto que para Kiehl (1979), tal valor deve estar entre 1,00 e 1,25 g $cm^{-3}$.

Wendling et al. (2012) avaliando densidade do solo em áreas com diferentes sistemas de manejo encontraram valores variando entre 1,21 e 1,25 g $cm^{-3}$ nas profundidades de 0,0-0,1 m e 0,1-0,2 m respectivamente em sistema de semeadura direta, estes resultados estão muito próximos aos valores encontrados no presente trabalho (Tabela 5). Viana et al. (2011) afirmou que os menores valores de densidade do solo se apresentam nas áreas sob mata nativa, o preparo do solo promove o aumento da densidade do solo.

2.3.3 Porosidade do solo

Verificou-se que os sistemas de preparo do solo influenciaram a porosidade total apenas nas profundidades de 0,0-0,1 e 0,1-0,2 m. As plantas de cobertura não tiveram influência na porosidade total (Tabela 6).

Tabela 6. Porosidade total ($m^3$ $m^{-3}$) em função dos sistemas de preparo do solo e plantas de cobertura em diferentes profundidades de um Latossolo Vermelho em Monte Carmelo-MG

| Prof.(m) | Sistemas de preparo | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PC | SD | AD | ER | SUB | GR | Média | CV% |
| 0,0-0,1 | Crotalária | 0,56 | 0,54 | 0,58 | 0,64 | 0,60 | 0,58 a | 5,08[1] |
| | Nabo forrageiro | 0,60 | 0,59 | 0,62 | 0,63 | 0,60 | 0,61 a | 5,39[2] |
| | Média | 0,58 B | 0,57 B | 0,60 AB | 0,63 A | 0,60 AB | | 3,92[3] |
| 0,1-0,2 | Crotalária | 0,56 | 0,54 | 0,59 | 0,61 | 0,53 | 0,57 a | 4,71[1] |
| | Nabo forrageiro | 0,57 | 0,60 | 0,57 | 0,58 | 0,54 | 0,57 a | 4,50[2] |
| | Média | 0,57 AB | 0,57 AB | 0,58 A | 0,59 A | 0,53 B | | 6,72[3] |
| 0,2-0,3 | Crotalária | 0,56 | 0,58 | 0,56 | 0,57 | 0,64 | 0,58 a | 9,24[1] |
| | Nabo forrageiro | 0,56 | 0,59 | 0,58 | 0,58 | 0,56 | 0,58 a | 16,18[2] |
| | Média | 0,56 A | 0,59 A | 0,57 A | 0,58A | 0,60 A | | 8,18[3] |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. PC: plantas de cobertura; SD: semeadura direta; AD: arado de discos; ER: enxada rotativa; SUB: subsolador; GR: grade. Prof: profundidade; CV%[1]: coeficiente de variação para manejo; CV%[2]: coeficiente de variação para planta de cobertura; CV%[3]: coeficiente de variação para interação.

Os valores de porosidade total encontrados na profundidade de 0,0-0,1 m para o sistema de semeadura direta e arado de discos foram inferiores comparados ao preparo com subsolador, já os sistemas de preparo com enxada rotativa e grade não diferiram estatisticamente das demais formas de preparo do solo. Para a profundidade de 0,1-0,2 m a porosidade total para os preparos com enxada rotativa e subsolador foram maiores que preparo com a grade, já o preparo com arado de discos e semeadura direta não diferiram das demais formas de preparo (Tabela 6).

Já para as profundidades de 0,2-0,3 a porosidade total foi igual para todos os sistemas de preparo do solo (Tabela 6). Observa-se que para todas as profundidades analisadas a porosidade total esteve acima do valor 0,50 $m^3$ $m^{-3}$, considerado como ideal agronomicamente, por Kiehl (1979). As plantas de cobertura não tiveram influência sobre a porosidade total em nenhuma das profundidades em estudo.

A porosidade total é constituída pelos macro e microporos, dessa forma o aumento de um reduz a porcentagem do outro (WENDLING et al., 2012). Matias et al. (2009) estudando a porosidade em um Latossolo Vermelho submetido a diferentes usos verificaram que a porosidade total teve pouca influência das modificações causadas pelo sistema de preparo do solo nos diferentes usos avaliados, assim como foi observado no presente estudo.

Em relação à macroporosidade apenas para a profundidade de 0,0-0,1 m houve diferença entre os sistemas de preparo do solo (Tabela 7).

Tabela 7. Macroporosidade ($m^3$ $m^{-3}$) em função dos sistemas de preparo do solo e plantas de cobertura em diferentes profundidades de um Latossolo Vermelho em Monte Carmelo-MG

| | | Sistemas de preparo | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Prof. (m) | PC | SD | AD | ER | SUB | GR | Média | CV% |
| 0,0-0,1 | Crotalária | 0,10 | 0,09 | 0,12 | 0,19 | 0,16 | 0,13 a | 30,89[1] |
| | Nabo forrageiro | 0,13 | 0,14 | 0,18 | 0,19 | 0,15 | 0,16 a | 24,65[2] |
| | Média | 0,11 B | 0,12 B | 0,15 AB | 0,19 A | 0,16 AB | | 20,11[3] |
| 0,1-0,2 | Crotalária | 0,14 | 0,14 | 0,16 | 0,18 | 0,12 | 0,15 a | 22,29[1] |
| | Nabo forrageiro | 0,15 | 0,17 | 0,13 | 0,16 | 0,12 | 0,15 a | 30,52[2] |
| | Média | 0,15 A | 0,15 A | 0,15 A | 0,17 A | 0,12 A | | 20,21[3] |
| 0,2-0,3 | Crotalária | 0,16 | 0,18 | 0,16 | 0,17 | 0,22 | 0,18 a | 37,66[1] |
| | Nabo forrageiro | 0,17 | 0,21 | 0,17 | 0,18 | 0,14 | 0,17 a | 52,22[2] |
| | Média | 0,17 A | 0,19 A | 0,16A | 0,17 A | 0,18 A | | 28,82[3] |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. PC: plantas de cobertura; SD: semeadura direta; AD: arado de discos; ER: enxada rotativa; SUB: subsolador; GR: grade. Prof: profundidade; CV%[1]: coeficiente de variação para manejo; CV%[2]: coeficiente de variação para planta de cobertura; CV%[3]: coeficiente de variação para interação.

Para todas as profundidades analisadas sobre o efeito dos sistemas de preparo do solo, a macroporosidade apresentou valor médio de 0,16 $m^3$ $m^{-3}$ (Tabela 7), estando muito próximo de 0,17 $m^3$ $m^{-3}$, indicado por Kiehl (1979) como sendo o agronomicamente ideal.

Os menores valores de macroporosidade foram encontrados na profundidade de 0,0-0,1 m para o sistema de preparo com arado de discos e semeadura direta, quando comparados ao subsolador (Tabela 7). O preparo do solo com enxada rotativa e grade não diferiram das demais formas de preparo do solo. A macroporosidade na camada de 0,1-0,2 m, e na camada de 0,2-0,3 m não apresentaram efeitos dos sistemas de preparo do solo. As plantas de cobertura não influenciaram a macroporosidade em nenhuma das profundidades em estudo (Tabela 7).

Almeida et al.(2008) estudando atributos físicos do solo em sistema de semeadura direta e cultivo convencional para milho e soja com diferentes plantas de cobertura verificaram que as plantas de cobertura não tiveram influência sobre a porosidade total, macro e microporosidades evidenciando os resultados do presente estudo. Verificaram ainda que a porosidade total foi maior no sistema de cultivo convencional comparado ao sistema de semeadura direta e a microporosidade apresentou valores semelhantes nos dois sistemas.

Farhate (2019) avaliando sistemas de manejo e plantas de cobertura na cana-de-açúcar verificou que a macroporosidade foi muito sensível em relação aos sistemas de manejo de utilizados e que a maior macroporosidade foi encontrada na profundidade de 0,0-0,1 m, já no

presente estudo os maiores valores de macroporosidade foram encontrados na profundidade de 0,2-0,3 m (Tabela 7).

Em relação à microporosidade verificou-se que apenas na profundidade de 0,2-0,3 m houve diferenças entre os sistemas de preparo do solo (Tabela 8).

Tabela 8. Microporosidade ($m^3$ $m^{-3}$) em função dos sistemas de preparo do solo e plantas de cobertura em diferentes profundidades de um Latossolo Vermelho em Monte Carmelo-MG

| | | Sistemas de preparo | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Prof. (m) | PC | SD | AD | ER | SUB | GR | Média | CV% |
| 0,0-0,1 | Crotalária | 0,461 | 0,444 | 0,459 | 0,442 | 0,431 | 0,447 a | 5,01[1] |
| | Nabo forrageiro | 0,466 | 0,455 | 0,437 | 0,436 | 0,450 | 0,449 a | 3,93[2] |
| | Média | 0,463 A | 0,449 A | 0,448 A | 0,439 A | 0,440 A | | 4,98[3] |
| 0,1-0,2 | Crotalária | 0,420 | 0,400 | 0,435 | 0,429 | 0,415 | 0,420 a | 6,24[1] |
| | Nabo forrageiro | 0,417 | 0,427 | 0,432 | 0,420 | 0,423 | 0,424 a | 6,68[2] |
| | Média | 0,419 A | 0,414 A | 0,433 A | 0,424 A | 0,419 A | | 5,24[3] |
| 0,2-0,3 | Crotalária | 0,395 | 0,396 | 0,400 | 0,409 | 0,419 | 0,404 a | 4,42[1] |
| | Nabo forrageiro | 0,390 | 0,387 | 0,419 | 0,404 | 0,427 | 0,405 a | 3,73[2] |
| | Média | 0,393 B | 0,392 B | 0,409 AB | 0,406 AB | 0,423 A | | 4,53[3] |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. PC: plantas de cobertura; Prof: profundidade; SD: semeadura direta; AD: arado de discos; ER: enxada rotativa; SUB: subsolador; GR: grade; CV%[1]: coeficiente de variação para manejo; CV%[2]: coeficiente de variação para planta de cobertura; CV%[3]: coeficiente de variação para interação.

Os menores valores de microporosidade foram encontrados na profundidade de 0,2-0,3 m para o sistema de preparo com arado de discos e semeadura direta, em comparação à grade, não diferindo, entretanto, da enxada rotativa e do subsolador (Tabela 8). Nas demais profundidades, os sistemas de preparo do solo não afetaram a microporosidade. Para todas as camadas analisadas a microporosidade foi superior ao indicado como ideal (0,33 $m^3$ $m^{-3}$) por Kiehl (1979). As plantas de cobertura, também não tiveram influência na microporosidade, no presente estudo.

Farhate (2019) avaliando sistemas de manejo e plantas de cobertura na cana de açúcar verificou que para as microporosidades os valores foram semelhantes entre si nas profundidades superficiais, corroborando com os dados obtidos no presente estudo. Já nas profundidades de 0,1-0,2 m os sistemas de manejo e plantas de cobertura induziram valores maiores de microporosidade. Cunha et al. (2011) estudando diferentes sistemas de preparo e plantas de cobertura na cultura do milho e feijão observaram que as plantas de cobertura não tiveram influência na porosidade do solo, evidenciando os resultados do presente estudo.

Marasca et al. (2013) verificaram que o sistema de cultivo convencional tem efeito significativo na estrutura do solo, avaliando um atributos físicos de um Nitossolo Vermelho em

função de sistemas de preparo convencional, semeadura direta e mata nativa, o mesmo causa um aumento na porosidade total e macroporosidade do solo.

### 2.3.4 Resistência do solo à penetração

Os sistemas de preparo do solo não influenciaram a resistência do solo à penetração (Tabela 9).

Tabela 9. Resistência do solo à penetração (MPa) em função dos sistemas de preparo do solo e de plantas de cobertura em diferentes profundidades de um Latossolo Vermelho em Monte Carmelo-MG

| | | Sistemas de preparo | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Prof. (m) | PC | SD | AD | ER | SUB | GR | Média | CV% |
| 0,0-0,1 | Crotalária | 4,105 | 3,840 | 2,338 | 3,203 | 4,719 | 3,641 a | 42,94[1] |
| | Nabo forrageiro | 4,523 | 5,991 | 5,050 | 5,179 | 3,871 | 4,923 a | 52,78[2] |
| | Média | 4,315 A | 4,916 A | 3,694 A | 4,191 A | 4,295 A | | 63,65[3] |
| 0,1-0,2 | Crotalária | 4,131 | 3,478 | 3,520 | 3,085 | 3,103 | 3,464 a | 16,92[1] |
| | Nabo forrageiro | 4,075 | 3,800 | 4,311 | 3,398 | 3,551 | 3,827 a | 32,39[2] |
| | Média | 4,103 A | 3,639 A | 3,915 A | 3,241 A | 3,327 A | | 19,66[3] |
| | | Manejo | | | | | | |
| 0,2-0,3 | Crotalária | 3,652 | 3,420 | 3,428 | 3,417 | 3,010 | 3,385 a | 15,36[1] |
| | Nabo forrageiro | 3,423 | 3,643 | 3,616 | 3,630 | 3,718 | 3,606 a | 14,70[2] |
| | Média | 3,537 A | 3,531 A | 3,522 A | 3,253 A | 3,364 A | | 11,22[3] |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Prof: profundidade; PC: plantas de cobertura; SD: semeadura direta; AD: arado de discos; ER: enxada rotativa; SUB: subsolador; GR: grade. CV%[1]: coeficiente de variação para manejo; CV%[2]: coeficiente de variação para planta de cobertura; CV%[3]: coeficiente de variação para interação.

A resistência do solo à penetração não diferiu entre os sistemas de preparo do solo e entre as plantas de cobertura (Tabela 9). Cunha et al. (2011) constataram esse mesmo comportamento, estudando diferentes sistemas de preparo do solo e plantas de cobertura em feijão e milho verificaram que as plantas de cobertura não tiveram influência na resistência do solo à penetração em nenhuma das profundidades analisadas nos sistemas de semeadura direta e cultivo convencional.

A resistência do solo à penetração para os sistemas de preparo do solo, pela classificação de Arshad et al. (1996), na profundidade de 0,0-0,1 m, foi enquadrada de alta a muito alta (Tabela 9). Para as plantas de cobertura foram classificadas como alta e muito para a crotalária e o nabo forrageiro respectivamente. Para a profundidade de 0,1-0,2 m a resistência do solo à penetração foi classificada como alta para todos os sistemas de preparo do solo e plantas de cobertura exceto para o sistema de semeadura direta classificada como alta. Já para a

profundidade de 0,2-0,3 m a classificação foi alta para todos os sistemas de preparo e plantas de cobertura.

De acordo com Lima et al.(2010) o valor crítico da resistência do solo à penetração é de aproximadamente 1,7 e 1,9 MPa; esses valores interferiram no crescimento e na produtividade de grãos de feijão e de soja, respectivamente. Apesar de não haver diferença para resistência do solo à penetração entre os sistemas de preparo no presente trabalho, todos os valores observados no estudo estão acima do valor critico prejudicial à cultura, porém não foram observadas diferenças na produtividade final, sendo a produtividade média igual a 3.752 kg $ha^{-1}$ (Tabela 4), maior que a média prevista para safra 2018/2019 em torno de 3.206 kg $ha^{-1}$.

Marasca et al. (2011) encontraram valores de resistência do solo à penetração variando de 2,9 a 4,28 MPa, e umidade variando de 0,20 a 0,21 $m^3$ $m^{-3}$ na cultura da soja sob sistema de semeadura direta e estes valores não apresentaram influência negativa na produtividade da soja, segundo o autores os elevados valores de resistência do solo à penetração encontrados podem ser explicados pelo tráfego intenso de máquinas durante os treze anos de implantação do sistema de semeadura direta, o mesmo comportamento verificado no presente estudo.

Almeida et al.(2008), avaliando preparo convencional e direto em Latossolo Vermelho, verificaram valores de 4,0 e 3,6 MPa e de produtividade de soja de 2.378 e 2.050 kg $ha^{-1}$ para sistema de semeadura direta e sistemas de cultivo convencional respectivamente, os resultados encontrados não diferiram estatisticamente para os sistemas de preparo, corroborando com os dados obtidos no presente estudo.

Segundo Cunha et al. (2002), quando o teor de água no solo é alto a atuação das forças de coesão entre as partículas do solo é menor e esse fato promove a diminuição da resistência do solo à penetração. Porém, a umidade do solo se manteve igual para todos os sistemas de preparo do solo (Tabela 10).

Tabela 10. Umidade do solo ($m^3$ $m^{-3}$) em função dos sistemas de preparo do solo e de plantas de cobertura em diferentes profundidades de um Latossolo Vermelho em Monte Carmelo-MG

| | | Sistemas de preparo | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Prof.(m) | PC | SD | AD | ER | SUB | GR | Média | CV% |
| 0,0-0,1 | Crotalária | 0,264 | 0,227 | 0,266 | 0,211 | 0,250 | 0,244 a | 16,02[1] |
| | Nabo forrageiro | 0,236 | 0,225 | 0,221 | 0,221 | 0,241 | 0,227 b | 2,96[2] |
| | Média | 0,250 A | 0,226 A | 0,243 A | 0,216 A | 0,246 A | | 11,22[3] |
| 0,1-0,2 | Crotalária | 0,265 | 0,257 | 0,265 | 0,260 | 0,273 | 0,263 a | 5,33[1] |
| | Nabo forrageiro | 0,254 | 0,253 | 0,260 | 0,257 | 0,265 | 0,258 a | 5,38[2] |
| | Média | 0,259 A | 0,255 A | 0,262 A | 0,259 A | 0,269 A | | 2,35[3] |
| 0,2-0,3 | Crotalária | 0,263 | 0,258 | 0,269 | 0,263 | 0,269 | 0,265 a | 3,84[1] |
| | Nabo forrageiro | 0,265 | 0,259 | 0,257 | 0,255 | 0,268 | 0,261 a | 3,60[2] |
| | Média | 0,266 A | 0,258 A | 0,263 A | 0,259 A | 0,269 A | | 3,94[3] |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. PC: plantas de cobertura; SD: semeadura direta; AD: arado de discos; ER: enxada rotativa; SUB: subsolador; GR: grade. Prof: profundidade; CV%[1]: coeficiente de variação para manejo; CV%[2]: coeficiente de variação para planta de cobertura; CV%[3]: coeficiente de variação para interação.

Cardoso et al. (2006) verificaram pouca influência da compactação em um limite de produtividade quando não existe restrição hídrica. É possível observar que na profundidade de 0,0-0,1 m (Tabela 10) as plantas de cobertura tiveram influência sobre a umidade, sendo encontrada a maior umidade para o tratamento com a crotalária, enquanto que para as demais profundidades não houve diferença.

As avaliações de médio-longo prazo são importantes e necessárias para diagnosticar os atributos físicos do solo submetido aos diferentes sistemas de preparo e manejo.

## 2.4 CONCLUSÕES

Os sistemas de preparo do solo não influenciaram o número médio de dias para emergência de plântulas, o índice de sobrevivência, a população inicial, o diâmetro de caule, a altura de inserção da primeira vagem, a altura de plantas, o número médio de vagens por planta e a produção da soja.

Apenas a população final e o número de sementes por vagem foram influenciados pelos sistemas de preparo do solo, sendo a menor população final encontrada no preparo com arado de discos e os menores números de sementes por vagem encontradas no preparo com enxada rotativa e grade quando comparados ao preparo com arado de discos.

As plantas de cobertura não influenciaram os atributos agronômicos da cultura da soja.

A densidade do solo não diferiu entre os sistemas de preparo do solo nas profundidades de 0,0-0,1 m e 0,1-0,2 m. Para a profundidade de 0,2-0,3 m as menores densidades encontradas

foram no sistema de preparo com arado de discos e semeadura direta, quando comparados ao preparo do solo com subsolador e enxada rotativa,.

Os sistemas de preparo do solo influenciaram a porosidade total apenas nas profundidades de 0,0-0,1 e 0,1-0,2 m.

Para a macroporosidade apenas na profundidade de 0,0-0,1 m houve diferença entre os sistemas de preparo do solo. Os menores valores de macroporosidade foram encontrados na profundidade de 0,0-0,1 m para o sistema de preparo com arado de discos e semeadura direta, quando comparados ao subsolador.

Em relação à microporosidade verificou-se que apenas na profundidade de 0,2-0,3 m houve diferenças entre os sistemas de preparo do solo. Os menores valores foram encontrados no preparo com arado de discos e semeadura direta quando comparados à grade.

Os sistemas de preparo do solo não influenciaram resistência do solo à penetração

As plantas de cobertura não tiveram influência sobre os atributos físicos avaliados.

## 2.5 REFERÊNCIAS


ALMEIDA, V.P.; ALVES, M.C.; SILVA, E.C.; OLIVEIRA, S.A. Rotação de culturas e propriedades físicas e químicas em Latossolo Vermelho de cerrado sob preparo convencional e semeadura direta em adoção. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n.3, v.32, p.1227- 1237, 2008. Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/1802/180214229030.pdf.

ARSHAD, M. A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J. W.; A .J.; (Eds). **Methods for assessing soil quality.** Madison: Soil Science Society of America, p. 123-141, 1996. (SSSA Special publication, 49).

BRANDT, E. A.; SOUZA L. C. F.; VITORINO, A. C. T.; MARCHETTI, M. E. Desempenho agronômico de soja em função da sucessão de cultura em plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, n. 5, v. 30, p. 869-874, 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Antonio_Vitorino/publication/262620014_Soybean_agronomic_performance_as_a_function_of_crop_sucession_in_no_tillage_system/links/543fe22c0cf21227a11b982d/Soybean-agronomic-performance-as-a-function-of-crop-sucession-in-no-tillage-system.pdf.

BLANCO-CANQUI, H.; SHAVER, T.M.; LINDQUIST, J.L.; SHAPIRO, C.A.; ELMORE, R. W.; FRANCIS, C.A.; HERGERT, G.W. Cover crops and ecosystem services: Insights from studies in temperate soils. **Agronomy Journal**, Madison, n.6, v.107, p.2449-2474, 2015. Disponível em: https://doi:10.2134/agronj15.0086.

CAMARGO, L. A.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T. Spatial variability of physical attributes of an alfisol under different hillslope curvatures. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n.3, v.34, p.617-630, 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v34n3/03.pdf.

CARDOSO, E. G.; ZOTARELLI, L; PICCININ, J. L.; TORRES, E.; SARAIVA, O. F; GUIMARÃES, M. F. Sistema radicular da soja em função da compactação do solo no sistema de

plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, n. 3, v. 41, p. 493-501, 2006. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/49036/1/26226.pdf.

CARDOSO, E.L.; Silva, M. L. N.; Curi, N.; Ferreira, M. M.; Freitas, D. A. F. Qualidade química e física do solo sob vegetação arbórea nativa e pastagens no Pantanal Sul-Mato-Grossense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 2, v. 35, p. 613-622, 2011. Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/1802/180218547030.pdf.

CARVALHO FILHO, A.; CARVALHO, L. C. C.; CENTURION, J. F.; ROUVERSON, P. S.; FURLANI, C. E. A. Efeitos de sistemas de preparo do solo na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Engenharia Agrícola**; Jaboticabal, n.3, v.26, p.777-786, 2006. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/27787/S01006916200600030015.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

CFSEMG - COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**, 5ª Aproximação. Viçosa/MG, 1999, 360p.

CRUZ, T.V.; PEIXOTO, C.P.; MARTINS, M.C.; PEIXOTO, M.F.S.P. Componentes de produção de soja em diferentes épocas de semeadura, no oeste da Bahia. **Bioscience Journal**; Uberlândia, n. 5, v. 26, p. 709-716, 2010. Disponível em: http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/7198/5259.

CUNHA, E.Q.; STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A.; FERREIRA, E.P.B.; DIDONET, A.D. LEANDRO, W.M. Sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura na produção orgânica de feijão e milho. I – Atributos físicos do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n.2, v.35, p. 589-602, 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v35n2/v35n2a28.

CUNHA, J.P.A.R.; VIEIRA, L.B.; MAGALHÃES, A.C. Resistência mecânica do solo à penetração sob diferentes densidades e teores de água. **Engenharia na Agricultura**, n.1, v.10, p.1-7, 2002.

DENARDIN, J.E.; KOCHHANN, R.A.; SANTI, A.; FAGANELLO, A. SATTLER, A. Efeito da consorciação milho-braquiária (*Brachiaria brizantha*) na mitigação da compactação do solo. Passo Fundo, Embrapa Trigo, **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Online**, 2008. 13p. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/852134/1/pbp54.pdf.

DEXTER, A. R.; CZYZ, E. A.; GAT, O. P. A method for prediction of soil penetration resistance. **Soil and Tillage Research**, n.2, v.93, p.412-419, 2007.

DRESCHER, M. S.; ELTZ, F. L. F.; DENARDIN, J. E.; FAGANELLO, A.; DRESCHER, G. L. Resistência à penetração e rendimento da soja após intervenção mecânica em Latossolo vermelho sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n.6, v.36, p.1836-1844, 2012. Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/1802/180225136008.pdf.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise do solo**. EMBRAPA/CNPSO, 2017, 212 p.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA**. Sistema brasileiro de classificação de solo**s. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018, 355p.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise do solo**. EMBRAPA/CNPSO, 2011, 225 p.

EMBRAPA, SOJA. **Tecnologias de produção de soja: Paraná.** Londrina: Embrapa Soja, 2004.

FARHATE, C.V.V. Expansão de canavial e sistemas de manejo conservacionistas para produção de cana-de-açúcar no sudeste brasileiro. **Tese**, 2019,133 p. Universidade Estadual de Campinas. Disponível em: http://143.106.10.215/handle/REPOSIP/334412.

FERREIRA, E. P. B.; SANTOS, H. P.; COSTA, J. R.; DE-POLLI, H.; RUMJANEK, N. G. Microbial soil quality indicators under different crop rotations and tillage management. **Revista Ciência Agronômica**, n.2, v.41, p.177-183, 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-66902010000200002script=sci_arttexttlng=es .

FREDDI, O. S.; CENTURION, J. F.; DUARTE, A. P.; PERES, F. S. C. Compactação do solo e produção de cultivares de milho em Latossolo Vermelho. II - Intervalo hídrico ótimo e sistema radicular. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n.4, v.33, p.805- 818, 2009. Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/1802/180214069005.pdf.

GAVOTTI, F. S. M.; CENTURION, M. A. P. C.; CENTURION, J. F. Comportamento da soja, cultivar IAC FOSCARIM 31, em quatro sistemas de preparo do solo. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL.. ***Anais...*** Uberaba: Embrapa Soja/Epamig/Fundação Triângulo, 2003, p. 254-255.

GUARESCHI RF, PEREIRA MG, PERIN A. Deposição de resíduos vegetais, matéria orgânica leve, estoques de carbono e nitrogênio e fósforo remanescente sob diferentes sistemas de manejo no Cerrado goiano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. n.3, v. 36, p.909-20, 2012. Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/1802/180222945021.pdf.

JORGE, R. F.; DE ALMEIDA, C. X.; BORGES, E. N.; PASSOS, R. R. Distribuição de poros e densidade de Latossolos submetidos a diferentes sistemas de uso e manejo. **Bioscience Journal**, n.1, v.28, p.159-169, 2012. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/41811/WOS000302268500019.pdf?sequence=3isAllowed=y.

KIEHL, E.J. **Manual de edafologia** – relações solo-planta. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1979, 262p.

LIMA, C. L. R.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; SUZUKI, L. E. A. S. Produtividade de culturas e resistência à penetração de Argissolo Vermelho sob diferentes manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.89-98, 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/pab/v45n1/a12v45n1.

LIMA, E.V.; CRUSCIOL, C. A. C.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Características agronômicas, produtividade e qualidade fisiológica da soja "safrinha" sob semeadura direta, em função da cobertura vegetal e da calagem superficial**. Revista Brasileira de Sementes**, n.1, v. 31, p.069-080, 2009. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/rbs/v31n1/a08v31n1.

LOURENTE, E.R.P.; MERCANTE, F.M.; ALOVISI, A.M.T.; GOMES, C.F.; GASPARINI, A.S. NUNES, C.M. Atributos microbiológicos, químicos e físicos de solo sob diferentes

sistemas de manejo e condições de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, n.1, v.41, 2011, pp.20-28. Disponível: https://www.redalyc.org/pdf/2530/253019709001.pdf.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, n.2, v. 2, p.176-77, 1962. Disponível em: https://dl.sciencesocieties.org/publications/cs/abstracts/2/2/CS0020020176.

MARASCA, I.; OLIVEIRA, C.A.A.; GUIMARÃES, E.C.; CUNHA, J. P. A.R.; J.P.; ASSIS, R.L.; PERIN, A.; MENEZES, L.A.S. Variabilidade espacial da resistência do solo à penetração e do teor de água em sistema de plantio direto na cultura da soja. **Bioscience Journal,** n.2, v.27, p.239-246, 2011. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/40237/WOS000290375000008.pdf?sequence=3isAllowed=y.

MARASCA, I., GONÇALVES, F. C., MORAES, M. H., BALLARIN, A. W., GUERRA, S. P., LANÇAS, K. P. Propriedades físicas de um Nitossolo Vermelho em função dos sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, n.11, v.17, p.1160-1166, 2013.

MARQUES, M. C. Adaptabilidade, estabilidade e diversidade genética de cultivares de soja em três épocas de semeadura, em Uberlândia – MG. 2010. 95f. **Dissertação** (Mestrado em fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2010. Disponível em: https://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/4521/texto%20completo.pdf?sequence=1.

MARTINS, M. V.; CARVALHO, M.P.; ANDREOTTI, M.; MONTANARI. R. Correlação linear e espacial entre a produtividade do feijoeiro e atributos físicos de um Latossolo Vermelho distroférrico de Selvíria, Estado de Mato Grosso do Sul. **Acta Scientiarum Agronomy,** Maringá, n.1, v. 31, p. 147-154, 2009. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/asagr/v31n1/v31n1a22.pdf.

MATIAS, S.S.R.; BORBA, J.A.; TICELLI, M.; PANOSSO, A.R.; CAMARA, F.T. Atributos físicos de um Latossolo Vermelho submetido a diferentes usos. **Revista Ciência Agronômica**, n.3, v.40, p.331-338, 2009. Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/1953/195317389002.pdf.

NOVAIS, G.T.; PEREIRA, K.G.O. **A subtropicalidade nas serras mineiras: uma proposta de classificação climática para o sudeste brasileiro**. Apresentado no 8º Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica. Alto Caparaó. 2008.

RAMOS F.T.; MONARI Y.C.; NUNES M.C.M.; CAMPOS D.T.S.; RAMOS D.T. Indicadores de qualidade em um Latossolo Vermelho-Amarelo sob pastagem extensiva no pantanal matogrossense. **Revista Caatinga**, n.1, v.23, p.112-20, 2010. Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/2371/237117582017.pdf.

REICHERT, J.M.; REINERT, D.J.; BRAIDA, J.A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Ciências Ambientais,** v. 27, p.29-48, 2003.

RIBEIRO, M.A.V.; NOVAIS, R.F.; FAQUIN, V.; FERREIRA, M. M.; NETO, A.E.F.; LIMA, J.M.; VILLANI, E.M.A. Resposta da soja e do eucalipto ao aumento da densidade do solo e a doses de fósforo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo,** n.4, v.34, p.1157-1164, 2010. Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/1802/180215875015.pdf.

SILVA, U.T.G. Efeito do sistema de preparo em algumas propriedades físicas do solo e na cultura da soja, em Rio Paranaíba-MG. 2015.101f. **Dissertação** (Mestrado em produção vegetal).Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais,2015.

SILVA, J. B.; LAZARINI, E.; SILVA, A. M.; RECO, P. C. Ensaio comparativo de cultivares de soja em época convencional em Selvíria, MS: características agronômicas e produtividade. **Bioscience Journal**, Uberlândia, n.5, v. 26, p. 747-754, 2010. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/10427/WOS000284094700010.pdf?sequence=2&isAllowed=y.

SOLANO, L.;YAMASHITA, O.M.. Cultivo da soja em diferentes espaçamentos entre linhas. **Varia Scientia Agrárias,** n.2, v. 2, p. 35-47, 2011. Disponível em: http://erevista.unioeste.br/index.php/variascientiaagraria/article/view/5382.

SOUSA NETO, E.L.; ANDRIOLI, I.; BEUTLER, A.N. CENTURION, J.F. Atributos físicos do solo e produtividade de milho em resposta a culturas de pré-safra. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n.2, v.43, p.255-260, 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/pab/v43n2/a15v43n2.

STOLF, R. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n.3, v. 15, p.229-235, 1991.

TAVARES FILHO, J.; BARBOSA, G.M.; GUIMARÃES, M.F. FONSECA, I.C.B. Resistência à penetração e desenvolvimento do sistema radicular do milho (*Zea mays*) sob diferentes sistemas de manejo em um Latossolo Roxo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n.3, v.25: p.725-730, 2001. Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/1802/180218337023.pdf.

TEIXEIRA, P.C.; DONAGEMMA, G.K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W.G. **Manual de Métodos de Análise de Solos**. 3ª edição Revista e Ampliada, Brasília: Embrapa, 2017. 573p.

THIERFELDER, C.; CHEESMAN, S.; RUSINAMHODZI, L. Benefits and challenges of crop rotations in maize-based conservation agriculture (CA) cropping systems of southern Africa. **International Journal of Agricultural Sustainability**, Wivenhoe Park, n.2, v.11, p.108-124, 2013. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14735903.2012.703894.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M.G.; ASSIS, R.L.; SOUZA, Z.M. Atributos físicos de um Latossolo Vermelho cultivado com plantas de cobertura, em semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n.2, v. 39, p. 428-437, 2015. Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/1802/180239737011.pdf.

VIANA, E. T.; BATISTA, M. A.; TORMENA, C. A.; COSTA, A. C. S.; INOUE, T. T. Atributos físicos e carbono orgânico em Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, n.6, v. 35, p. 2105-2114, 2011. Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/1802/180221446025.pdf.

WENDLING, B.; VINHAL-FREITAS, I. C.; DE OLIVEIRA, R. C.; BABATA, M. M.; BORGES, E. N. Densidade, agregação e porosidade do solo em áreas de conversão do cerrado em floresta de pinus, pastagem e plantio direto. **Bioscience Journal**, n.1, v.28, 2012.Disponível em: http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/13277/8371.

# CAPÍTULO 3. FITOSSOCIOLOGIA DE PLANTAS DANINHAS EM LATOSSOLO VERMELHO SOB SISTEMAS DE PREPARO E PLANTAS DE COBERTURA


## RESUMO

A soja tem grande importância na economia mundial. Para obtenção de elevadas produtividades vários critérios devem ser analisados, dentre eles o preparo do solo e controle de plantas daninhas. Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de diferentes sistemas de preparo do solo e de plantas de cobertura cultivadas em pré-safra da cultura da soja na fitossociologia de plantas daninhas. O estudo foi desenvolvido na área experimental da Universidade Federal de Uberlândia, Unidade Araras, Campus Monte Carmelo/MG. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico de textura muito argilosa. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados (DBC) com os fatores sistemas de preparo do solo e plantas de cobertura (dois e três níveis respectivamente), distribuídos no esquema em faixas, com quatro repetições. A cultivar de soja semeada foi a Nidera NS7667 Ipro. Foram avaliadas densidade, frequência, abundância e índice de valor de importância das plantas daninhas. Os sistemas de preparo tiveram influência na distribuição das plantas da daninhas, antes da semeadura a maior diversidade de espécies foi encontrada no sistema de semeadura direta. Após a semeadura houve uma redução geral da diversidade das espécies, exceto para o preparo com enxada rotativa deixada no pousio As espécies *Bidens* sp. e *Digitaria sanguinalis* foram encontradas em todos os sistemas de preparo e tiveram o maior índice de valor de importância, com uma média geral de 123,2 e 78,3.



**Palavras-chave:** plantio direto, plantio convencional, índice de valor de importância.

**ABSTRACT**

Soy has great importance in the world economy. In order to obtain high productivity, several criteria must be analyzed, including soil preparation and weed control. The objective of this work was to evaluate the effect of different soil tillage systems and cover crops grown in pre-harvest soybean crop on weed phytosociology. The study was developed in the experimental area of the Federal University of Uberlândia, Araras Unit, Campus Monte Carmelo/MG. The soil was classified as a typical Haplustox with a very clayey texture. The experimental design was a randomized block (DBC) with the factors of soil tillage systems and cover plants (two and three levels respectively), distributed in the stripped scheme, with four replications. The sowed soybean was Nidera NS7667 Ipro. Weed density, frequency, abundance and importance value index were evaluated. The tillage systems had an influence on the distribution of weeds. Before sowing, the greatest diversity of species was found in the no-tillage system. After sowing, there was a general reduction in species diversity, except for the preparation with a rotary hoe left in fallow. *Bidens* sp. and *Digitaria sanguinalis* were found in all preparation systems and had the highest importance value index, with an overall average of 123.2 and 78.3.

**Keywords:** no-till, conventional tillage, importance value index.

## 3.1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma das mais importantes culturas na economia mundial. Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) houve um crescimento de 2,1% na área de plantio de soja e redução de 3,6% na produção, atingindo 115 milhões de toneladas safra 2018/2019 (CONAB, 2019).

O controle das plantas daninhas é um fator muito importante durante o ciclo da cultura da soja. Atualmente o controle mais utilizado é o químico, porém a associação com uso de plantas de cobertura podem contribuir com o controle das mesmas, de acordo com Pacheco et al. (2011) em alguns casos as plantas de cobertura contribuem para redução da emergência de plantas daninhas, devido aos resíduos vegetais dispostos no solo. Espécies como milheto, nabo, crotalária atuam na supressão das plantas daninhas, até mesmo por efeitos alelopáticos, reduzindo a densidade das mesmas no solo (LAMEGO et al., 2015). Após a colheita no cerrado é comum deixar a área em pousio até a safra seguinte e a utilização de plantas de cobertura no solo tem sido cada vez mais comum para reduzir a população de plantas daninhas nesse período.

O primeiro passo para o controle as plantas daninhas é realizar a identificação de espécies presentes na área de cultivo. Os estudos fitossociológicos são importantes ferramentas que permitem avaliar e descrever a distribuição das plantas daninhas em áreas agrícolas (CONCENÇO et al., 2013). Os índices fitossociológicos são de extrema importância para verificar as consequências dos sistemas de manejo e preparo do solo no crescimento, ocupação e variação de plantas daninhas nas áreas (PITELLI, 2000; CONCENÇO et al., 2013). Obtidos os dados é possível adotar práticas para o manejo integrado de plantas daninhas (ADEGAS et al., 2010).

Além de todos os fatores já mencionados, a introdução da soja geneticamente modificada resistente ao herbicida glifosato resultou em uma grande demanda desse herbicida para a cultura, por não afetar o seu desenvolvimento e ter eficiência sobre as plantas daninhas. Apesar de ser uma tecnologia de extrema importância de controle, Lamego et al. (2008) afirmaram que o uso incorreto dessa tecnologia acarretaria em poucos anos uma tolerância ou resistência das plantas daninhas a diversos herbicidas. Dessa forma, esse fato já é evidenciado atualmente em varias regiões, o controle químico repetitivo com mesmo mecanismo de ação resultou em resistência e tolerância das plantas daninhas.

Balbinot Junior e Veiga (2014) verificaram que as maiores densidades de plantas daninhas monocotiledôneas foram observadas no sistema de cultivo convencional e já as plantas daninhas dicotiledôneas foram observadas no sistema de semeadura direta, comparando os dois sistemas de preparo. De acordo com Shearin et al. (2005), a associação de preparo do solo,

plantas de cobertura e adubação equilibrada podem afetar o propágulo de plantas daninhas no solo.

As plantas daninhas acarretam prejuízos em diversas culturas devidos à competição por nutrientes, água, sombreamento. A redução da produtividade pela competição por plantas daninhas dentre outros fatores irá depender da espécie infestante na área. Stall et al. (2003) verificaram redução na produtividade do tomateiro transplantado de 50 e 81%, devido à infestação de *C. esculentus* e *C. rotundus*. Biffe et al. (2010) verificaram que o convívio de plantas daninhas na cultura da mandioca pode reduzir cerca de 90% a produção de raízes. Rodrigues et al. (2010) verificaram um perda de 5% da produtividade de sorgo em função da interferência das plantas daninhas.

Outro fator importante é a associação de práticas de conservação do solo visando à melhoria do solo utilizando plantas de cobertura na entressafra estão sendo amplamente utilizadas. Podendo ser incorporadas ou não ao solo, apresenta uma série de vantagens, a simples deposição na superfície do solo o protege contra erosão e quando incorporadas melhoram as condições químicas e biológicas do solo, controla as plantas espontâneas, atuam como indicadores de qualidade do solo (FERREIRA et al., 2010) e exercem papel de grande importância no fluxo de energia e ciclagem de nutrientes.

A fim de potencializar o uso de plantas na adubação verde é importante identificar as espécies de acordo com a região e assim poder ajustar a melhor forma de manejo. Na região do cerrado, a crotalária (*Crotalaria juncea)* e o nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) estão sendo semeados na entressafra. O nabo forrageiro é muito utilizado por ser uma planta tolerante à seca e por ter vigoroso sistema radicular capaz de descompactar camadas adensadas do solo (TIECHER, 2016). A crotalária é cultivada em toda região tropical e, por ser uma leguminosa, possui a capacidade de acumular N através fixação biológica (SILVA et al., 2009) resultando no incremento e disponibilidade de N aos sistemas de produção (TEODORO et al., 2011 b); é conhecida também por reduzir a população de nematoides no solo.

Considerando que o desenvolvimento da cultura da soja depende do sistema de preparo do solo e que o uso de plantas de cobertura trás inúmeros benefícios à qualidade do solo, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos de diferentes sistemas de preparo do solo e de plantas de cobertura cultivadas em pré-safra da cultura da soja na fitossociologia de plantas daninhas.

## 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na área experimental da Universidade Federal de Uberlândia, Unidade Araras, *Campus* Monte Carmelo/MG, sob as coordenadas 18° 43'34.41"S e 47°31'23.88" O, localizada a uma altitude média de 890 m, com temperatura média de 21,2 °C e a pluviosidade média anual de 1444 mm.

O clima da região é tropical, quente e úmido, com estação seca bem definida e inverno seco e frio (16 °C, em média), classificado como Aw, de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger (NOVAIS et al., 2008). O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico, A moderado, textura muito argilosa relevo suave ondulado (Tabela 1) de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018).

Tabela 1. Granulometria do Latossolo Vermelho da área experimental

| Camada M | Areia | Silte | Argila |
|---|---|---|---|
| | ---------- g $kg^{-1}$ ---------- | | |
| 0,0-0,2 | 200 | 260 | 540 |
| 0,2-0,4 | 170 | 170 | 660 |

A área experimental era cultivada anteriormente com café (*Coffea arabica*) por longo período e, em novembro de 2015 toda a área foi preparada com aração e gradagem antecedendo a semeadura, sendo definidas as faixas que adotariam o sistema de semeadura direta e o cultivo convencional. Desde então, foram cultivadas na entressafra plantas de cobertura e na safra o cultivo de soja. Dessa forma, a cada ano o solo foi preparado para o cultivo convencional, em setembro/outubro, sendo realizadas uma aração e uma gradagem, e no sistema de semeadura direta realizada a dessecação das plantas daninhas com herbicida (glifosato) antes da semeadura da soja (final de outubro, início de novembro).

### 3.2.1 Semeadura das plantas de cobertura

O estudo teve inicio em abril de 2018, quando foram semeadas as plantas de cobertura de forma mecanizada (semeadora modelo SA 11500 marca VENCE TUDO®), sem uso de adubação. As espécies semeadas foram o crotalária (*Crotalaria juncea*), milheto (*Pennisetum glaucum*) e um tratamento foi deixado em pousio, sendo distribuídos 30 kg $ha^{-1}$ de cada espécie, no espaçamento de 0,50 m entre linhas, em cada unidade experimental.

Ao atingirem o ponto máximo de florescimento, aproximadamente 90 dias após a semeadura, foram feitos o corte das plantas com auxílio de uma roçadora. Após o manejo das

plantas foi analisada a matéria seca residual, sendo o peso médio produzido de crotalária, milheto e pousio foram de 4765 kg $ha^{-1}$, 3165 kg $ha^{-1}$ e 4765 kg $ha^{-1}$ respectivamente. Após o manejo das plantas a área permaneceu em pousio até a safra seguinte.

### 3.2.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados (DBC) com os fatores sistemas de preparo do solo, duas plantas de cobertura e o pousio (dois e três níveis respectivamente), distribuídos no esquema em faixas com quatro repetições. Totalizando assim 24 unidades experimentais de 30 m² (5x6m) cada.

Os sistemas de preparo do solo utilizados foram:

SD- Semeadura direta no solo com semeadora adubadora de arrasto, modelo SA 11500 marca VENCE TUDO®, com cinco linhas tracionadas por trator, com massa de 1310 kg, trabalhando até 50 mm de profundidade e velocidade de trabalho de 5,0 km $h^{-1}$;

ER- Preparo primário do solo com enxada rotativa, marca MEC-RUL®, modelo ERP 125 com largura de trabalho de 1,25m, transmissão por eixo cardan, com massa de 496 kg, trabalhando até 200 mm de profundidade e velocidade de trabalho de 5,0 km $h^{-1}$.

Em todas as operações mecanizadas foi utilizado o trator agrícola marca VALTRA, modelo A850, transmissão 4X2 TDA, diesel e potência 85 CV.

### 3.2.3 Semeadura da soja

Antes da implantação da cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), no dia 27 de março, foram coletadas amostras de solo para análises químicas. A fertilidade do solo foi previamente avaliada para a implantação da cultura, cujos resultados foram: pH ($H_2O$) = 6,3, pH ($CaCl_2$) = 5,9; M.O. = 2,3 dag $kg^{-1}$; P (Mehlich) = 18,8 mg $dm^{-3}$; $K^+$ = 0,26 $cmol_c$ $dm^{-3}$; $Ca^{++}$ = 3,6 $cmol_c$ $dm^{-3}$; $Mg^{++}$ = 1,2 $cmol_c$ $dm^{-3}$; V = 73 %.

Os sistemas de preparo do solo primário do solo foram realizados em setembro de 2018. Antes da semeadura, no dia 23 de outubro de 2019, toda área foi dessecada com glifosato (Glifosato (sal di-amônico de N) + Glifosato (ácido de N) (1780 g i.a $ha^{-1}$, 1480 g i.a $ha^{-1}$ respectivamente)).

A semeadura da soja ocorreu de forma mecanizada, com a semeadora adubadora de arrasto, modelo SA 11500 marca VENCE TUDO®, com cinco linhas tracionadas por trator, em 26 de outubro de 2018, dentro da época recomendada pela Nidera® (30 setembro a 20 de novembro), com a variedade NS7667 Ipro, crescimento indeterminado e ciclo de 120-130 dias.

A semeadura foi realizada de modo a obter-se 15 plantas por metro linear para obtenção de 300 mil plantas $ha^{-1}$, utilizando o espaçamento entre linhas de 50 cm e profundidade de semeadura de três centímetros. A semente já veio tratada com os seguintes ingredientes ativos: ciantraniliprole (0,6 mL $kg^{-1}$ semente), tiametoxam (2 mL $kg^{-1}$ semente) e os fungicidas com os ingredientes ativos thiabendazol + metalazil – M + fludioxonil (1,0 mL $kg^{-1}$ semente) e antes da semeadura recebeu um tratamento de sementes composto por cobalto e molibdênio (2 mL $kg^{-1}$ de semente p.c.) e o inoculante sólido turfoso (2 g $kg^{-1}$ de semente p.c.). As adubações basearam-se nos resultados da análise química do solo, de acordo com a Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (CFSEMG). Os adubos utilizados na semeadura foram o MAP (10 dag $kg^{-1}$ de N e 52 dag $kg^{-1}$ de $P_2O_5$), na dose recomendada de 40 kg $ha^{-1}$ e o KCl (60 dag $kg^{-1}$ de $K_2O$), na dose recomendada de 40 kg $ha^{-1}$.

Os tratos fitossanitários foram realizados de acordo com o monitoramento da área experimental. Na Tabela 2 foram apresentadas todas as aplicações realizadas no estudo para o controle de plantas daninhas, pragas e doenças.

Tabela 2. Produtos aplicados durante o ciclo da soja

| GRUPO QUÍMICO | INGREDIENTE ATIVO | DATA DE APLICAÇÃO |
|---|---|---|
| Glicina Substituída | Glifosato (sal di-amônico de N) + Glifosato (ácido de N) (1780 g i.a $ha^{-1}$, 1480 g i.a $ha^{-1}$ respectivamente) | 23/10/2018; 16/11/2018 |
| Metilcarbamato de oxima | Metomil (129 g i.a $ha^{-1}$) | 30/11/2018; 07/01/2019 |
| Estrobirulina e triazol | Piraclostrobina + epoxiconazol (79,8 g i.a $ha^{-1}$; 30 g i.a $ha^{-1}$ respectivamente) | 30/11/2018 |
| Neonicotinóide e piretróide | Imidacloprido + bifentrina (87,5 g i.a $ha^{-1}$; 17,5 g i.a $ha^{-1}$ respectivamente) | 17/12/2018; 07/01/2019 |
| Estrobirulina e carboxamida | Fluxapiroxade + piraclostrobina (58,45 g i.a $ha^{-1}$; 116,55 g i.a $ha^{-1}$ respectivamente) | 17/12/2018; 07/01/2019; 22/02/2019 |
| Estrobirulina e pirazol | Azoxistrobina + benzovindiflupir (60 g i.a $ha^{-1}$; 30 g i.a $ha^{-1}$ respectivamente) | 31/01/2019 |
| Neonicotinóide e piretróide | Tiametoxam + lambda-cialotrina (28,2 g i.a $ha^{-1}$, 21,2 g i.a $ha^{-1}$ respectivamente) | 31/01/2019 |
| Avermectinas | Abamectina (13,5 g i.a $ha^{-1}$) | 31/01/2019 |
| Paraquate | Paraquate (300 g i.a $ha^{-1}$) | 11/03/2019 |

### 3.2.4 Análises da população das plantas daninhas

Foram realizadas avaliações para o estudo fitossociológico das plantas daninhas em três épocas distintas. A primeira avaliação para identificação das espécies presentes na área foi feita antes da semeadura da soja e antes da aplicação do herbicida glifosato (Figuras 1 a 3).

Figura 1. Crotalária no preparo convencional e semeadura direta e respectivamente.

Figura 2. Milheto no preparo convencional e semeadura direta e respectivamente.

Figura 3. Pousio no preparo convencional e semeadura direta e respectivamente.

A segunda avaliação foi realizada antes da primeira aplicação do glifosato após a semeadura da soja e a última avaliação realizada em pré-colheita.

Para realizar a amostragem foi utilizado um quadro de ferro de 20x50 cm e em cada parcela o quadro foi lançado aleatoriamente duas vezes, sem sobreposição. Após a contagem das plantas daninhas, foram calculados os parâmetros fitossociológicos, frequência, densidade, abundância, frequência densidade e abundância relativa e índice de valor de importância de acordo com a fórmula proposta por Mueller-Dombois Ellenberg (1974).

## 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o levantamento fitossociológico realizado na área foram identificadas vinte e oito espécies distribuídas em nove famílias, sendo elas, Asteraceae, Commelinaceae, Poaceae, Convolvulaceae, Amaranthaceae, Nyctaginaceae, Solanaceae, Euphorbiaceae, Rubiaceae (LORENZI et al., 2014).

A descrição das espécies de plantas daninhas identificadas na área de estudo nos sistemas de preparo e com as plantas de cobertura em cada parcela foi apresentada nas Tabelas 5 e 6.

Tabela 5. Aspectos fitossociológicos de plantas daninhas antes da semeadura da soja

| Espécies vegetais | NPP | NTI | FRE | DEN | ABU | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Crotalária ER | | | |
| *Bidens.* sp | 4 | 176 | 1 | 8,8 | 44,0 | 121,8 |
| *Commelina benghalensis* | 3 | 13 | 0,7 | 0,6 | 4,3 | 26,9 |
| *Digitaria sanguinalis* | 4 | 113 | 1 | 5,6 | 28,2 | 87,1 |
| *Ipomoea grandifolia* | 3 | 5 | 0,7 | 0,2 | 1,6 | 21,9 |
| *Brachiaria plantaginea* | 2 | 26 | 0,5 | 1,3 | 13,0 | 33,3 |
| Total | 16 | 333 | 3,9 | 16,5 | 91,1 | 291 |
| | | | Crotalária SD | | | |
| *Amaranthus hibrydus* | 2 | 5 | 0,5 | 0,2 | 2,5 | 11,7 |
| *Amaranthus viridis* | 4 | 13 | 1 | 0,6 | 3,2 | 22,6 |
| *Bidens.* sp | 4 | 145 | 1 | 7,2 | 36,2 | 83,3 |
| *Commelina benghalensis* | 4 | 42 | 1 | 2,1 | 10,5 | 35,9 |
| *Digitaria sanguinalis* | 4 | 181 | 1 | 9,0 | 45,2 | 99,8 |
| *Ipomoea grandifolia* | 3 | 5 | 0,7 | 0,2 | 1,6 | 15,1 |
| *Brachiaria plantaginea* | 2 | 26 | 0,5 | 1,3 | 13 | 26,0 |
| *Rhynchelytrum repens* | 1 | 1 | 0,2 | 0,05 | 1 | 5,2 |
| Total | 24 | 418 | 5,9 | 20,6 | 113,2 | 299,6 |
| | | | Milheto SD | | | |
| *Amaranthus hibrydus* | 2 | 11 | 0,5 | 0,5 | 5,5 | 14,0 |
| *Amaranthus viridis* | 2 | 10 | 0,5 | 0,5 | 5,0 | 13,3 |
| *Bidens.* sp | 4 | 261 | 1,0 | 13,0 | 65,2 | 129,3 |
| *Commelina benghalensis* | 4 | 20 | 1,0 | 1,0 | 5,0 | 22,6 |
| *Digitaria sanguinalis* | 4 | 82 | 1,0 | 4,1 | 20,5 | 50,0 |
| Espécies vegetais | NPP | NTI | FRE | DEN | ABU | IVI |
| *Ipomoea grandifolia* | 2 | 3 | 0,5 | 0,1 | 1,5 | 8,8 |
| *Brachiaria plantaginea* | 3 | 12 | 0,7 | 0,6 | 4,0 | 16,4 |
| *Rhynchelytrum repens* | 1 | 6 | 0,2 | 0,3 | 6,0 | 9,7 |
| *Brachiaria plantaginea* | 1 | 2 | 0,2 | 0,1 | 2,0 | 5,5 |
| *Merremia cissoides* | 2 | 3 | 0,5 | 0,1 | 1,5 | 8,8 |
| *Cynosurus echinatus* | 1 | 1 | 0,2 | 0,05 | 1,0 | 4,5 |
| *Conyza bonariensis* | 2 | 8 | 0,5 | 0,4 | 4,0 | 12,0 |
| *Solanum americanum* | 1 | 1 | 0,2 | 0,05 | 1,0 | 4,5 |
| Total | 29 | 420 | 7,0 | 20,8 | 122,2 | 299,4 |
| | | | Milheto ER | | | |
| *Amaranthus hibrydus* | 2 | 8 | 0,5 | 0,4 | 4,0 | 15,9 |
| *Bidens.* sp | 4 | 233 | 1,0 | 11,6 | 58,2 | 123,3 |
| *Commelina benghalensis* | 3 | 23 | 0,7 | 1,15 | 7,6 | 27,9 |
| *Digitaria sanguinalis* | 2 | 76 | 0,5 | 3,8 | 38,0 | 57,0 |
| *Ipomoea grandifolia* | 1 | 1 | 0,2 | 0,05 | 1,0 | 6,5 |
| *Brachiaria plantaginea* | 1 | 5 | 0,2 | 0,2 | 5,0 | 10,2 |
| *Euphorbia heterophylla* | 1 | 16 | 0,2 | 0,8 | 16,0 | 20,6 |
| *Euphorbia hirta* | 1 | 1 | 0,2 | 0,05 | 1,0 | 6,5 |
| *Cynosurus echinatus* | 1 | 14 | 0,2 | 0,7 | 14,0 | 18,7 |
| *Merremia cissoides* | 1 | 1 | 0,2 | 0,05 | 1,0 | 6,5 |
| *Sonchus oleraceus* | 1 | 1 | 0,2 | 0,05 | 1,0 | 6,5 |
| Total | 18 | 379 | 4,1 | 18,8 | 146,8 | 299,6 |
| | | | Pousio SD | | | |
| *Bidens.* sp | 4 | 137 | 1,0 | 6,8 | 34,2 | 103,8 |
| *Conyza canadensis* | 1 | 2 | 0,2 | 0,1 | 2,0 | 7,3 |
| *Conyza bonariensis* | 2 | 3 | 0,5 | 0,1 | 1,5 | 11,7 |
| *Commelina benghalensis* | 4 | 28 | 1,0 | 1,4 | 7,0 | 35,6 |
| *Digitaria sanguinalis* | 3 | 88 | 0,7 | 4,4 | 29,3 | 76,4 |
| *Pennisetum setosum* | 1 | 1 | 0,2 | 0,05 | 1,0 | 5,9 |

| Espécies vegetais | NPP | NTI | FRE | DEN | ABU | Continua. IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Brachiaria plantaginea* | 1 | 7 | 0,2 | 0,3 | 7,0 | 14,5 |
| *Euphorbia hirta* | 1 | 3 | 0,2 | 0,1 | 3,0 | 8,8 |
| *Sonchus oleraceus* | 1 | 3 | 0,2 | 0,1 | 3,0 | 8,8 |
| *Amaranthus viridis* | 1 | 2 | 0,2 | 0,1 | 2,0 | 7,3 |
| *Digitaria horizonthalis* | 1 | 1 | 0,2 | 0,05 | 1,0 | 5,9 |
| *Solanum americanum* | 1 | 1 | 0,2 | 0,05 | 1,0 | 5,9 |
| *Rhynchelytrum repens* | 1 | 2 | 0,2 | 0,1 | 2,0 | 7,3 |
| Total | 22 | 278 | 5,0 | 13,6 | 94,0 | 299,2 |
| | | | Pousio ER | | | |
| *Bidens.* sp | 4 | 358 | 1,0 | 17,9 | 89,5 | 178,1 |
| *Commelina benghalensis* | 2 | 12 | 0,5 | 0,6 | 6,0 | 22,4 |
| *Digitaria sanguinalis* | 1 | 16 | 0,2 | 0,8 | 16,0 | 22,5 |
| *Ipomoea grandifolia* | 1 | 2 | 0,2 | 0,1 | 2,0 | 9,5 |
| *Brachiaria plantaginea* | 1 | 17 | 0,2 | 0,8 | 17,0 | 23,5 |
| *Euphorbia heterophylla* | 1 | 7 | 0,2 | 0,3 | 7,0 | 14,2 |
| *Sonchus oleraceus* | 1 | 5 | 0,2 | 0,2 | 5,0 | 12,3 |
| *Tridax procumbens* | 1 | 1 | 0,2 | 0,05 | 1,0 | 8,6 |
| *Eleusine indica* | 1 | 1 | 0,2 | 0,05 | 1,0 | 8,6 |
| Total | 13 | 419 | 2,9 | 20,8 | 144,5 | 299,7 |

NTI (número total de parcelas que continham a espécie), NPP (número total de plantas na parcela), FRE (frequência), DEN (densidade), ABU (abundância), IVI (índice de valor de importância), ER (enxada rotativa), SD (semeadura direta).

O estudo fitossociológico das espécies de plantas daninhas na área de estudo, nos sistemas de preparo do solo e de plantas de cobertura, utilizados em cada parcela e realizados antes da semeadura da soja (Tabela 5), mostra que as espécies com maior índice de valor de importância foram *Bidens* sp. e *Digitaria sanguinalis* com uma média geral de 123,2 e 78,3 respectivamente.As maiores diversidades de espécies antes da semeadura da soja foram encontradas no sistema de semeadura direta, tanto para os tratamentos com plantas de cobertura, como para o pousio (Tabela 5).

Logo após a primeira avaliação, antes da semeadura da soja, toda a área foi dessecada com o herbicida glifosato. Na segunda avaliação, após a aplicação do herbicida, um novo comportamento foi verificado. Todas as diversidades foram menores, exceto para o sistema de preparo com enxada rotativa no pousio, onde o número de espécies aumentou de treze para quinze (Tabela 6). Esta mudança de comportamento verificada após a semeadura da soja é explicada pela cobertura vegetal no solo. Como o preparo com enxada rotativa revolve o solo, deixando o pulverizado na superfície, a falta de resíduo vegetal em sua superfície permite uma maior incidência de luz, favorecendo o desenvolvimento das plantas daninhas (TEODORO et al., 2011).

Tabela 6. Aspectos fitossociológicos de plantas daninhas após a semeadura da soja

| Espécies vegetais | NTI | NPP | FRE | DEN | ABU | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Crotalária SD | | | |
| *Bidens.* sp | 2 | 5 | 0,5 | 0,2 | 2,5 | 38,4 |
| *Ipomoea triloba* | 2 | 2 | 0,5 | 0,1 | 1,0 | 23,9 |
| *Commelina benghalensis* | 3 | 6 | 0,7 | 0,3 | 2,0 | 45,2 |
| *Digitaria sanguinalis* | 3 | 26 | 0,7 | 1,3 | 8,6 | 124,4 |
| *Eleusine indica* | 1 | 2 | 0,2 | 0,1 | 2,0 | 22,0 |
| *Amaranthus viridis* | 2 | 2 | 0,5 | 0,1 | 1,0 | 23,9 |
| *Chenopodium ambrosioidis* | 1 | 2 | 0,2 | 0,1 | 2,0 | 22,0 |
| Total | 14 | 45 | 3,3 | 2,2 | 19,1 | 299,8 |
| | | | Crotalária ER | | | |
| *Bidens.* sp | 2 | 6 | 0,5 | 0,3 | 3,0 | 29,4 |
| *Ipomoea triloba* | 1 | 1 | 0,2 | 0,05 | 1,0 | 11,3 |
| *Commelina benghalensis* | 1 | 1 | 0,2 | 0,05 | 1,0 | 11,3 |
| *Digitaria sanguinalis* | 4 | 76 | 1,0 | 3,8 | 19,0 | 158,3 |
| *Eleusine indica* | 1 | 10 | 0,2 | 0,5 | 10,0 | 44,2 |
| *Cenchrus echinatus* | 1 | 1 | 0,2 | 0,05 | 1,0 | 11,3 |
| *Amaranthus viridis* | 1 | 1 | 0,2 | 0,05 | 1,0 | 11,3 |
| *Richardia brasiliensis* | 1 | 1 | 0,2 | 0,05 | 1,0 | 11,3 |
| *Solanum americanum* | 1 | 1 | 0,2 | 0,05 | 1,0 | 11,3 |
| Total | 13 | 98 | 2,9 | 4,9 | 38,0 | 299,7 |
| | | | Milheto SD | | | |
| *Bidens.* sp | 3 | 63 | 0,7 | 3,1 | 21,0 | 139,3 |
| *Ipomoea triloba* | 1 | 1 | 0,2 | 0,05 | 1,0 | 11,1 |
| *Commelina benghalensis* | 3 | 5 | 0,7 | 0,2 | 1,6 | 32,3 |
| *Digitaria sanguinalis* | 2 | 12 | 0,5 | 0,6 | 6,0 | 42,2 |
| *Eleusine indica* | 1 | 2 | 0,2 | 0,1 | 2,0 | 14,5 |
| *Cenchrus echinatus* | 1 | 4 | 0,2 | 0,2 | 4,0 | 21,3 |
| *Brachiaria decumbens* | 1 | 2 | 0,2 | 0,1 | 2,0 | 14,5 |
| *Euphorbia heterophylla* | 1 | 5 | 0,2 | 0,2 | 5,0 | 24,7 |
| Total | 13 | 94 | 2,9 | 4,5 | 42,6 | 299,9 |
| | | | Milheto ER | | | |
| *Bidens.* sp | 3 | 4 | 0,7 | 0,2 | 1,3 | 25,5 |
| *Ipomoea triloba* | 1 | 1 | 0,2 | 0,05 | 1,0 | 9,5 |
| *Commelina benghalensis* | 3 | 4 | 0,7 | 0,2 | 1,3 | 25,5 |
| *Digitaria sanguinalis* | 4 | 82 | 1,0 | 4,1 | 20,5 | 148,8 |
| *Eleusine indica* | 1 | 6 | 0,2 | 0,3 | 6,0 | 25,9 |
| *Cenchrus echinatus* | 1 | 4 | 0,2 | 0,2 | 4,0 | 19,4 |
| *Euphorbia heterophylla* | 1 | 2 | 0,2 | 0,1 | 2,0 | 12,8 |
| *Amaranthus viridis* | 1 | 3 | 0,2 | 0,1 | 3,0 | 16,1 |
| *Galinsoga parviflora* | 1 | 3 | 0,2 | 0,1 | 3,0 | 16,1 |
| Total | 16 | 109 | 3,6 | 5,3 | 42,1 | 299,6 |
| | | | Pousio SD | | | |
| *Bidens.* sp | 3 | 132 | 1,0 | 5,5 | 33,0 | 131,9 |
| *Commelina benghalensis* | 2 | 5 | 0,5 | 0,2 | 2,5 | 21,7 |
| *Digitaria sanguinalis* | 3 | 67 | 0,7 | 3,3 | 22,3 | 81,2 |
| *Euphorbia heterophylla* | 2 | 5 | 0,5 | 0,2 | 2,5 | 21,7 |
| *Digitaria horizonthalis* | 1 | 4 | 0,2 | 0,2 | 4,0 | 14,6 |
| Total | 11 | 213 | 2,9 | 9,4 | 64,3 | 271,1 |
| | | | Pousio ER | | | |
| *Bidens. sp* | 3 | 22 | 0,7 | 1,1 | 7,3 | 50,6 |
| *Ipomoea triloba* | 1 | 2 | 0,2 | 0,1 | 2,0 | 12,3 |
| *Commelina benghalensis* | 2 | 3 | 0,5 | 0,1 | 1,5 | 18,5 |
| *Digitaria sanguinalis* | 4 | 108 | 1,0 | 5,4 | 2,7 | 157,9 |

Continua.

| Espécies vegetais | NPP | NTI | FRE | DEN | ABU | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Eleusine indica* | 2 | 9 | 0,5 | 0,4 | 4,5 | 29,1 |
| *Euphorbia heterophylla* | 1 | 2 | 0,2 | 0,1 | 2,0 | 12,3 |
| *Amaranthus viridis* | 1 | 1 | 0,2 | 0,05 | 1,0 | 9,5 |
| *Sonchus oleraceus* | 1 | 1 | 0,2 | 0,05 | 1,0 | 9,5 |
| Total | 15 | 148 | 3,5 | 7,3 | 22,0 | 299,7 |

NTI (número total de parcelas que continham a espécie), NPP (número total de plantas na parcela), FRE (frequência), DEN (densidade, número de plantas daninhas por m), ABU (abundancia), IVI (índice de valor de importância), ER (enxada rotativa), SD (semeadura direta).

A maior densidade de plantas daninhas antes da semeadura foi observada na área de pousio preparada com enxada rotativa (Figura 5), com aproximadamente 18 espécies do gênero *Bidens* sp. na área amostrada. Segundo Torres et al. (2016) este equipamento atua nivelando, descompactando e pulverizando a camada superficial do solo, ou seja, sua ação tende a estimular a germinação e emergência de espécies de plantas daninhas que estão presentes no banco de sementes no solo, o pousio também contribui para esta maior densidade, Jakelaitis et al. (2014), verificaram que o monocultivo de milho com pousio na entressafra favoreceu o banco de sementes de plantas daninhas.

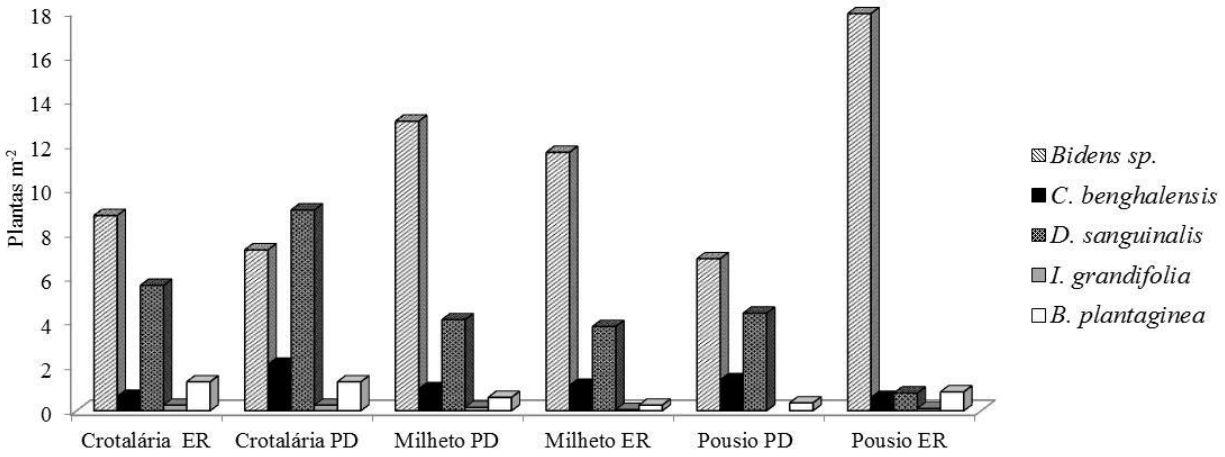


Figura 5. Densidade de plantas daninhas antes da semeadura.

As espécies de *Bidens* sp. fazem parte da família Asteraceae encontrada em diferentes culturas no Brasil, segundo Lorenzi et al. (2008) as plantas daninhas pertencentes a esta família produzem elevadas quantidades de diásporos o que contribui para sua disseminação em ambientes e condições climáticas diversas. No presente estudo esta espécie foi identificada com elevadas densidades em todos os tratamentos.

Após a semeadura foi possível verificar que a maior densidade (9,4) foi encontrada no pousio com o sistema de semeadura direta (Tabela 6 e Figura 6). Algumas plantas de cobertura inibem o desenvolvimento das plantas daninhas por efeitos aleloquímicos, conforme observado por Monquero et al. (2009), ou por sombreamento, e cobertura na superfície do solo. Provavelmente nas áreas de pousio sob plantio direto, o livre crescimento das plantas daninhas contribuiu para o crescimento do banco de sementes na entre safra, assim como também observado por Castro et al.(2011), que verificaram que no sistema safra-pousio que a espécie *Bidens pilosa* apresentou os maiores valores de densidade, abundância e importância relativa.

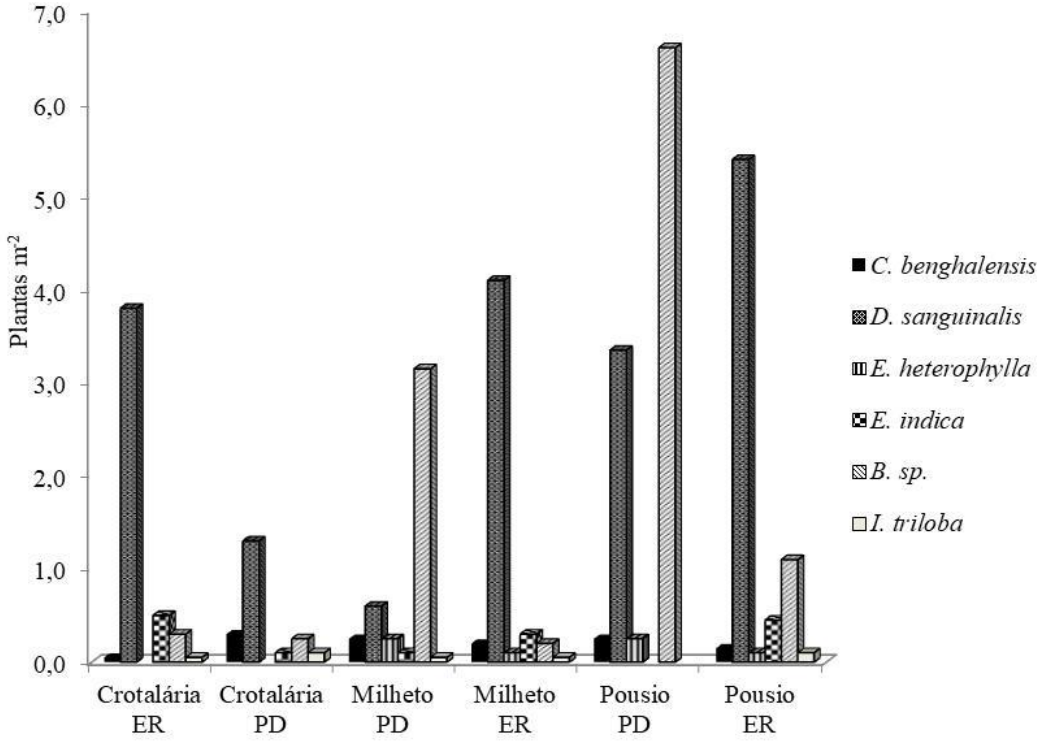


Figura 6. Densidade de plantas daninhas após a semeadura.

Após a segunda avaliação, antecedendo a colheita da soja, foi realizada a terceira avaliação onde foi comprovada a supressão das plantas daninhas pela cultura, não havendo plantas para serem contabilizadas.

Foi observada a alteração das espécies de plantas daninhas de maior importância ao longo das avaliações realizadas, este fato evidencia a importância da realização do estudo fitossociológico nos diferentes períodos de uma safra.

## 3.4 CONCLUSÕES

Os sistemas de preparo influenciaram na distribuição das plantas da daninhas, antes da semeadura a maior diversidade de espécies foram encontradas no sistema de semeadura direta.

Após a semeadura houve uma redução geral da diversidade das espécies, exceto para o preparo com enxada rotativa deixada no pousio

As espécies *Bidens* sp. e *Digitaria sanguinalis* foram encontradas em todos os sistemas de preparo e tiveram o maior índice de valor de importância, com uma média geral de 123,2 e 78,3.

## 3.5 REFERÊNCIAS


ADEGAS, F.S.; OLIVEIRA, M.F.; VIEIRA, O.V.; PRETE, C.E.C.; GAZZIERO, D.L.P.; VOLL, E. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas na cultura do girassol. **Planta Daninha**, Viçosa, n.4, v. 28, p. 705-716, 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/pd/v28n4/v28n4a02.

BALBINOT JUNIOR.; A. A.; VEIGA, M. Densidade de plantas daninhas afetada por sistemas de manejo do solo e de adubação. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, n. 1, v. 13, p. 47-55, 2014. Disponível em http://periodicos.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/5176/3366.

BIFFE, D.F.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR., R.S.; FRANCHINI, L.H.M.; RIOS, F.A.; BLAINSKI, E.; ARANTES, J.G.Z.; ALONSO, D.G.; CAVALIERI, S.D. Período de interferência de plantas daninhas em mandioca (*Manihot esculenta*) no noroeste do Paraná. Rev. **Planta Daninha**, Viçosa, n. 3, v. 28, p. 471-478, 2010. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/5343/S010083582010000300003.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

CASTRO, G. S. A.; CRUSCIOL, C. A. C.; NEGRISOLI, E.; PERIM, L. Sistemas de produção de grãos e incidência de plantas daninhas. Planta daninha, n.SPE, v. 29, p.1001-1010, 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/pd/v29nspe/v29nspea06.pdf.

CFSEMG - COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**, 5ª. Aproximação. Viçosa/MG, 1999, 360 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- CONAB 2019. Acompanhamento da Safra Brasileira grãos, Décimo segundo levantamento, n.12, v.6, 2019. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safras.

CONCENÇO, G.; TOMAZI, M.; CORREIA, I.V.T.; SANTOS, S.A.; GALON, L. Phytosociological surveys: Tools for weed science? **Planta Daninha**, n. 2, v. 31, p. 469-482, 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/pd/v31n2/25.pdf.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos **Sistema brasileiro de classificação de solo**s. 5. ed. rev. e ampl.. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

FERREIRA, E. P. DE B.; STONE, L. F.; PARTELLI, F. L.; DIDONET, A. D. Produtividade do feijoeiro comum influenciada por plantas de cobertura e sistemas de manejo do solo**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, n.7, v.15, p.695-701, 2011. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/890976/1/695.pdf.

FERREIRA, E. P. B.; SANTOS, H. P.; COSTA, J. R.; DE-POLLI, H.; RUMJANEK, N. G. Microbial soil quality indicators under different crop rotations and tillage management. **Revista Ciência Agronômica**, n.2, v.41, p.177-183, 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/rca/v41n2/v41n2a02.pdf.

JAKELAITIS, A; CARDOSO, I, S; SOARES, M, P. Banco de sementes de plantas daninhas em solos cultivados com culturas e pastagens-10.14688/1984-3801/gst. v7n2p63-73. **Global Science and Technology**, n. 2, v. 7, p.1-11, 2014. Disponível em: https://rv.ifgoiano.edu.br/periodicos/index.php/gst/article/view/630/415.

LAMEGO, F.P.; VIDAL, R.A. Resistance to glyphosate in Conyza bonariensis and *Conyza canadensis* biotypes in Rio Grande do Sul, Brazil. **Planta Daninha**, n.2, v.26, p.467-471, 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/pd/v26n2/a24v26n2.pdf.

LAMEGO, F.P.; CARATTI, F.C.; REINEHR, M.; GALLON, M.; SANTI, A.L.; BASSO, C.J. Potencial de supressão de plantas daninhas por plantas de cobertura de verão. **Comunicata Scientiae**, n.1, v.6, p.97-105, 2015. Disponível em: https://comunicatascientiae.com.br/comunicata/article/view/470/308.

LORENZI, H. Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 4ª ed. Nova Odessa: Plantarum, 2008, 640p.

LORENZI, H.;NICOLAI, M.; BIANCHI, M.A.;INOUE, M.H.;CORREIA, N.M.; CHRISTOFFOLETI, P.J.;VIDAL, R.;VICTORIA, F.R.;OLIVEIRA J.;, RUBEM, S.G.; GUIMARÃES, S.C. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas**.7ª ed. Nova Odessa: Plantanarum, 2014, 379p.

MONQUERO, P.A.; AMARAL, L.R.; INÁCIO, E.M.; BRUNHARA, J.P.; BINHA, D.P.; SILVA, P.V.; SILVA, A.C. 2009. Efeito de adubos verdes na supressão de espécies de plantas daninhas. **Planta Daninha**, n.1, v.27, p.85-95. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/pd/v27n1/a12v27n1.pdf.

MUELLER-DOMBOIS, D. ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Willey and Sons, 1974, 547p.

NOVAIS, G.T.; PEREIRA, K.G.O. **A subtropicalidade nas serras mineiras: uma proposta de classificação climática para o sudeste brasileiro**. Apresentado no 8º Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica. Alto Caparaó. 2008.

PACHECO, L.P.; BARBOSA, J.M.; LEANDRO, W.M.; MACHADO, P.L.O. A.; ASSIS, R.L.; MADARI, B.E.; PETTER, F.A. Produção e ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura nas culturas de arroz de terras altas e de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, s/n, v.35, p.1787-1799, 2011. Disponível em: https://repositorio.bc.ufg.br/xmlui/bitstream/handle/ri/15173/Artigo%20%20Leandro%20Pereira%20Pacheco%20%20%20%20-%202011.pdf?sequence=5&isAllowed=y.

PITELLI, R.A. Estudos fitossociológicos em comunidades infestantes de agroecossistemas. **Jornal Conserb**, n.2, v.1, p.1-7, 2000.

RODRIGUES, A. C. P.; COSTA, N.V.; CARDOSO, L.A.; CAMPOS, C.F.; MARTINS, D. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do sorgo. **Planta Daninha**, n.1, v.28, p. 23-31, 2010. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/5943/S01008358201000010003.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

SHEARIN, A. F.; REBERG-HORTON, S.C.; GALLANDT, E.R.; DRUMMOND, F.A. Cover cropping and cultivation impacts on the weed seed predator Harpalus rufi pes. **Hortscience,** Alexandria, n.4, v.40, p.1102-1103, 2005. Disponível em: https://journals.ashs.org/hortsci/abstract/journals/hortsci/40/4/article-p1102E.xml.

SILVA, P.C.G.; FOLONI, J.S.S.; FABRIS, L.B.;TIRITAN, C.S. Fitomassa e relação C/N em consórcios de sorgo e milho com espécies de cobertura**. Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n.11, v.44, p.1504-1512, 2009. Disponível em: http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/2989/5890.

STALL, W. M.; MORALES-PAYAN, J. P. **The critical period of Nutsedge interference in tomato**. Southwest Florida Research Education Center: University of Florida, 2003.

TEODORO, R. B.; OLIVEIRA, F.L.; SILVA, D. M.N.; FÁVERO, CL.; MATEUS AUGUSTO LIMA QUARESMA, M.A.L. Leguminosas herbáceas perenes para utilização como coberturas permanentes de solo na Caatinga Mineira. **Revista Ciência Agronômica**, n. 2, v. 42, p. 292-300, 2011. Disponível em: http://acervo.ufvjm.edu.br/jspui/bitstream/1/1144/1/S1806-66902011000200006.pdf.

TEODORO, R.B.; OLIVEIRA, F.L.; SILVA, D.M.N.; FÁVERO, C.; QUARESMA, M.A.L. Aspectos agronômicos de leguminosas para adubação verde no cerrado do alto vale do Jequitinhonha. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n.2, v.35, p.635-643, 2011 b. Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/1802/180218547032.pdf.

TIECHER, T. Manejo e conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil: práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água. Porto Alegre, RS: UFRGS, 2016. 186 p. Disponível em: file:///C:/Users/projetista2/Downloads/001005239%20(1).pdf.

TORRES, M.B.; LIMA, I.O.; SILVEIRA, W.M.; LIMA, L.A.C.; ALBIEIRO, D.; MONTEIRO, L.A. Módulo didático de uma enxada rotativa e a importância de suas regulagens durante operação. **ENCONTROS Universitários da UFC**, n. 1, v. 1, p. 2984-2984, 2016. Disponível em: http://www.periodicos.ufc.br/eu/article/view/16913.