



RAPHAEL HENRIQUE DA SILVA SIQUEIRA

**MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS
INVASORAS EM CAFEEIROS E SEUS EFEITOS
NOS ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO**

**LAVRAS-MG
2013**

RAPHAEL HENRIQUE DA SILVA SIQUEIRA

**MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS INVASORAS EM
CAFEIROS E SEUS EFEITOS NOS ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, área de concentração em Recursos Ambientais e Uso da Terra, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador
Dr. Mozart Martins Ferreira

**LAVRAS-MG
2013**

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Siqueira, Raphael Henrique da Silva.

Métodos de controle de plantas invasoras em cafeeiros e seus
efeitos nos atributos físicos do solo / Raphael Henrique da Silva
Siqueira. – Lavras : UFLA, 2013.

95 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

Orientador: Mozart Martins Ferreira.

Bibliografia.

1. Controle do mato. 2. Propriedades do solo. 3. Agregação em
Latossolos. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 631.43

RAPHAEL HENRIQUE DA SILVA SIQUEIRA

**MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS INVASORAS EM
CAFEIROS E SEUS EFEITOS NOS ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, área de concentração em Recursos Ambientais e Uso da Terra, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 8 de Abril de 2013.

Dr. Moacir de Souza Dias Junior UFLA

Dr. Elifas Nunes de Alcântara EPAMIG

Dr. Mozart Martins Ferreira
Orientador

**LAVRAS-MG
2013**

*Às minhas avós, Maria, Corina e Julieta, que torcem por mim todos os dias e, nos seus atos, demonstram o quanto a simplicidade prevalece para o sucesso.
À minha irmã, Thalita, que me ensinou que tenho que lutar por tudo que quero
quantas vezes for preciso.*

*Aos meus pais, Pedro e Alcides, pela presença e participação na minha vida.
Em especial, a Francisca Luciana, minha mãe, que nasceu nas dificuldades do
sertão do Ceará e me ensinou a humildade e o quanto precisamos de
conhecimento para formar grandes homens*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Ciência do Solo (DCS), pela oportunidade concedida para a realização do mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores do Departamento de Ciência do Solo da UFLA, pelos ensinamentos.

Aos amigos da pós-graduação, que me ajudaram e participaram do meu crescimento, trocando conhecimentos.

Ao professor Dr. Mozart Martins Ferreira, pela orientação, paciência, amizade, dedicação e diversos ensinamentos, que foram ímpares para a realização deste trabalho e para o meu crescimento profissional.

Ao Dr. Elifas Nunes de Alcântara, pelas contribuições, paciência e ensinamentos de grande valia para realização deste trabalho.

À banca examinadora, pela disponibilidade e pronto atendimento.

Aos técnicos Dulce e Doroteo, primeiramente pela amizade e também pela ajuda e instrução nas jornadas de laboratório e campo.

Ao graduando em engenharia agrícola Raphael Comanducci, pela ajuda na execução do experimento.

Aos familiares e amigos, pelo apoio e confiança.

E a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

**“O verdadeiro homem mede a sua força quando se defronta com o
obstáculo.”**

-Antoine de Saint-Exupéry

“O que sabemos é uma gota; o que ignoramos é um oceano.”

- Isaac Newton

RESUMO

Os diferentes tratos culturais empregados na área de cultivo do café, e dentre eles o controle de plantas invasoras na entrelinha de plantio, podem vir a alterar características físicas, químicas e biológicas do solo. Com isso, este trabalho foi realizado no intuito de avaliar a influência de diferentes métodos de controle de plantas invasoras sobre as características físicas e químicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado com café. Os métodos de controle de plantas invasoras avaliados foram: manutenção da entrelinha coberta com amendoim-forrageiro (*Arachis pintoii* L.) e capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*); controle mecânico com grade, roçadora, trincha e capina manual; controle químico com herbicidas de pós e pré-emergência e ausência de controle, mantendo a entrelinha sem capina. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, perfazendo um fatorial 9x2x3, sendo os fatores nove métodos de controle, duas profundidades (0-15 e 15-30 cm) e três repetições. Foram realizadas análises para as caracterizações físicas e químicas das camadas amostradas. Os diferentes métodos de controle afetaram, de forma indistinta, o estado de agregação das partículas das camadas de 0-15 e 15-30 cm. A menor estabilidade estrutural, representada pelos menores valores de diâmetro médio geométrico dos agregados (DMG), foi observada quando se realizou o controle das invasoras com herbicida de pré-emergência e grade. Os diferentes métodos de controle afetaram os teores de matéria orgânica do solo que, por sua vez, correlacionaram-se positivamente com a argila dispersa em água e negativamente com o índice de floculação. A utilização da roçadora propiciou as melhores condições químicas do solo, tanto da camada superficial como subsuperficial. A utilização de herbicida de pré-emergência, que mantém a superfície do solo desprovida de cobertura vegetal, influenciou negativamente os atributos químicos do solo, pelo aumento da acidez e a redução dos cátions do complexo sortivo. O capim-braquiária apresentou maior eficiência que o amendoim-forrageiro no manejo da frente alcalina, e os reflexos foram observados tanto na camada superficial como subsuperficial. Também foi observado que os métodos de controle das plantas invasoras afetaram significativamente a retenção de água das camadas superficial e subsuperficial do solo. Os atributos indicadores da qualidade física do solo correlacionaram-se significativamente com o índice S e, considerando os valores de índice S encontrados, os métodos de controle de plantas invasoras não comprometeram a qualidade física do solo.

Palavras-chave: Controle do mato. Agregação em Latossolos. Propriedades do solo.

ABSTRACT

The different cultural practices employed in the coffee growing area, and among them weed control in inter-rows may eventually change the physical, chemical and biological soil properties. With this, the aim of this study was to evaluate the influence of different weed control methods about the physical and chemical properties an Yellow-Red Latosol cultivated with coffee. Were evaluated the following weed control methods: maintaining ground cover with peanut (*Arachis pintoi* L.) and grass *Brachiaria* (*Brachiaria decumbens*); mechanic control with harrow, mowing, agricultural brush and hand weeding, chemical control with post and pre-emergence herbicides, and no control, maintaining the spacing without weeding. The experimental design was a randomized complete block in a split-plot, making a 9x2x3 factorial, referring to nine treatments, two sampling depths (0-15 and 15-30cm) and three replicates. Were realized physical and chemical analyses of the layers sampled. The different weed control methods affected, indistinctly, the state of particle aggregation in the layers of 0-15 and 15-30 cm. The lower structural stability, represented by low values of geometric mean diameter (GMD) was observed when performed the weed control with pre-emergence herbicide and grid. The different control methods affect the levels of soil organic matter which, in turn, positively correlated with water dispersible clay and negatively with the flocculation rate. The use of rotary mowers provided the best soil chemical characteristics of both the surface layer as subsurface. The use of pre-emergence herbicide, which keeps the soil surface devoid of vegetation, negatively influenced the soil chemical properties, by increasing acidity and reducing the exchangeable cations. The grass *Brachiaria* was more efficient than the peanut forage in the management of alkaline front, whose effects were observed in both the surface layer as subsurface. It was also observed that the methods of weed control did not significantly affect water retention in surface and subsurface. The attributes indicators of soil physical quality index correlated significantly with S. Considering the values of the S found, methods of weed control did not affect the soil physical quality.

Keywords: Weed control. Aggregation in oxisols. Soil properties.

SUMÁRIO

	PARTE I.....	11
1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	Introdução Geral.....	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
	REFERÊNCIAS.....	21
	PARTE II (ARTIGOS).....	28
	ARTIGO 1 - AGREGAÇÃO DE UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO SUBMETIDO A MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS INVASORAS NA CULTURA DO CAFÉ.....	29
1	INTRODUÇÃO.....	32
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	34
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
4	CONCLUSÕES.....	46
	LITERATURA CITADA.....	46
	ARTIGO 2 - ATRIBUTOS QUÍMICOS DE UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO SUBMETIDO A MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS INVASORAS EM PLANTIO DE CAFÉ.....	52
1	INTRODUÇÃO.....	55
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	57
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	60
4	CONCLUSÕES.....	69
	REFERÊNCIAS.....	69

	ARTIGO 3 - RETENÇÃO DE ÁGUA E ÍNDICES DE UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO SUBMETIDO A MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS INVASORAS NA CULTURA DO CAFÉ.....	73
1	INTRODUÇÃO.....	76
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	78
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	82
4	CONCLUSÕES.....	90
	REFERÊNCIAS.....	90

PARTE I

**ALTERAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS DE UM SOLO SUBMETIDO A
DIFERENTES MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS INVASORAS
SOB CULTIVO DE CAFÉ**

1 INTRODUÇÃO

1.1 Introdução geral

O Brasil tem cerca de 2,2 milhões de hectares plantados com café, sendo o maior produtor do mundo. Em 2010, produziu mais de 48 milhões de sacas de 60 kg e exportou US\$4,2 bilhões (BRASIL, 2011).

O estado de Minas Gerais se destaca como principal produtor de café do Brasil, sendo responsável por cerca de 50% da produção nacional. Considerando-se apenas a espécie arábica, a contribuição do estado atinge 70% da produção nacional (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, CONAB, 2011).

A produção de café é altamente dependente dos tratos culturais e de fatores fisiológicos e ambientais. Entre as principais práticas de manejo que visam à conservação do solo e à produção sustentável do café está o controle das plantas invasoras. Nesse controle são utilizadas práticas que contribuem para a proteção da superfície do solo, podendo melhorar sua qualidade física, impedindo a formação de encrustamentos superficiais e a ocorrência de processos erosivos, como também melhorar a qualidade química com fornecimento de matéria orgânica por meio do manejo adequado de sua cobertura vegetal (ALCÂNTARA; NOBREGA; FERREIRA, 2007; ALCÂNTARA; FERREIRA, 2000).

A utilização de sistemas de manejo do solo que incorporem maior conteúdo de C orgânico ao solo e que sejam menos agressivos é fator primordial para a redução dos processos erosivos (BAYER; MIELNICZUK, 1997; BAYER; BERTOL, 1999). A premissa inicial para

a melhoria da qualidade do solo é a de que quanto menor o revolvimento das camadas do solo melhor será o manejo implementado na cultura e maiores serão os ganhos, em termos de fertilidade e atributos físicos do solo. Isso está relacionado com um balanço positivo de matéria orgânica, pois solos mais revolvidos aumentam a área de contato da matéria orgânica com a microbiota do solo, fazendo com que a oxidação da matéria orgânica ocorra de forma mais acelerada, o que pode incorrer em balanço negativo (AMADO; MIELNICZUK; FERNANDES, 2000).

O controle mecânico de plantas invasoras se faz pelo uso de técnicas que empregam maquinaria agrícola ou, até mesmo, controle manual, visando à diminuição ou à eliminação da população dessas plantas em determinado cultivo. Exemplos mais comuns de métodos de controle mecânico das plantas invasoras são grade, trincha, roçadora e escarificação.

O controle químico de plantas invasoras consiste na utilização de herbicidas pré e pós-emergentes, que é o mais utilizado, sendo considerado o método de controle mais efetivo. No entanto, pressões econômicas, sociais e ecológicas, no sentido de limitar o emprego de defensivos químicos nos sistemas de produção, têm impulsionado a pesquisa a procurar novos procedimentos, que promovam menor impacto ambiental e social (CARVALHO et al., 2005).

No controle biológico de plantas invasoras empregam-se práticas que visam estimular a competição entre plantas, como o plantio de cobertura vegetal resistente, com sistema radicular vigoroso e que tenha a capacidade de restringir o desenvolvimento das invasoras.

Os métodos de controle das plantas invasoras, tanto os mecânicos quanto os químicos e biológicos, apresentam algumas limitações em relação aos atributos físicos do solo. No controle mecânico, o peso das máquinas pode promover a compactação, assim como a retirada excessiva do mato pode deixar o solo mais exposto à erosão superficial. O controle químico é bastante eficiente, porém, os produtos químicos podem deixar resíduos, contaminantes no solo e lençol freático. Em alguns casos, herbicidas também alteram a estabilidade dos agregados do solo. No controle biológico há a necessidade de plantas adaptadas à competição, com raízes mais profundas para romper a estrutura do solo, maior velocidade de crescimento e outras características que acabam demandando pesquisas na área de melhoramento, implicando em custos elevados.

O conhecimento das alterações dos atributos físicos e químicos do solo, advindas desses manejos, possibilita prever limitações e potencialidades dos mesmos, e assim melhorar a produtividade das culturas (SILVEIRA; STONE, 2001).

Diante do exposto, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar diferentes métodos de controle de plantas invasoras na cultura do cafeeiro e seus efeitos nos atributos físicos e químicos do solo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O manejo agroecológico do solo está baseado em vários pré-requisitos que devem ser alcançados, como produtividade, geração de renda, aceitabilidade dos produtos e manejo correto da cobertura vegetal, o que leva ao incremento de matéria orgânica do solo. Tais aspectos devem estar em concordância com práticas socioambientais que levam a um aumento da qualidade dos produtos gerados, assim como à melhoria do ambiente na propriedade e no seu entorno. O manejo cultural tem que ser abrangente e, ao mesmo tempo, alcançar bons números na lavoura, reduzindo os custos com pesticidas e fertilizantes, aumentando, com isso, o lucro do produtor (GOMEZ et al., 1996; NICHOLLS et al., 2004; SANTOS et al., 2002; NETO; MATSUMOTO, 2010).

A sustentabilidade do agronegócio café depende de diversas práticas agrícolas adotadas no seu cultivo. O controle de plantas invasoras se destaca por afetar diretamente a produção do cafeeiro. As plantas invasoras competem pelos mesmos recursos exigidos pelo cafeeiro quando se desenvolvem no mesmo ambiente e assim, poderá ocorrer redução significativa na produção de grãos de café, pelo fato de que, de modo geral, as plantas cultivadas sentem mais os efeitos dessa competição quando comparadas com as invasoras (TOLEDO; MORAES; BARROS, 1996; PITELLI, 1985).

Estudos revelam que a influência das plantas invasoras na cafeicultura pode ser traduzida em prejuízos e benefícios. Dentre os prejuízos, citam-se diminuição na produção de café, menor eficiência de

uso da terra, dificuldade nas práticas culturais, alto custo de proteção fitossanitária, problemas no manejo da água, baixa qualidade do produto e dificuldade na colheita. Dentre os benefícios, têm-se sombreamento do solo na época seca, com maior retenção de água; proteção do solo na época chuvosa, amenizando efeitos da erosão, favorecimento do microclima, da microflora e da microfauna, e, ainda, aumento do teor de matéria orgânica (SOUZA; MELLES; GUIMARÃES, 1985).

Tem-se buscado avaliar os diferentes métodos, do ponto de vista econômico e de maior eficiência no controle dessas plantas. O controle, quando adequadamente feito, pode contribuir para a melhoria das propriedades do solo, principalmente em decorrência da elevação do seu teor de matéria orgânica, promovida pela diversidade de espécies presentes na cultura (ALCÂNTARA; FERREIRA, 2000).

Os métodos de controle de plantas invasoras podem ser divididos em três categorias: métodos físicos, químicos e biológicos. Os métodos físicos empregados são maneiras instrumentais de controle que podem ser ou manuais ou mecânicas (SANTOS; MARCHI; MARCHI, 2008). O controle mecânico envolve a capina manual e o cultivo por meio de tração animal ou trator. A capina manual ainda é muito utilizada pelos agricultores de subsistência, contudo, essa operação só é recomendável para áreas pequenas. Em lavouras cafeeiras, quando capinadas de forma intensiva, mantêm a superfície do terreno descoberta, aumentando o transporte de partículas do solo (TOLEDO; MORAES; BARROS, 1996). Mesmo apresentando um rendimento bem superior ao da capina manual, o controle mecânico com trator deve ser evitado, pois a maior

movimentação da camada superficial do solo contribui acentuadamente para a ocorrência de erosão (ABREU, 2005).

Quando não aplicado o controle mecânico na lavoura de café, devido aos novos métodos de controle da erosão, como superadensamento, há um maior aporte de matéria orgânica nos sistemas convencional, orgânico e em conversão, o que influencia a estruturação do solo e a diminuição do arraste de partículas pela proteção do mesmo contra o impacto das gotas de chuva (THEODORO et al., 2003).

Os métodos químicos de controle são realizados por meio da aplicação de herbicidas tanto de pré como de pós-emergência e demonstram ser os mais efetivos e eficientes métodos, tanto que, ao longo das últimas quatro décadas, os herbicidas têm dominado a estratégia de manejo das plantas daninhas em diversos países (ABERNATHY; BRIDGES, 1994; WYSE, 1992) Nos Estados Unidos, os herbicidas representam aproximadamente 60% do total de pesticidas aplicados nas lavouras (ASPELIN, 1994).

Analisando o controle de plantas invasoras em cultura perene com utilização de herbicidas, cobertura morta com bagaço de cana, cultivo alternado de mucuna e de aveia, capina manual, roçada mecânica e cultivo de guandu, não foram observadas diferenças significativas para teor de carbono orgânico, soma de bases e CTC. No entanto, a resistência à penetração em camadas mais profundas é considerada impeditiva ao desenvolvimento das raízes, quando o tratamento empregado é o herbicida. Porém, alguns atributos químicos, como pH, Al^{+3} , Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^{+} e V%, são influenciados positivamente tanto pelo herbicida como pela roçada mecânica (TRINTINALIO et al., 2005).

No controle biológico de plantas invasoras são adotadas técnicas que visam competição entre plantas por meio de plantio da cobertura vegetal com espécies que apresentam velocidade de crescimento e agressividade maiores que das plantas daninhas. Assim, tais espécies causam supressão das invasoras por meio da competição por luz, água, oxigênio, nutriente e substâncias alelopáticas (FAVERO et al., 2001; SANTOS; MARCHI; MARCHI, 2008).

O estabelecimento de culturas de cobertura com sistema radicular vigoroso, capaz de penetrar camadas mais compactadas de um solo, causa maior estabilização de agregados pela aproximação das partículas, enquanto ocorre o desenvolvimento radicular, pois ocasiona pressão nas partículas minerais na medida em que avança pelo espaço poroso e aumenta a coesão entre partículas, pelo ressecamento de camadas adjacentes às raízes, devido à absorção de água. Isto faz com que a implementação destas culturas tenha relevante impacto na redução da utilização de métodos mecânicos de controle de invasoras, como a escarificação, que reduz a estabilidade de agregados em camada superficial, segundo Calonego & Rosolem (2008). Tais autores observaram que a utilização de triticales como cultura de cobertura proporciona maior DMG e DMP de agregados nas camadas mais superficiais de um Nitossolo Vermelho.

À medida que o solo vai sendo submetido ao uso agrícola, as propriedades físicas e químicas sofrem alterações geralmente desfavoráveis ao desenvolvimento vegetal (ANJOS et al., 1994; ANDREOLA; COSTA; OLSZEWSKI, 2000; ALBUQUERQUE et al., 2001). O uso do solo leva ao comprometimento de sua estrutura por meio

da compactação, afetando a relação macro/microporos e, conseqüentemente, a dinâmica do ar e da água, havendo também danos à atividade biológica (SÁ, 1993; MARIA; NNABUDE; CASTRO, 1999; SILVEIRA; STONE, 2001).

A melhoria da qualidade física do solo, o que inclui a formação de boa estrutura, é condição primordial para garantir altas produtividades (CARPENEDO; MIELNICZUK, 1990), haja vista que esta característica está relacionada com a disponibilidade de ar e de água às raízes das plantas, com o suprimento de nutrientes, com a resistência mecânica do solo à penetração e com o desenvolvimento do sistema radicular (TISDALL; OADES, 1979; REID; GOSS, 1981).

As plantas invasoras não afetam o cultivo do café apenas num enfoque específico de competição por água, luz e nutrientes, mas podem vir a alterar propriedades importantes do solo, como as físico-hídricas e mecânicas, uma vez que os métodos de controle destas acabam alterando tais características, podendo aumentar ou diminuir a erosão e também resultar no aporte de matéria orgânica (FARIA et al., 1998; ARAUJO-JUNIOR et al., 2008).

As características físicas são influenciadas diretamente pela matéria orgânica do solo (MOS), tanto em quantidade quanto em qualidade. O fracionamento da MOS em seus compartimentos pode auxiliar na avaliação das modificações decorrentes do uso devido à maior sensibilidade dessas frações frente ao manejo. A fração particulada da MOS pode ser utilizada como ferramenta para avaliar a qualidade do solo, principalmente em um curto período de tempo (CONCEIÇÃO et al.,

2005; CAMBARDELLA; ELLIOTT, 1992; BAYER et al., 2004; NICOLOSO, 2005).

A recuperação do potencial produtivo do solo, pelo uso de plantas, como gramíneas e leguminosas (SANTOS et al., 2001), também tem sido verificada, devido ao aumento que promovem no teor de matéria orgânica e, conseqüentemente, na melhoria de condições físicas e químicas do solo. A quantidade de material vegetal adicionado na superfície, bem como a quantidade de matéria orgânica acumulada no solo, é dependente dos sistemas de manejo adotados (BAYER et al., 2000; AMADO et al., 2000).

Práticas de manejo não conservacionistas podem induzir a perdas de solo, de água e de matéria orgânica. No entanto, quando é implementado um bom manejo de plantas invasoras ocorre o inverso, ou seja, maior coesão do solo, menores perdas e maior acúmulo de matéria orgânica (FARIA et al., 1998).

A utilização de métodos de controle, como o herbicida de pós-emergência e sem capina, ocasiona maior cobertura do solo, reduzindo a energia cinética da água e reduzindo a erosão do solo, além de manter a umidade constante, o que favorece o desenvolvimento de microrganismos que contribuem para um maior aporte de matéria orgânica. Tais métodos de controle são indicados com o objetivo de melhorar a qualidade física e diminuir as perdas de água e de solo (FARIA et al., 1998; PROCHNOW et al., 2005).

Diferentes manejos de plantas invasoras, utilizados no centro das entrelinhas da lavoura cafeeira, como sem capina (SCAP), capina manual (CAPM), herbicida de pós-emergência (HPOS), roçadora (ROÇA),

enxada rotativa (ENRT), grade (GRAD) e herbicida de pré-emergência (HPRE), não influenciaram a densidade do solo e o teor de C orgânico do Latossolo, na profundidade de 25–28 cm, em relação ao solo sob mata nativa, demonstrando que os métodos de controle de daninhas podem não influenciar negativamente o aporte de matéria orgânica (ARAÚJO-JUNIOR et al., 2011).

Melhores valores para estabilidade de agregados, assim como para outros atributos físicos, são encontrados em sistemas de manejo conservacionistas, devido ao maior acúmulo de matéria orgânica e à ausência de revolvimento do solo. Quando implementadas práticas de manejo que levam em conta tais aspectos, o sistema solo se torna mais sustentável (BILIBIO; CORRÊA; BORGES, 2010).

REFERÊNCIAS

ABERNATHY, J. R.; BRIDGES, D. C. Research priority dynamics in weed science. **Weed Technology**, Champaign, v. 8, n. 2, p. 396-399, Apr./June 1994.

ALBUQUERQUE, J. A. et al. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo: efeito sobre a forma da estrutura do solo ao final de sete anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, p. 115-119, 2001.

ALCÂNTARA, E. N.; FERREIRA, M. M. Efeitos de métodos de controle de plantas daninhas na cultura do cafeeiro (*Coffea arábica* L.) sobre a qualidade física do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 24, p. 711-721, 2000.

ALCANTARA, E. N.; NOBREGA, J. C. A.; FERREIRA, M. M. Métodos de controle de plantas invasoras na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) e componentes da acidez do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 31, p. 1525-1533, 2007.

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; FERNANDES, S. B. V. Leguminosas e adubação mineral como fontes de nitrogênio para o milho em sistemas de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas**, v. 24, p. 179-189, 2000.

ANDREOLA, F.; COSTA, L. M.; OLSZEWSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma Terra Roxa Estruturada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 24, p. 857-865, 2000.

ANJOS, J. T. et al. Propriedades físicas em solos sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 18, p. 139-145, 1994.

ARAUJO-JUNIOR, C. F. et al. Capacidade de suporte de carga e umidade crítica de um latossolo induzida por diferentes manejos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 35, p. 115-131, 2011.

ARAUJO-JUNIOR, C. F. et al. Resistência à compactação de um Latossolo cultivado com cafeeiro, sob diferentes sistemas de manejo de plantas invasoras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 32, p. 23-32, 2008.

ASPELIN, A. L. **Pesticide industry sales and usage: 1992 and 1993 market estimates**. Washington: EPA, 1994.

BAYER, C.; BERTOL, I. Características químicas de um Cambissolo Húmico afetadas por sistemas de preparo, com ênfase à matéria orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 23, p. 687- 694, 1999.

BAYER, C. et al. Armazenamento de carbono em frações lábeis da matéria orgânica de um Latossolo Vermelho sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 39, p. 677-683, 2004.

BAYER, C.; MIELNICZUK J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, p. 105-112, 1997.

BILIBIO, W. D.; CORRÊA, G. F.; BORGES, E. N. Atributos físicos e químicos de um Latossolo, sob diferentes sistemas de cultivo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, p. 817-822, 2010.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Café no Brasil**. Disponível em:
<<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/cafe/saiba-mais>>. Acesso em: 12 jul. 2011.

CALONEGO, J. C.; ROSOLEM, C. A. Estabilidade de agregados do solo após manejo com rotações de culturas e escarificação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 32, p. 1399-1407, 2008.

CAMBARDELLA, C. A.; ELLIOTT, E. T. Particulate soil organic-matter changes across a grassland cultivation sequence. **Soil Science Society of America Journal**, Madison v. 56, p. 777-783, 1992.

CARPENEDO, V.; MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade dos agregados de Latossolos Roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 14, p. 99-105, 1990.

CARVALHO, J. E. B. et al. Práticas culturais. In: MATTOS JÚNIOR, D. et al. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico/Fundag, 2005. p. 449-482.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO.
Acompanhamento da safra brasileira – café 2011, segunda estimativa. Disponível em: <www.conab.gov.br>. Acesso em: 20 mar. 2013.

CONCEIÇÃO, P. C. et al. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 29, p. 777-788, 2005.

ABREU, Â. de F. B. **Cultivo do feijão da primeira e segunda safras na Região Sul de Minas Gerais**. Embrapa Arroz e Feijão, 2005. (Sistemas de Produção, 6). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoPrimSegSafraSulMG/>>. Acesso em: 10 mar. 2013.

FARIA, J. C. et al. Effects of weed control on physical and micropedological properties of Brazilian Ultisol. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 22, p. 731-741, 1998.

FAVERO, C. et al. Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 36, p. 1355-1362, 2001.

GOMEZ, A. A. et al. Measuring sustainability of agricultural systems at the farm level. In: _____. Methods for assessing soil quality. Madison: SSSA, 1996. p. 401-409.

NETO, F. L.M; MATSUMOTO, S. N. Qualidade do solo e nutrição de plantas em sistemas de produção de café (*Coffea arabica* L.). **Coffee Science**, Lavras, v. 5, p. 206-213, 2010.

MARIA, I. C. de; NNABUDE, P. C.; CASTRO, O. M. Long-term tillage and crop rotation effects on soil chemical properties of a Rhodic Ferralsol in southern Brazil. **Soil Tillage Research**, Amsterdam, v. 51, p. 71-79, 1999.

NICHOLLS, C. I. et al. A rapid, farmer-friendly agroecological method to estimate soil quality and crop health in vineyard systems. **Biodynamics**, Pottstown, v. 20, p. 33-40, 2004.

NICOLOSO, R. S. **Dinâmica da matéria orgânica do solo em áreas de integração lavoura-pecuária sob sistema de plantio direto**. 2005. 150 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 120, p. 16-27, 1985.

PROCHNOW, D. et al. Razão de perdas de terra e fator C da cultura do cafeeiro em cinco espaçamentos, em Pindorama (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 29, p. 91-98, 2005.

REID, J. B.; GOSS, M. J. Effect of living roots of different plant species on the aggregation stability of two arable soil. **Journal Soil Science**, New Zealand, v. 32, p. 521-541, 1981.

SÁ, J. C. M. **Manejo da fertilidade do solo no plantio direto**. Castro: Fundação ABC, 1993. 96 p.

SANTOS, A. C. et al. Gramíneas e leguminosas na recuperação de áreas degradadas: efeito nas características químicas de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 25, p. 1063-1071, 2001.

SANTOS, I. C. et al. Manejo de entrelinhas em cafezais orgânicos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, p. 115-126, 2002.

SANTOS, J. C. F.; MARCHI, G.; MARCHI, E. C. S. **Cobertura do solo no controle de plantas daninhas do café**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. 56 p.

SILVEIRA, P. M.; STONE, L. F. Teores de nutrientes e de matéria orgânica afetados pela rotação de culturas em sistema de preparo de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 25, p. 387-394, 2001.

SOUZA, I. F.; MELLES, C. C. A.; GUIMARÃES, P. T. G. Plantas daninhas e seu controle. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, p. 59-65, 1985.

THEODORO, V. C. A. et al. Alterações químicas em solo submetido a diferentes formas de manejo do cafeeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 27, p. 1039-1047, 2003.

TISDALL, J. M.; OADES, J. M. Stabilization of soil aggregates by the root system of ryegrass. **Australian Journal of Soil Research**, Australia, v. 17, p. 429- 441, 1979.

TOLEDO, S. V.; MORAES, M. V.; BARROS, I. Efeito da frequência de capinas na produção do cafeeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 55, p. 317-324, 1996.

TRINTINALIO, J. et al. Alterações nas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho distrófico por diferentes manejos na entrelinha da cultura da pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, p. 753-759, 2005.

WYSE, D. L. Future of weed science research. **Weed Technology**, Champaign, v. 6, p. 162-165, 1992.

PARTE II (ARTIGOS)

ARTIGO 1 - AGREGAÇÃO DE UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO SUBMETIDO A MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS INVASORAS, NA CULTURA DO CAFÉ¹

Raphael Henrique da Silva Siqueira², Mozart Martins Ferreira³, Elifas Nunes Alcântara⁴ & Raphael Comanducci Silva⁵

Normas da Revista Brasileira de Ciência do Solo (RBCS), submetido em 29/01/2013.

¹Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Caixa Postal 3037, CEP 37200-000, Lavras (MG).

² Estudante do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras (MG). Bolsista do CNPq. E-mail: raphael_manajosolo@hotmail.com

³ Professor do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Caixa Postal 3037, CEP 37200-000, Lavras (MG). E-mail: mozartmf@dcs.ufla.br

⁴ Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Campus Universitário, Universidade Federal de Lavras (UFLA), CP 176, CEP 37200-000, Lavras (MG). E-mail: elifas@epamig.ufla.br

⁵ Estudante de Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras (MG). Bolsista atividade UFLA. E-mail: raphael.comanducci@gmail.com

RESUMO

O controle de plantas daninhas, empregado na área de cultivo de cafeeiros, tem expressivo efeito na qualidade física do solo, afetando, entre outros atributos, a sua estabilidade estrutural. Na cultura do café são empregados, de forma não sistemática, métodos químicos, mecânicos e biológicos de controle das plantas invasoras. No presente trabalho, objetivou-se avaliar o estado de agregação das partículas primárias de um Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) cultivado com cafeeiros, quando submetido a diversos métodos de controle de plantas invasoras. Os métodos de controle de plantas invasoras avaliados foram: manutenção da entrelinha coberta com amendoim-forrageiro (*Arachis pintoii* L.) e capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*); controle mecânico com grade, roçadora, trincha e capina manual; controle químico com herbicidas de pós e pré-emergência, e ausência de controle, mantendo a entrelinha sem capina. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, perfazendo um fatorial 9x2x3, sendo nove métodos de controle, duas profundidades (0-15 e 15-30 cm) e três repetições. Foram determinados os seguintes atributos do solo: diâmetro médio geométrico dos agregados (DMG), argila dispersa em água (ADA), índice de floculação (IF) e teor de matéria orgânica do solo (MO), tendo este último sido correlacionado à ADA e ao IF. Os diferentes métodos de controle afetaram, de forma indistinta, o estado de agregação das partículas das camadas de 0-15 e 15-30 cm. A menor estabilidade estrutural, representada pelos menores valores de DMG, foi observada quando se realizou o controle das invasoras com herbicida de pré-emergência e grade. Os diferentes métodos de controle influenciaram os teores de matéria orgânica do solo que, por sua vez, correlacionaram-se positivamente com a argila dispersa em água e negativamente com o índice de floculação.

Termos de indexação: controle do mato, manejo do solo, estabilidade de agregados.

**SUMMARY: AGGREGATION OF A YELLOW-RED LATOSOL
SUBMITTED TO WEED CONTROL METHODS IN
COFFEE CROP**

The weed management used in the coffee cultivation area has a pronounced effect on the soil physical quality, affecting among other attributes, its structural stability. In coffee crop the weed control are used in non-systematic way: the chemical, physical (mechanical or manual) and biological weed control. The present study aimed to assess the aggregation state of primary particles of a Yellow-Red Latossol (LVA) cultivated with coffee when subjected to various weed control methods. The weed control methods evaluated were: biological control with peanut (*Arachis pintoii* L.) and capim braquiária (*Brachiaria decumbens*); mechanical control with disk harrow, mechanized mower, agricultural brush and manual weeding; chemical control using herbicides in post and pre emergency, and inter-rows without weed control. The experimental design was block randomized in a split-plot, making factorial a 9x2x3, referring to nine treatments, two sampling depths (0-15 and 15-30 cm) and three replicates. Were determined the following soil attributes: geometric mean diameter of aggregates (GMD), water dispersible clay (WDC), flocculation index (FI) and soil organic matter content (OM), this was correlated with the WDC and the FI. The control methods affected, indistinctly, the particle aggregation state in the layers of 0-15 and 15-30 cm. The lower structural stability, represented by short values of GMD was observed when performed the weed control with pre-emergence herbicide and disk harrow. The different control methods affected the soil organic matter levels, which in turn, were positively correlated to water dispersible clay and negatively with the rate of flocculation.

Index terms: weed control, soil management, aggregate stability.

1 INTRODUÇÃO

O cafeeiro, como qualquer outra cultura, sofre interferência de plantas invasoras, devido à competição por água, luz e nutrientes, alelopatia e também por serem hospedeiras de pragas e doenças da cultura. O manejo de plantas invasoras deve ser considerado não só para o aumento da produtividade (Dias et al., 2008), mas também para preservar o solo e prolongar a vida útil dos cafeeiros, uma vez que a presença de invasoras pode tanto causar prejuízos como gerar benefícios à cafeicultura. Estas situações estão condicionadas ao controle e à seleção do manejo a ser aplicado (Alcântara & Ferreira, 2000; Santos et al., 2004).

O controle, quando adequadamente feito, pode contribuir para a melhoria da qualidade do solo, principalmente em decorrência da elevação do teor de matéria orgânica promovido pela diversidade de espécies presentes na cultura. Tais práticas de manejo recuperam ou mantêm propriedades do solo como a sua agregação (Alcântara e Ferreira, 2000; Mielniczuk *et al.*, 2003; Wohlenberg et al., 2004).

Uma vez que as práticas de manejo influenciam a dinâmica da matéria orgânica, a atividade dos microrganismos e também afetam o desenvolvimento radicular, o estado de agregação do solo vai ser influenciado diretamente por tais fatores e, sob condições primárias de manejo, ou seja, sem plantio, o solo mantém uma estrutura bem definida. Já quando implantadas práticas de manejo mais intensivas do solo, ocorrerão mudanças drásticas da sua estrutura (Vezzani e Mielniczuk, 2011).

O manejo de invasoras pode ser feito por meio da utilização de métodos biológicos (cobertura vegetal), métodos físicos (mecânicos ou manuais) e químicos. A escolha correta do método e a aplicação no momento certo determinam o controle efetivo das invasoras (Velooso *et al.*, 2006).

Avaliando métodos de controle de plantas daninhas, Alcântara & Ferreira (2000) observaram manutenção da qualidade física do solo nos tratamentos com utilização de capina manual e herbicida de pré-emergência e obtiveram correlação positiva do teor de matéria orgânica do solo com a estabilidade de agregados. Igwe (2005) cita que o efeito dispersivo gerado pelas cargas negativas da MO aparece antes do efeito estabilizante nos agregados do solo, ou seja, um pequeno conteúdo de matéria orgânica favorece a dispersão e um alto conteúdo favorece a floculação e a maior estabilidade de agregados.

Na aplicação do controle biológico de invasoras com cobertura vegetal, busca-se a supressão das plantas invasoras por espécies de plantas que apresentam velocidade de crescimento e agressividade maiores que as mesmas (Favero *et al.*, 2001; Santos *et al.*, 2008). A utilização de leguminosas herbáceas foi testada no controle de plantas daninhas na Zona da Mata, em Viçosa, MG. Foram utilizadas, como tratamentos, as leguminosas herbáceas amendoim-forrageiro (*Arachis pintoi* L.), siratro (*Macroptilium atropurpureum*) e labe-labe (*Dolichos lablab*). Os resultados demonstraram que o labe-labe, no primeiro ano e o amendoim-forrageiro, no segundo ano, proporcionaram menor densidade e biomassa de plantas daninhas no cafezal (Santos, 2011).

Considerando que o manejo do solo afeta, de modo geral, seus atributos físicos e químicos, busca-se, com o presente trabalho, avaliar os efeitos de diferentes métodos de controle de plantas invasoras na agregação das partículas de um Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) cultivado com café.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado na Fazenda Experimental Dr. Sílvio Menicucci, pertencente à EPAMIG, e localizada no município de Lavras, MG (45° 06' 43,8''W e 21° 21' 12''S), à altitude de 894 m. A precipitação pluvial média anual é de 1.511 mm e a umidade relativa média é de 76,2% (BRASIL, 1992). De acordo com a classificação climática de Köppen, a região tem um clima do tipo Cwa, caracterizado por ser subtropical com inverno seco e chuvas predominantes de verão. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico textura argilosa (LVAd), cujas caracterizações química e física encontram-se no Quadro 1.

Quadro 1. Caracterização física e química das camadas de 0-15 e 15-30 cm do Latossolo Vermelho-Amarelo em estudo.

Camada (cm)	pH	K		P		Ca		Mg		Al		SB		T		V	
		---mg dm ⁻³ ---		---		-----		-----		-----		-----		-----		-----	
0 – 15	5,96	176,45	0,65	1,31	0,88	0,15	2,64	2,79	43,53								
15 – 30	5,86	120,99	0,56	0,64	0,47	0,28	1,42	1,70	25,08								

Camada (cm)	MO	Fração		
		Areia	Silte	Argila
	dag kg ⁻¹	-----g kg ⁻¹ -----		
0 – 15	3,59	130	330	540
15 – 30	3,29	110	360	530

O delineamento experimental adotado foi blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, constituindo um fatorial 9 x 2 x 3, sendo os fatores, respectivamente, nove métodos de controle de invasoras (Quadro 2), duas profundidades e três repetições.

Quadro 2. Métodos de controle de plantas invasoras em Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado com café no município de Lavras, MG

Nº	Método de controle
01	Amendoim-forrageiro (<i>Arachis pintoi</i> L.)
02	Grade
03	Roçadora
04	Trincha
05	Herbicida pós-emergência
06	Herbicida pré-emergência
07	Capina manual
08	Sem capina
09	Capim-braquiária (<i>Brachiaria decumbens</i>)

A instalação da lavoura ocorreu em janeiro de 2005 e a cultivar de café plantada foi a IAC Catuaí 99. Adotou-se o espaçamento entre plantas de 0,7 m e das entrelinhas de 3,5 m. Para facilitar as operações de campo, as parcelas experimentais, representadas pelos diferentes métodos de controle das invasoras (Quadro 2), foram dispostas em faixas com cerca de 144 m de comprimento. Em cada faixa foram aleatorizadas três parcelas de 48 m, contendo, em cada uma, 60 covas de café. Cada método de controle foi aplicado em duas faixas adjacentes, de modo que uma delas teve a função de bordadura dos tratamentos. A área total do experimento é de cerca de 1,2 ha. Anteriormente ao plantio, foram aplicados, para correção do solo, 3 Mg de gesso agrícola no sulco e, na ocasião do plantio, foi feita adubação com NPK (20-5-20) e superfosfato simples nas dosagens de 30 g e 300 g por cova, respectivamente, tendo essas mesmas dosagens sido aplicadas em três adubações suplementares, posteriormente. As operações de controle físicos (mecânicos e manuais) e químicos foram efetuadas sempre que se observava 90% da “rua” coberta pelas plantas invasoras e/ou essas apresentavam cerca de 0,45 m de altura. Os herbicidas utilizados foram o glyphosate, como herbicida de pós-emergência e o oxyfluorfen, como herbicida de pré-emergência, ambos aplicados na dose de 3 L ha⁻¹ em 300 L de água (solução).

As principais espécies de plantas invasoras observadas na área experimental são apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3. Principais espécies de plantas invasoras presentes na área experimental, classificadas de acordo com Lorenzi (2006).

Nome científico	Nome popular
<i>Brachiaria decumbens</i> Stapff.	Capim-braquiária
<i>Bidens pilosa</i> L.	Picão-preto
<i>Portulaca oleracea</i> L.	Beldroega
<i>Vernonia</i> spp.	Assa-peixe
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	Alecrim-do-campo
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist.	Buva
<i>Sida rhombifolia</i> L.	Vassoura
<i>Sida glaziovii</i> K. Schum.	Vassoura-branca
<i>Pennisetum purpureum</i> Schum.	Capim-napier
<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	Capim-colchão
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Caruru-bravo
<i>Spermacoce latifolia</i> Aubl.	Erva-quente
<i>Sida cordifolia</i> L.	Guanxuma-branca
<i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde.	Capim-amargoso

Para as avaliações dos atributos físicos do solo, foram coletadas amostras deformadas e indeformadas (torrões), nas camadas de 0-15 e 15-30 cm de profundidade, no centro da entrelinha dos cafeeiros. A avaliação de estabilidade de agregados em água foi realizada pelo método do peneiramento úmido, segundo Kemper & Rosenau (1986). Na determinação da estabilidade de agregados, os agregados foram passados em peneira de 8,0 mm. Desses agregados, foram pesados 50 g, os quais foram submetidos ao peneiramento para a separação dos agregados em conjuntos de peneiras com malhas de 2,0; 1,0; 0,5; 0,25 e 0,105 mm. Esse peneiramento foi realizado por 15 minutos. Posteriormente à obtenção

dos agregados em cada classe, as amostras foram colocadas em latas de alumínio e secas em estufa, a 105 °C, sendo posteriormente pesadas.

Os resultados foram expressos na porcentagem de agregados por classes de tamanhos (8,00-2,0 mm, 2,0-1,0 mm, 1,0-0,5 mm 0,5-0,25 mm, 0,25-0,105 mm e < 0,105 mm) e, como índice de agregação, adotou-se o diâmetro médio geométrico dos agregados (DMG), obtido conforme Mazurak (1950). Os teores de argila total (AT) e de argila dispersa em água (ADA) foram determinados pelo método da pipeta, de acordo com Gee e Bauder (1986). O índice de floculação (IF) foi calculado pela fórmula $IF(\%) = \frac{AT-ADA}{AT} \times 100$. Os teores de matéria orgânica do solo foram determinados pelo método de Walkley-Black modificado (Embrapa, 1999).

Os resultados encontrados foram submetidos a análises de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, com a utilização do software estatístico SISVAR (Ferreira, 2005). Foram realizadas, ainda, análises de correlações, utilizando o software estatístico SigmaPlot (SigmaPlot, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises da estabilidade de agregados, expressa pelos valores de diâmetro médio geométrico (DMG), são apresentados no Quadro 4. Verifica-se, inicialmente, que a estabilidade dos agregados do solo foi influenciada pelos métodos de controle das plantas invasoras, não diferindo entre camadas, não tendo sido observadas diferenças entre os tratamentos com grade e herbicida de pré-emergência, que apresentaram

menores valores de DMG, e estes diferiram estatisticamente dos demais métodos de controle empregados. Chamam a atenção, no Quadro 4, os elevados valores de DMG encontrados. Considerando-se que, com a metodologia empregada, a estabilidade máxima seria atingida com o valor de DMG igual a 5 mm, verifica-se que, em ambas as camadas e métodos, os valores de DMG estão bem próximos desse valor, refletindo, assim, elevada agregação das partículas desse solo.

Quadro 4. Diâmetro médio geométrico (DMG) dos agregados de duas camadas do Latossolo Vermelho-Amarelo submetido a métodos de controle de plantas invasoras, em cafeeiros.

Método de controle	Diâmetro médio geométrico (mm)		
	0-15 cm	15-30 cm	Média
Amendoim forrageiro	4,82	4,83	4,82 A*
Roçadora	4,78	4,72	4,75 A
Grade	4,66	4,64	4,65 B
Trincha	4,91	4,86	4,89 A
Herbicida de pós-emergência	4,65	4,74	4,69 A
Herbicida de pré-emergência	4,43	4,50	4,46 B
Sem capina	4,79	4,75	4,77 A
Capina manual	4,85	4,84	4,84 A
Capim-braquiária	4,76	4,76	4,76 A

* Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Médias referentes a três repetições.

Os resultados observados são semelhantes aos obtidos por Alcântara & Ferreira (2000) que, avaliando a utilização prolongada de métodos de controle de plantas invasoras nas propriedades físicas do solo, demonstraram que os valores de DMG diminuem tanto com a utilização do herbicida de pré-emergência como com o uso de grade. A sensível diminuição observada nos valores de DMG nos tratamentos com grade e

herbicida de pré-emergência concorda com a premissa de que a utilização de métodos mecânicos de controle de plantas invasoras como arados e grades para o preparo da área proporciona maior revolvimento e, conseqüentemente, maior quebra e pulverização dos agregados, e que a utilização de métodos químicos de controle com herbicidas de pré-emergência deixa o solo descoberto, expondo-o ao impacto das gotas de chuva, o que facilita a quebra dos agregados e a ocorrência de selamento superficial (Hickmann et al., 2011; Araujo-Junior et al., 2008; Faria et al., 1998; Bertoni & Lombardi Neto, 1999; Alcântara & Ferreira, 2000)

Os teores de argila dispersa em água (ADA) das duas camadas do solo, nos diferentes métodos de controle de invasoras, são apresentados no Quadro 5. Observa-se que os teores de ADA variam em função do método de controle empregado, mas, dentro de cada método, os mesmos não diferem significativamente, quando se confrontam as duas camadas amostradas. Na comparação dos métodos de controle, observa-se, pelos dados do Quadro 5, que os maiores teores de ADA foram encontrados nos métodos de controle envolvendo capim-braquiária, herbicida de pós-emergência, capina manual e sem capina. No controle de invasoras com herbicida de pré-emergência, a ADA apresentou comportamento intermediário ao de todos os demais métodos e os menores valores de ADA foram encontrados com roçadora, grade, trincha e com manutenção da cobertura vegetal com amendoim forrageiro.

Quadro 5. Argila dispersa em água (ADA) de duas camadas do Latossolo Vermelho-Amarelo submetido a métodos de controle de plantas invasoras, em cafeeiros.

Método de controle	ADA (%)		
	0-15 cm	15-30 cm	Média
Amendoim forrageiro	31,65	33,43	32,54 C*
Roçadora	32,62	34,05	33,33 C
Grade	32,50	33,54	33,02 C
Trincha	33,88	33,21	33,55 C
Herbicida de pós-emergência	38,49	40,37	39,42 A
Herbicida de pré-emergência	36,37	35,85	36,11 B
Sem capina	37,48	38,63	38,05 A
Capina manual	38,28	41,01	39,64 A
Capim-braquiária	40,16	39,38	39,77 A

* Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Médias referentes a três repetições.

Os resultados observados confirmam que a argila dispersa em água é afetada pelo tipo de manejo empregado. No entanto, embora não sejam expressivas as diferenças nos teores de ADA das camadas de 0-15 e 15-30 cm, os resultados encontrados corroboram os de Santos et al. (2012), que observaram menores teores de ADA na camada superficial de solos do Triângulo Mineiro cultivados com cana e milho, que foram revolvidos com grade.

O comportamento do índice de floculação (IF) determinado nas amostras das duas camadas do LVA, submetido aos diferentes métodos de controle de invasoras, está explicitado no Quadro 6. O IF da fração argila do LVA foi influenciado significativamente pelos métodos de controle de plantas invasoras, no entanto, sem apresentar diferenças entre camadas.

Os métodos de controle de plantas invasoras herbicida de pós-emergência e capina manual apresentaram os menores valores de IF, seguidos por valores intermediários nos tratamentos com herbicida de pré-emergência sem capina e capim-braquiária, e os mais altos valores de IF encontrados foram nos tratamentos com amendoim forrageiro, roçadora, grade e trincha.

Quadro 6. Índice de flocação (IF) de duas camadas do Latossolo Vermelho-Amarelo submetido a métodos de controle de plantas invasoras, em cafeeiros.

Método de controle	IF (%)		
	0-15 cm	15-30 cm	Média
Amendoim forrageiro	34,45	28,95	31,70 A*
Roçadora	29,37	24,64	27,00 A
Grade	26,52	24,86	25,70 A
Trincha	29,23	27,52	28,37 A
Herbicida de pós-emergência	18,60	14,67	16,63 C
Herbicida de pré-emergência	22,92	22,06	22,48 B
Sem capina	23,17	20,01	21,59 B
Capina manual	20,86	12,01	16,43 C
Capim-braquiária	22,20	24,37	23,28 B

* Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Médias referentes A três repetições.

Resultados contrastantes são relatados por Centurion et al. (2004), que não observaram diferenças significativas do índice de flocação para diferentes manejos adotados na entrelinha de plantio de espécie florestal num Latossolo Vermelho textura argilosa.

Testando plantas de verão na cobertura do solo e seus efeitos na agregação, Albuquerque et al. (2005) observaram que as plantas de cobertura de verão aumentaram o teor de CO. Entretanto, não

modificaram o grau de floculação de argila e a estabilidade de agregados, quando comparadas às do sistema milho isolado. A recuperação de solos degradados por meio do uso de plantas de cobertura foi mais efetiva quando estas foram associadas ao preparo reduzido, evidenciando a importância de sistemas de manejo com baixo revolvimento e alto aporte de resíduos vegetais, o que pode explicar o maior índice de floculação com os métodos amendoim-forrageiro, roçadora, trincha, porém, não condiz com o observado quando utilizada grade e herbicida de pós-emergência.

Os teores de matéria orgânica (MO) determinados nas duas camadas do LVA, nos diferentes métodos de controle de invasoras, são apresentados no Quadro 7. Como tendência geral deste estudo, observa-se que os teores de MO variaram significativamente apenas em função do método de controle. A comparação dos teores de MO envolvendo os diferentes métodos de controle revela que esses se agrupam em dois grupos distintos. De um lado, apresentando os maiores teores de MO, encontram-se capina manual, trincha, herbicida de pós-emergência, capim-braquiária e sem capina. Do outro lado, apresentando os menores teores de MO, figuram o amendoim forrageiro, a roçadora, a grade e o herbicida de pré-emergência. Chama a atenção a presença do amendoim forrageiro nesse grupo, pois os resultados refletem as consequências da supressão parcial e total cobertura vegetal que é realizada por esses métodos. Deve-se considerar que a presença das invasoras ou de qualquer outra espécie de planta contribui para a manutenção ou, até mesmo, o incremento da MO do solo.

Quadro 7. Teores de matéria orgânica (MO) de duas camadas do Latossolo Vermelho-amarelo submetido a métodos de controle de plantas invasoras, em cafeeiros.

Método de controle	MO (dag kg ⁻¹)		
	0-15 cm	15-30 cm	Média
Amendoim forrageiro	3,05	2,89	2,97 B*
Roçadora	3,07	2,86	2,97 B
Grade	3,26	3,09	3,18 B
Trincha	3,38	3,25	3,31 A
Herbicida de pós-emergência	3,37	3,30	3,33 A
Herbicida de pré-emergência	3,26	2,93	3,09 B
Sem capina	3,60	3,51	3,56 A
Capina manual	3,59	3,29	3,44 A
Capim-braquiária	3,42	3,31	3,36 A

* Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Médias referentes a três repetições.

Os resultados encontrados para os teores de MO concordam com os obtidos por Alcântara & Ferreira (2000) que, avaliando métodos de controle de plantas daninhas na cultura do café, observaram que a utilização contínua de herbicida de pré-emergência reduziu os teores de matéria orgânica e a estabilidade dos agregados, além de acarretar surgimento do encrostamento superficial do solo. Já o controle com roçadora e a manutenção da entrelinha sem capina incrementaram o conteúdo de MO.

Para avaliar o grau de associação entre o estado de agregação das partículas e os diferentes atributos avaliados, foram realizadas análises de correlações simples envolvendo as variáveis DMG, ADA, IF e MO. O DMG correlacionou-se positivamente, mas de forma não significativa, com MO. Esse resultado reflete o fato de não serem observadas

diferenças nos valores de DMG, conforme registrado anteriormente. Foram encontradas correlações significativas apenas para as correlações envolvendo MO e ADA ($r = 0,49^{**}$) e MO e IF ($r = -0,26^*$), ilustradas pela dispersão dos dados, de acordo com a Figura 1.

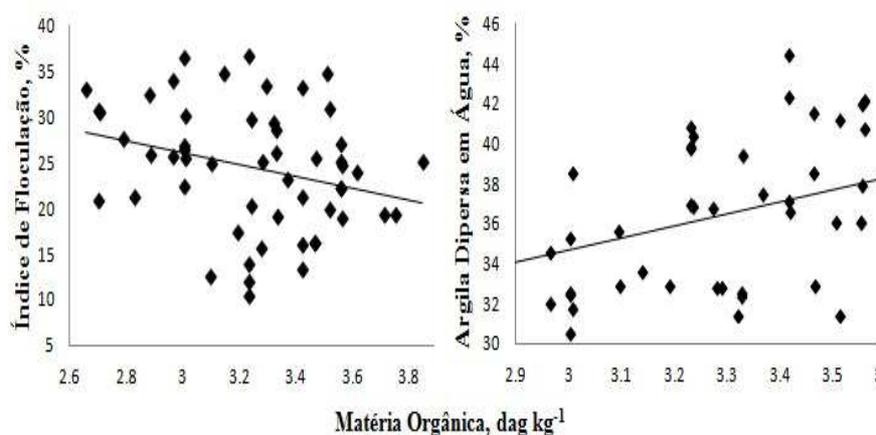


Figura 1. Correlação entre argila dispersa em água e índice de floculação com a matéria orgânica do solo.

A correlação negativa envolvendo a matéria orgânica (MO) e o índice de floculação (IF) encontrada neste trabalho é contrária à encontrada por Amézqueta et al. (2003), avaliando dispersão mecânica e espontânea de argila de solos de zona árida. No entanto, foi similar à encontrada por Oliveira et al. (2008), que encontraram correlação negativa (-0,75) para camada subsuperficial de Latossolos Amarelos submetidos a diversos manejos.

A correlação encontrada para ADA e MO corrobora o estudo de Oliveira et al. (2005). Estes autores, estudando Latossolos brasileiros, quando submetidos a ciclos de umedecimento e secagem, encontraram correlação positiva, porém, não significativa entre MO e ADA.

Os resultados observados no presente estudo apontam tendências semelhantes às encontradas por Alcântara & Ferreira (2000) e Araujo-Junior et al. (2011), que avaliaram métodos de controle de invasoras na cultura do café em experimento de longa duração, tendo os métodos mecânicos e químicos afetado negativamente o estado de agregação das partículas, com reflexos na qualidade física e química do solo. Contudo, fica a expectativa do comportamento dos métodos biológicos de controle das invasoras.

Embora ainda incipientes, considerando se tratar de experimento relativamente recente, os resultados até aqui encontrados levam a acreditar que a manutenção desses manejos por período prolongado de tempo poderá trazer benefícios significativos à manutenção da estruturação do solo que, por consequência, poderão refletir numa melhor performance da lavoura cafeeira, ao longo do tempo.

4 CONCLUSÕES

1. A utilização contínua de herbicida de pré-emergência no controle de invasoras na cultura do café afeta negativamente a agregação das partículas do solo.

2. O estado de agregação das partículas do solo não mostrou estar significativamente correlacionado com o conteúdo de matéria orgânica.

LITERATURA CITADA

ALBUQUERQUE, J. A.; ARGENTON, J.; BAYER, C.; WILDNER, L. P. & KUNTZE, M. A. G. Relação de atributos do solo com a

- agregação de um Latossolo Vermelho sob sistemas de preparo e plantas de verão para cobertura do solo. R. Bras. Ci. Solo, 29:415-424, 2005.
- ALCÂNTARA, E.N. & FERREIRA, M.M. Efeitos de métodos de controle de plantas daninhas na cultura do cafeeiro (*Coffea arábica* L.) sobre a qualidade física do solo. R. Bras. Ci. Solo, 24:711-721, 2000.
- AMÉZKETA, E.; ARAGÜÊS, R.; CARRANZA, R.; URGEL, B. Chemical, spontaneous and mechanical dispersion of clays in arid-zone soils. Span. J. Agric. Res, 1:95-107, 2003.
- ARAÚJO-JUNIOR, C.F.; DIAS JUNIOR, M.S.; GUIMARÃES, P.T.C. & PIRES, B.S. Resistência à compactação de um Latossolo cultivado com cafeeiro, sob diferentes sistemas de manejo de Plantas invasoras. R. Bras.Ci. Solo, 32:23-32, 2008.
- ARAÚJO-JUNIOR, C.F.; GUIMARÃES, P.T.G.; JUNIOR, M.S.D.; ALCÂNTARA, E.N. & MENDES, A.D.R. Alterações nos atributos químicos de um latossolo pelo manejo de plantas invasoras em cafeeiros. R. Bras.Ci. Solo, 35:2207-2217, 2011.
- BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. 4.ed. São Paulo, Ícone, 1999. 355p.
- BRAZIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Meteorologia. Normas climatológicas 1961-1990. Brasília, DF, 1992. 84 p.
- CENTURION, J.F.; ROQUE, C.G.; CENTURION, M.A.P.C. & PRADO, R.M. Manejo Mecânico e cultura de cobertura na entrelinha da

- seringueira (PB 235 e RRIM 701) e os atributos físicos de um Latossolo Vermelho no planalto paulista. R. *Árvore*, 28:7-13, 2004.
- DIAS, T.C.S.; ALVES, P.L.C.A. & LEMES, L.N. Faixas de controle de plantas daninhas e seus reflexos na produção do cafeeiro. *Científica*, 36:81-85, 2008.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 370p.
- FARIA, J.C.; SCHAEFER, C.E.G.R.; RUIZ, H.A. & COSTA, L.M. Effects of weed control on physical and micropedological properties of Brazilian Ultisol. R. *Bras.Ci. Solo*, 22:731-741, 1998.
- FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; ALVARENGA, R.C. & COSTA, L.M. Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. *Pesq. Agropec. Bras*, 36:1355-1362, 2001.
- FERREIRA, D. F. SISVAR versão 4.3: (Build 45). Lavras: UFLA/DEX, 2005.
- GEE, G.W. & BAUDER, J.W. Particle-size analysis. In: KLUTE, A., ed. *Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods*. 2.ed. Madison, American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, 1986. p.383-411. (Agronomy Series, 9)
- HICKMANN, C.; COSTA, L.M.; SCHAEFER, C.E.G.R. & FERNANDES, R.B. A. Morfologia e estabilidade de agregados superficiais de um argissolo vermelho-amarelo sob diferentes

- manejos de longa duração e mata atlântica secundária. R. Bras. Ci. Solo, 35:2191-2198, 2011.
- IGWE, C.A. Erodibility in relation to water-dispersible clay for some soils of eastern Nigeria. Land Degradation & Development, 16:87-96, 2005.
- KEMPER, W.D. & ROSENAU, R.C. Aggregate stability and size distribution. In: KLUTE, A. Methods of soil analysis. 2.ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986. pt 1: Physical and mineralogical methods, p.425-443.
- MAZURAK, A. P. Effect of gaseous phase on water-stable synthetic aggregates. Soil Sci., 69:135-148, 1950.
- MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZZANI, F.; LOVATO, T.; FERNANDES, F.F. & DEBARBA, L. Manejo de solo e culturas e sua relação com estoques de carbono e nitrogênio do solo. In: CURTI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M.; LOPES, A.S.S. & ALVAREZ V., V.H., eds. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 3:209-248, 2003.
- OLIVEIRA, T.S.; COSTA, L.M. & SCHAEFER, C.E.G.R. Water-dispersible clay after wetting and drying cycles in four Brazilian oxisols. Soil Till. Research, 83:260-269, 2005.
- OLIVEIRA, J.T.; MOREAU, A.M.S.S.; PAIVA, A.Q.; MENEZES, A.A.; COSTA, O.D. Características físicas e carbono orgânico de solos sob diferentes tipos de uso da terra. R. Bras. Ci. Solo, 32:2821-2829, 2008, Número Especial.

- SANTOS, J.C.F.; LEÔNIDAS, F.C.; COSTA, R.S.C. & COSTA, N.L.; GUIMARÃES, R.J.; CUNHA, R.L. Cobertura do solo no controle de plantas daninhas no café. EMBRAPA, 2004. 33p.
- SANTOS, J.C.F.; MARCHI, G. & MARCHI, E.C.S. Cobertura do solo no controle de plantas daninhas do café. Planaltina-DF. EMBRAPA CERRADOS, 2008. 56p.
- SANTOS, J.C.F. Manejo de plantas daninhas usando leguminosas herbáceas consorciadas com a cultura do café. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2011. 95p. (Tese de doutorado)
- SANTOS, D.S.; ARRUDA, E.M.; MORAES, E.R.; FRANCO, F.O.; ARAÚJO, J.R.; RESENDE, T.M.; BORGES, E.N. & RIBEIRO, B.T. Atributos físicos e matéria orgânica de áreas de Latossolo utilizadas para atividade pecuária no bioma cerrado. Biosc. J., 28:500-508, 2012.
- SIGMAPLOT. Sigmaplot for Windows, version 12. Systat software, 2011. SOFTWARE.
- VELOSO, C.A.C.; FILHO, A.S.; SANTOS, J.C.F. & MASCARENHAS, R.E.B. Controle de Plantas Infestantes do Café Robusta no Pará. Circular Técnica. Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA, 2006. 43p.
- VEZZANI, F. M. & MIELNICZUK, J. Agregação e estoque de carbono em argissolo submetido a diferentes práticas de manejo agrícola. R. Bras. Ci. Solo, 35:213-223, 2011.
- WOHLENBERG, E.V.; REICHERT, J.M.; REINERT, D.J. & BLUME, E. Dinâmica da agregação de um solo franco-arenoso em cinco

sistemas de culturas em rotação e em sucessão. R. Bras. Ci. Solo,
28:891-900, 2004.

**ARTIGO 2 - ATRIBUTOS QUÍMICOS DE UM LATOSSOLO
SUBMETIDO A MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS
INVASORAS EM PLANTIO DE CAFÉ¹**

Raphael Henrique da Silva Siqueira², Mozart Martins Ferreira³, Elifas
Nunes Alcântara⁴ & Raphael Comanducci Silva⁵

¹Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Caixa Postal 3037, CEP 37200-000, Lavras (MG).

² Estudante do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras (MG). Bolsista do CNPq. E-mail: raphael_manejasolo@hotmail.com

³ Professor do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Caixa Postal 3037, CEP 37200-000, Lavras (MG). E-mail: mozartmf@dcs.ufla.br

⁴ Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Campus Universitário, Universidade Federal de Lavras (UFLA), CP 176, CEP 37200-000, Lavras (MG). E-mail: elifas@epamig.ufla.br

⁵ Estudante de Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras (MG). Bolsista atividade UFLA. E-mail: raphael.comanducci@gmail.com

RESUMO

Os diferentes tipos de manejo do solo podem causar alterações dos atributos químicos, físicos e biológicos do solo. A partir deste pressuposto, buscou-se, por meio deste trabalho, avaliar a influência de diversos métodos de controle de plantas invasoras sobre alguns atributos químicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) cultivado com café. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, perfazendo um fatorial 9x2x3, sendo nove métodos de controle, duas camadas (0-15 e 15-30 cm) e três repetições. Os métodos de controle de plantas invasoras avaliados foram: manutenção da cobertura do solo com amendoim-forrageiro (*Arachis pintoi* L.)-(AF) e capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*), utilização de grade, roçadora, trincha, capina manual, herbicida de pós-emergência, herbicida de pré-emergência e tratamento sem capina. As seguintes análises químicas foram realizadas: pH em água, cátions trocáveis do complexo sortivo (Ca, Mg, K e Al), soma de bases (SB), saturação por bases (V%), saturação por alumínio (m%), capacidade de troca de cátions efetiva (t), capacidade de troca de cátions potencial (T), matéria orgânica (MO), fósforo total (P) e fósforo remanescente (Prem). Dentre os métodos de controle das plantas invasoras estudados, a utilização da roçadora propiciou as melhores condições químicas do solo, tanto da camada superficial como subsuperficial. A utilização de herbicida de pré-emergência, que mantém a superfície do solo desprovida cobertura vegetal, influenciou negativamente os atributos químicos do solo, pelo aumento da acidez e a redução dos cátions do complexo sortivo. O capim-braquiária apresentou maior eficiência que o amendoim-forrageiro no manejo da frente alcalina, cujos reflexos foram observados tanto na camada superficial como subsuperficial.

Palavras-chave: Controle de plantas daninhas. Manejo cultural. Química do solo.

ABSTRACT

The different soil managements types may cause changes in the chemical, physical and biological soil attributes. From this assumption we try through this work to assess the influence of various methods of weed control in some chemical properties of a Red-Yellow Latosol (RYL) cultivated with coffee. The experimental design adopted in this study was a complete randomized block in a split-plot, making a 9x2x3 factorial, being the factors respectively, nine weed control methods, two layers (0-15 and 15-30 cm) and three replications. The weed control methods were: maintenance of soil cover with peanut (*Arachis pintoi* L.) and *Brachiaria* grass (*Brachiaria decumbens*), disk harrow, mower, agricultural brush, manual hoe, post and pre emergence herbicides and no weeding treatment. The following chemical analyzes were performed: pH, exchangeable cations (Ca, Mg, K and Al), sum of bases (SB), base saturation (V%), aluminum saturation (m%), cation exchange capacity effectively (t), cation exchange capacity potential (T), organic matter (OM), phosphorus total (P) and remanent phosphorus (Prem). Among the weed control methods studied, the use of mower provided the best soil chemical characteristics of both the surface and subsurface layers. The use of pre-emergence herbicide, which keeps the soil surface devoid cover, influenced negatively the soil chemical attributes, increased acidity and reduced cations of the exchangeable cations. The *Brachiaria* grass showed higher efficiency than the peanut forage in the management of alkaline front, whose effects were observed in both the surface and subsurface layers.

Keywords: Weed control. Crop management. Soil chemistry.

1 INTRODUÇÃO

O estado de Minas Gerais se destaca como principal produtor de café do Brasil, sendo responsável por cerca de 50% da produção nacional. Considerando apenas a espécie arábica, a contribuição do estado atinge 70% da produção do país (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, CONAB, 2013).

A produção de café é altamente dependente de fatores fisiológicos e ambientais, dentre os quais se encontram os tratos culturais. Entre as principais práticas de manejo que visam à produção sustentável do café está o controle das espécies espontâneas, também conhecidas por plantas invasoras. Nesse controle devem ser utilizadas práticas que possam contribuir para a melhoria da qualidade física e química do solo (ALCÂNTARA; NOBREGA; FERREIRA, 2007; ALCÂNTARA; FERREIRA, 2000b).

De acordo com Favero et al. (2000), as espécies espontâneas podem promover os mesmos efeitos de cobertura do solo, produção de biomassa e ciclagem de nutrientes que as espécies introduzidas ou cultivadas para adubação verde. Esses autores demonstraram que o potencial de crescimento e o acúmulo de nutrientes pelas espontâneas e leguminosas utilizadas como adubação verde variam em função das espécies presentes. De acordo com essa mesma premissa, Meda et al. (2002) mostraram que as plantas invasoras apresentam potencial para serem manejadas em solos ácidos, visando à mobilização da frente alcalina da calagem superficial, possibilitando a extensão dos seus efeitos para a subsuperfície do solo.

Para Mielniczuk (1999), a importância da matéria orgânica na ciclagem e a disponibilidade de nutrientes às plantas têm constituído a chave da sustentabilidade dos ecossistemas agrícolas. Alcântara & Ferreira (2000b), estudando o controle de plantas daninhas na cultura do café em experimento de longa duração, observaram que a qualidade do solo se mostrou diretamente correlacionada com o seu teor de matéria orgânica. Devido a isso, entende-se que o manejo correto das invasoras dentro das lavouras cafeeiras deve considerar a capacidade do método de manter e ou aumentar os teores de matéria orgânica do solo.

Segundo Bayer & Mielniczuk (2008), grande parte da CTC total dos solos tropicais e subtropicais pode ser representada pela CTC da matéria orgânica. Assim sendo, o aumento dos teores de matéria orgânica será essencial na adsorção de nutrientes ou na retenção desses, no caso de lixiviação. De acordo com Araujo-Junior et al. (2011), a manutenção das plantas invasoras nas entrelinhas dos cafeeiros contribuiu positivamente para as alterações dos atributos químicos do solo. Além disso, elevou o teor de C orgânico total da camada mais superficial do solo, contribuindo para o aumento e a manutenção dos estoques de carbono em lavouras cafeeiras. Depreende-se, portanto, conforme afirmativa de Alcântara, Nóbrega e Ferreira (2009), que o manejo correto das plantas daninhas constitui uma prática essencial a ser considerada, também, para a sustentabilidade do agronegócio café.

Tendo em vista que o manejo do solo pode causar alterações nos seus diferentes atributos, buscou-se, por meio deste trabalho, avaliar diferentes métodos de controle de plantas invasoras e suas influências sobre os

atributos químicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado com café.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado na Fazenda Experimental Dr. Sílvio Menicucci, pertencente à EPAMIG, localizada no município de Lavras, MG (45° 06' 43,8" W e 21° 21' 12" S). A precipitação média anual é de 1.511 mm e umidade relativa média, de 76,2% (BRASIL, 1992). De acordo com a classificação climática de Köppen, a região tem clima do tipo Cwa, caracterizado por ser subtropical com inverno seco e chuvas predominantes de verão. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (LVAd), textura argilosa. O experimento foi instalado em janeiro de 2005, com a cultivar de café IAC Catuaí 99, adotando-se o espaçamento entre plantas de 0,8 m e das entrelinhas de 3,5 m. Anteriormente ao plantio, foram aplicados, para a correção do solo, 3 Mg de gesso agrícola no sulco e, na ocasião do plantio, foi feita adubação com NPK (20-5-20) e superfosfato simples, nas dosagens de 30 g e 300 g/cova, respectivamente, tendo essas mesmas dosagens sido aplicadas em três adubações suplementares, posteriormente.

Para facilitar as operações de campo, as parcelas experimentais, representadas pelos diferentes métodos de controle das invasoras (Tabela 1), foram dispostas em faixas com cerca de 144 m de comprimento. Em cada faixa, foram aleatorizadas três parcelas de 48 m, contendo, cada uma, 60 covas de café. Cada método de controle foi aplicado em duas

faixas adjacentes, de modo que uma delas teve a função de bordadura dos tratamentos. A área total do experimento é de cerca de 1,2 ha.

Tabela 1 Métodos de controle de plantas invasoras em Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado com café, no município de Lavras, MG

Nº	Método de Controle
01	Amendoim-forrageiro (<i>Arachis pintoi</i> L.) – (AF)
02	Grade – (GR)
03	Roçadora – (RÇ)
04	Trincha – (TR)
05	Herbicida pós-emergência – (HP)
06	Herbicida pré-emergência – (HR)
07	Capina manual – (CM)
08	Sem capina – (SC)
09	Capim-braquiária (<i>Brachiaria decumbens</i>) – (BR)

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, constituindo um fatorial 9x2x3, sendo, respectivamente, nove métodos de controle de invasoras, duas profundidades e três repetições.

As operações de controle físico (mecânicos e manuais) e químico foram efetuadas sempre que se observava aproximadamente 90% da entrelinha coberta pelas plantas invasoras e/ou quando essas apresentavam cerca de 0,45 m de altura. No controle químico das invasoras foi utilizado o Roundup (glyphosate), como herbicida de pós-emergência e o Goal (oxyfluorfen), como herbicida de pré-emergência, ambos aplicados na dose de 3 L ha⁻¹, em 300 L de água.

As principais espécies de plantas invasoras observadas na área experimental são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 Principais espécies de plantas invasoras presentes na área experimental, classificadas de acordo com Lorenzi (2006)

Nome Científico	Nome Popular
<i>Brachiaria decumbens</i> Stapff.	Capim-braquiária
<i>Bidens pilosa</i> L.	Picão-preto
<i>Portulaca oleracea</i> L.	Beldroega
<i>Vernonia</i> spp.	Assa-peixe
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	Alecrim-do-campo
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist.	Buva
<i>Sida rhombifolia</i> L.	Vassoura
<i>Sida glaziovii</i> K. Schum.	Vassoura-branca
<i>Pennisetum purpureum</i> Schum.	Capim-napier
<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	Capim-colchão
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Caruru-bravo
<i>Spermacoce latifolia</i> Aubl.	Erva-quente
<i>Sida cordifolia</i> L.	Guanxuma-branca
<i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde.	Capim-amargoso

As amostras de solo foram coletadas nas profundidades de 0-15 e 15-30 cm, no centro da entrelinha dos cafeeiros. As amostras foram secas e peneiradas em peneira de 2 mm (TFSA) e encaminhadas para o Laboratório de Fertilidade do Solo, no Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras, sendo determinados os seguintes atributos químicos, de acordo com Silva (1999): pH em água, determinado por potenciometria, utilizando-se proporções de 1:2,5 (v/v) de solo:solução; cátions trocáveis (Ca e Mg), extraídos em KCl 1 mol L⁻¹, determinados por espectrometria de absorção atômica; Al, extraído por KCl 1 mol L⁻¹, determinado volumetricamente por titulação com NaOH 0,025 mol L⁻¹; acidez potencial, determinada após extração com acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹, a pH 7,0, sendo o H + Al quantificados por

titulação com NaOH; P e K extraídos pelo extrator Mehlich-1, determinando-se o K por fotometria de chama e o P por colorimetria. A partir dos resultados obtidos do complexo sortivo, foram calculados os valores para soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions a pH 7,0 (T) e efetiva (t), saturação por bases (V%) e saturação por alumínio (m). Os teores de matéria orgânica do solo foram determinados pelo método de Walkley-Black modificado.

Os resultados encontrados foram submetidos à análise de variância e, quanto constatadas diferenças significativas, procedeu-se ao teste de médias (Scott-Knott, a 5% de probabilidade), com a utilização do software estatístico SISVAR (Ferreira, 2005).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de variâncias revelaram que, de modo geral, os atributos químicos analisados foram influenciados significativamente pelos diferentes métodos de controle de plantas invasoras e, de modo particular, essa influência variou com a camada analisada. Os valores de pH em água e dos teores dos cátions trocáveis Ca, Mg, Al e K, determinados nas duas profundidades do Latossolo Vermelho-Amarelo, submetido aos diversos métodos de controle de invasoras, são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 pH em água e cátions trocáveis de um Latossolo Vermelho-Amarelo submetido a diferentes métodos de controle de plantas invasoras na cultura do café

Método de controle de invasoras	pH H ₂ O	Cátions trocáveis			
		Ca	Mg	Al	K
-----cmolc dm ⁻³ -----					
Profundidade 0-15cm					
AF	5,45 c*	1,24 b	1,06 b	0,15 c	0,40 b
GR	5,80 b	1,52 b	1,28 b	0,11 c	0,58 a
RÇ	6,05 b	2,59 a	1,60 a	0,09 c	0,48 a
TR	5,45 c	0,93 c	0,71 c	0,23 b	0,41 b
HP	5,49 c	0,92 c	0,72 c	0,21 b	0,34 c
HR	4,89 d	0,49 c	0,24 d	0,43 a	0,18 d
CM	5,57 c	1,20 b	0,97 b	0,19 b	0,40 b
SC	5,96 b	1,31 b	0,88 c	0,15 c	0,45 b
BR	6,34 a	1,72 b	1,26 b	0,05 c	0,51 a
Profundidade 15-30cm					
AF	5,47 c	0,94 b	0,84 b	0,18 c	0,35 b
GR	5,72 b	0,91 b	0,81 b	0,16 c	0,48 a
RÇ	5,95 b	1,98 a	1,30 a	0,10 c	0,44 a
TR	5,34 c	0,52 b	0,42 c	0,29 b	0,29 b
HP	5,54 c	0,74 b	0,58 c	0,24 b	0,30 b
HR	4,71 d	0,30 b	0,20 c	0,45 a	0,14 c
CM	5,46 c	0,80 b	0,63 c	0,26 b	0,31 b
SC	5,86 b	0,64 b	0,47 c	0,28 b	0,31 b
BR	6,34 a	0,90 b	0,73 b	0,09 c	0,47 a

* Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas colunas, dentro de cada atributo e profundidade, não diferem entre si, a 5%, pelo teste de Scott-Knott. Médias referentes a três repetições

Em ambas as camadas, os maiores valores de pH em água foram observados quando a entrelinha de plantio foi mantida coberta com capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*), enquanto os menores valores foram encontrados quando foi utilizado herbicida de pré-emergência. A utilização da roçadora, da grade e o tratamento mantido sem capina

apresentaram comportamentos semelhantes entre si, com valores de pH inferiores ao do capim-braquiária, mas superiores aos dos demais tratamentos.

A presença, na entrelinha, do amendoim-forrageiro teve influência semelhante à utilização da trincha e à capina manual sobre os valores de pH, sendo esses superiores apenas aos menores valores encontrados. Araujo-Junior et al. (2011) também encontraram menores valores de pH do solo quando o controle das invasoras foi realizado com herbicida de pré-emergência. A utilização de herbicida de pré-emergência deixa a superfície do solo completamente desprovida de cobertura vegetal, com reflexos negativos para a condição química do solo. O efeito positivo de resíduos orgânicos na amenização da acidez do solo foi comprovado nos estudos de Meda et al. (2002) e Diehl, Miyazawa e Takahashi (2008).

Observa-se, ainda na Tabela 3, que, em ambas as camadas, os maiores teores de Ca e Mg foram encontrados no tratamento com utilização de roçadora, enquanto os menores foram verificados com a utilização de herbicida de pré-emergência. Os demais métodos de controle se colocam em dois grupos intermediários. Com valores imediatamente inferiores aos da roçadora, o controle das invasoras feito com grade e capina manual exerceram a mesma influência nos teores de Ca e Mg do que a presença do amendoim-forrageiro e a ausência de capina. Trincha e herbicida de pós-emergência foram os métodos de controle em que os teores de Ca e Mg se aproximaram dos menores valores encontrados. Os maiores teores de K foram encontrados com a utilização da grade, roçadora e com a presença do capim-braquiária. O menor teor de K foi encontrado com a utilização do herbicida de pré-

emergência. A parcela com amendoim-forrageiro; as parcelas com controle com trincha, herbicida de pós-emergência e capina manual e a parcela mantida sem capina apresentaram, todas, teores intermediários de K. Destaca-se, ainda na Tabela 3 que os maiores teores de Al trocável foram encontrados com a utilização do herbicida de pré-emergência.

Os maiores teores de nutrientes encontrados com a utilização da roçadora corrobora os resultados encontrados por Pavan, Vieira e Androcioli Filho (1995). De acordo com estes autores, a manutenção da cobertura vegetal proporcionada pelo corte das plantas invasoras promove aumento dos cátions trocáveis Ca, Mg e K e aumento do carbono orgânico do solo, em comparação com manejos incluindo adubação verde, herbicida, enxada manual e rotativa.

Os dados da Tabela 3 contrastam, ainda, com as contribuições do amendoim-forrageiro (leguminosa) e do capim-braquiária para a fertilidade do solo. A parcela mantida com capim-braquiária, quando comparada com a mantida com amendoim-forrageiro, apresenta, em ambas as camadas, maiores valores de pH em água, maiores teores de K e teores de Ca e Mg equivalentes. Nessa comparação, o capim-braquiária tende a apresentar maior eficiência na mobilização da frente alcalina no solo, conforme proposição de Meda et al. (2002).

Na Tabela 4 apresentam-se os valores de soma de bases (SB), saturação por alumínio (m) e saturação por bases (V) das duas camadas do Latossolo Vermelho-Amarelo, em função diferentes métodos de controle das invasoras. Observa-se que, em ambas as camadas, os maiores valores de SB foram encontrados na entrelinha cujo controle das invasoras foi realizado com roçadora. Os maiores valores de V foram

encontrados com a utilização da roçadora e também quando da manutenção do capim-braquiária. Como era de se esperar, os menores valores de SB e V e os maiores valores de m foram encontrados na entrelinha em que o controle das invasoras foi realizado com herbicida de pré-emergência. Analisando as influências do amendoim-forrageiro e do capim-braquiária, observa-se que, na camada de 0-15 cm, os valores de SB e V na parcela com capim-braquiária são superiores aos da parcela mantida com amendoim-forrageiro. Na camada de 15-30 cm, essa tendência é mantida para os valores de V, enquanto os valores de SB são equivalentes. Os valores de SB e V, nos demais métodos de controle, foram equivalentes e intermediários.

Como, no controle das invasoras com herbicida de pré-emergência, o solo fica desprovido cobertura vegetal, os baixos valores de SB e V e os elevados valores de m podem ser atribuídos à perda de bases, que pode estar ocorrendo por meio do maior processo erosivo do solo e da lixiviação, como também à maior acidificação do solo nesses locais (EFFGEN et al., 2008).

Tabela 4 Soma de bases (SB), saturação por alumínio (m) e saturação por bases (V) de um Latossolo Vermelho-Amarelo submetido a diferentes métodos de controle de plantas invasoras, na lavoura de café

Método de controle de invasoras	SB	m	V
	-----cmolc dm ⁻³ -----		(%)
	Profundidade 0 – 15cm		
AF	2,70 c*	5,92 b	39,89 b
GR	3,37 b	3,26 b	48,71 a
RÇ	4,67 a	1,95 b	60,35 a
TR	2,05 c	11,32 b	33,05 b
HP	1,98 c	9,97 b	33,05 b
HR	0,91 d	35,79 a	16,12 d
CM	2,57 c	8,49 b	40,20 b
SC	2,64 c	6,96 b	43,53 b
BR	3,48 b	1,81 b	57,74 a
	Profundidade 15 – 30cm		
AF	2,13 b	9,68 c	33,03 b
GR	2,20 b	8,21 c	34,18 b
RÇ	3,72 a	2,77 c	51,54 a
TR	1,23 c	20,82 b	21,77 c
HP	1,62 b	13,05 b	29,00 b
HR	0,64 c	42,42 a	12,44 c
CM	1,75 b	15,38 b	30,34 b
SC	1,42 c	21,89 b	25,08 b
BR	2,11 b	4,61 c	40,32 a

* Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas colunas, dentro de cada atributo e profundidade, não diferem entre si, a 5%, pelo teste de Scott-Knott. Médias referentes a três repetições

Na Tabela 5 apresentam-se os valores das capacidades de troca de cátions efetiva (CTC efetiva) e potencial (CTC potencial) e os teores de matéria orgânica (MO) das duas camadas do Latossolo Vermelho-Amarelo, sob influência dos diferentes métodos de controle das plantas invasoras. Os maiores valores de CTC efetiva e potencial, nas duas camadas analisadas, foram encontrados na parcela onde o controle das

invasoras foi realizado com a roçadora, enquanto os menores valores foram encontrados onde o controle foi realizado com herbicida de pré-emergência. Na camada de 15-30 cm, excetuando-se a roçadora, todos os demais métodos de controle conferiram valores equivalentes de CTC efetiva. Os resultados da CTC potencial das camadas de 0-15 e 15-30 cm apresentaram pequena variação entre os diferentes métodos de controle. Effgen et al. (2008) realizaram experimento para avaliar os atributos químicos de lavoura cafeeira submetida a diversos tratos culturais e constataram que o manejo em que foi retornada a palha de café para a lavoura apresentou maior CTC potencial, o que foi atribuído à maior contribuição da matéria orgânica do solo.

Tabela 5 Capacidade efetiva de troca de cátions (CTC efetiva), capacidade potencial de troca de cátions (CTC potencial) e teor de matéria orgânica (MO) de um Latossolo Vermelho-Amarelo submetido a diferentes métodos de controle de plantas invasoras, na lavoura de café

Método de controle de invasoras	CTC efetiva	CTC potencial	MO
	-----cmolc dm ⁻³ -----		dag kg ⁻¹
	Profundidade 0-15cm		
AF	2,85 c*	6,81 b	3,05 a
GR	3,49 b	6,91 b	3,07 a
RÇ	4,76 a	7,71 a	3,26 a
TR	2,28 c	6,19 c	3,38 a
HP	2,19 c	5,90 c	3,37 a
HR	1,35 d	6,10 c	3,26 a
CM	2,76 c	6,41 c	3,60 a
SC	2,79 c	5,97 c	3,59 a
BR	3,54 b	5,98 c	3,42 a

Continua...

	Profundidade 15-30cm		
AF	2,31 b	6,55 b	2,89 b
GR	2,37 b	6,42 b	2,86 b
RÇ	3,82 a	7,23 a	3,09 b
TR	1,52 b	5,64 c	3,25 a
HP	1,87 b	5,55 c	3,30 a
HR	1,09 b	5,22 c	2,93 b
CM	2,00 b	5,77 c	3,51 a
SC	1,70 b	5,48 c	3,29 a
BR	2,20 b	5,22 c	3,31 a

* Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas colunas, dentro de cada atributo e profundidade, não diferem entre si, a 5%, pelo teste de Scott-Knott. Médias referentes a três repetições

Observa-se, ainda na Tabela 5, que teores de MO na camada de 0-15 cm não variaram entre os métodos de controle das invasoras. Na camada de 15-30 cm, os maiores teores de MO foram encontrados quando o controle das plantas invasoras foi realizado com trincha, herbicida de pós-emergência, capina manual e, ainda, na ausência da capina e na presença do capim-braquiária. Os resultados encontrados levam à inferência de que a MO apresenta uma atuação discreta no comportamento dos atributos relativos à fertilidade do solo.

Os teores de P e Prem não variaram nas camadas amostradas, mas diferiram estatisticamente entre os diferentes métodos de controle das invasoras (Tabela 6). Com relação aos teores de P, observa-se que o maior valor foi encontrado quando da utilização da roçadora. Em todos os demais métodos, foram encontrados teores equivalentes de P. Relativamente aos teores de Prem, foram encontrados três grupos de resultados, tendo o maior teor sido encontrado na presença do amendoim-forrageiro e valores intermediários encontrados quando o controle das

invasoras foi realizado com grade e roçadora. Os menores valores foram encontrados nos demais métodos de controle.

Chama a atenção, na Tabela 6, o elevado valor de Prem (11,55 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$), encontrado na parcela com amendoim-forrageiro, comparado com 6,33 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, encontrado na parcela com capim-braquiária. Na avaliação do carbono, matéria orgânica leve e fósforo remanescente, realizada em solos submetidos a diferentes manejos, por Pereira et al. (2010), foi constatado que a manutenção da cobertura vegetal e o aumento da MO diminuem a adsorção de fosfatos. Os resultados encontrados tornam razoável a admissão de que o amendoim-forrageiro contribui para uma menor adsorção do P, trazendo como reflexo uma maior disponibilidade deste elemento.

Tabela 6 Fósforo (P) e fósforo remanescente (Prem) de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob lavoura cafeeira, submetido a diferentes métodos de controle de plantas invasoras

Método de controle de invasoras	P	Prem
	----- $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ -----	
AF	0,70 b*	11,55 a
GR	0,53 b	9,74 b
RÇ	1,95 a	9,72 b
TR	0,61 b	5,82 c
HP	0,54 b	5,00 c
HR	0,40 b	4,68 c
CM	0,62 b	5,93 c
SC	0,61 b	5,96 c
BR	0,59 b	6,33 c

* Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas colunas não diferem entre si, a 5%, pelo teste de Scott-Knott. Médias referentes a três repetições

4 CONCLUSÕES

1. Dentre os métodos de controle das plantas invasoras estudados, a utilização da roçadora propiciou as melhores condições químicas do solo, tanto da camada superficial como da subsuperficial.

2. A utilização de herbicida de pré-emergência, que mantém a superfície do solo desprovida de cobertura vegetal, influenciou negativamente os atributos químicos do solo, pelo aumento da acidez e a redução dos cátions do complexo sortivo.

3. O capim-braquiária apresentou maior eficiência que o amendoim-forrageiro no manejo da frente alcalina, cujos reflexos foram observados tanto na camada superficial como subsuperficial.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, E. N.; FERREIRA, M. M. Efeitos de métodos de controle de plantas daninhas sobre a produção de cafeeiros instalados em Latossolo Roxo distrófico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, p. 54-61, 2000a.

ALCÂNTARA, E. N.; FERREIRA, M. M. Efeitos de métodos de controle de plantas daninhas na cultura do cafeeiro (*Coffea arábica* L.) sobre a qualidade física do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 24, p. 711-721, 2000b.

ALCÂNTARA, E. N.; NÓBREGA, J. C. A.; FERREIRA, M. M.
Métodos de controle de plantas daninhas no cafeeiro afetam os atributos químicos do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, p. 749-757, 2009.

ALCANTARA, E. N.; NOBREGA, J. C. A.; FERREIRA, M. M.
Métodos de controle de plantas invasoras na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) e componentes da acidez do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 31, p. 1525-1533, 2007.

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; FERNANDES, S. B. V.
Leguminosas e adubação mineral como fontes de nitrogênio para o milho em sistemas de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 24, p. 179-189, 2000.

ARAÚJO-JUNIOR, C. F. et al. Alterações nos atributos químicos de um latossolo pelo manejo de plantas invasoras em cafeeiros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 35, p. 2207-2217, 2011.

BAYER, C; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A. et al. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 7-18.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normas climatológicas 1961-1990**. Brasília, 1992. 84 p. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO.

Acompanhamento da safra brasileira: café 2013, segunda estimativa.
Disponível em: <www.conab.gov.br>. Acesso em: 1 jan. 2013.

DIEHL, C. R.; MIYAZAWA, M.; TAKAHASHI, H. W. Compostos orgânicos hidrossolúveis de resíduos vegetais e seus efeitos nos atributos químicos do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 32, p. 2653-2659, 2008.

EFFGEN, T. A. M. et al. Atributos químicos do solo e produtividade de lavouras de cafeeiro conilon submetidas a diferentes tratos culturais no sul do estado do Espírito Santo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, p. 7-18, 2008.

FERREIRA, D. F. **SISVAR versão 4.3**: (Build 45). Lavras: UFLA/DEX, 2005.

SILVA, F. C. da. (Coord.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 370p.

FAVERO, C. et al. Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 24, p. 171-177, 2000.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas**: plantio direto e convencional. 6. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2006. 672 p.

MEDA, A. R. et al. Plantas invasoras para melhorar a eficiência da calagem na correção da acidez subsuperficial do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 26, p. 647-654, 2002.

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. (Eds.). **Fundamentos**

da matéria orgânica do solo. **Ecosistemas tropicais e subtropicais**.
Porto Alegre: Gênese, 1999. p.1-8.

PAVAN, M. A.; VIEIRA, M. J.; ANDROCIOLI FILHO, A. Influência do manejo das plantas daninhas em lavoura cafeeira na capacidade de troca de cátions e cátions trocáveis em solo com cargas variáveis. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 38, p. 305-311, 1995.

PEREIRA, M. G. et al. Carbono, matéria orgânica leve e fósforo remanescente em diferentes sistemas de manejo do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, p. 508-514, 2010.

ARTIGO 3 - RETENÇÃO DE ÁGUA E ÍNDICES DE UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO SUBMETIDO A MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS INVASORAS NA CULTURA DO CAFÉ¹

Raphael Henrique da Silva Siqueira², Mozart Martins Ferreira³, Elifas Nunes Alcântara⁴, Bruno Montoani Silva² & Raphael Comanducci Silva⁶

¹Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Caixa Postal 3037, CEP 37200-000, Lavras (MG).

² Estudante do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras (MG). Bolsistas CNPq. E-mail: raphael_manajosolo@hotmail.com e brunoms3@yahoo.com.br

³ Professor do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Caixa Postal 3037, CEP 37200-000, Lavras (MG). E-mail: mozartmf@dcs.ufla.br

⁴ Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Campus Universitário, Universidade Federal de Lavras (UFLA), CP 176, CEP 37200-000, Lavras (MG). E-mail: elifas@epamig.ufla.br

⁵ Estudante de Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras (MG). Bolsista atividade UFLA. E-mail: raphael.comanducci@gmail.com

RESUMO

Sistemas de manejo do solo, ou práticas agrícolas adotadas em áreas de cultivo, como o controle de plantas daninhas, influenciam atributos físicos do solo, com reflexos na sua qualidade estrutural. Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar, por meio da curva de retenção e do índice S obtido a partir desta, a qualidade física de um Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) cultivado com cafeeiros, submetido a diferentes métodos de controle de plantas invasoras. Os métodos de controle de plantas invasoras avaliados foram: manutenção do solo coberto com amendoim-forrageiro (*Arachis pintoi* L.) e capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*), utilização de grade, roçadora, trincha, capina manual, herbicida de pós-emergência, herbicida de pré-emergência, e ausência de controle, mantendo a entrelinha sem capina. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, perfazendo um fatorial 9x2x3, referente a nove métodos, duas profundidades (0-15 e 15-30 cm) e três repetições. Por meio de amostras indeformadas foram determinados os seguintes atributos físicos: densidade do solo (Ds), volume total de poros (VTP), macroporosidade (Macro) e microporosidade (Micro). A retenção de água foi avaliada nas tensões de -2, -4, -6, -10, -33, -100, -500 e -1.500 kPa e, após os ajustes das curvas, foram calculados os valores de índice S para os tratamentos. Observou-se que os métodos de controle das plantas invasoras não afetaram significativamente os atributos físicos e a retenção de água das camadas superficial e subsuperficial do solo. Os atributos indicadores da qualidade física do solo correlacionaram-se significativamente com o índice S. Considerando os valores de índice S encontrados, os métodos de controle das plantas invasoras não comprometeram a qualidade física do solo.

Palavras-chave: Manejo de daninhas. Qualidade do solo. Água do solo.

ABSTRACT

Systems of soil management and farming practices adopted in growing areas such as weed control influence soil physical properties, reflected in its structural quality. The aim of this study was to evaluate by retention curve and the *S* obtained from this, the physical quality of an Oxisol (LVA) cultivated with coffee, subjected to different methods of weed control. Methods of weed control were: maintenance of soil covered with peanut (*Arachis pintoi* L.) and grass (*Brachiaria decumbens*), use of the grid, brushcutter, brush, weeding, herbicide post-emergence herbicide pre-emergence, and lack of control, keeping the spacing without weeding. The experimental design was a randomized block in a split-plot, making a 9x2x3 factorial, referring to the nine methods, two depths (0-15 & 15 - 30 cm) and three replications. Through soil samples were determined following physical attributes: soil bulk density (BD), total pore volume (VTP), macro (Macro) and micro (Micro). Water retention was measured at voltages of -2, -4, -6, -10, -33, -100, -500 and -1500 kPa and after adjusting curves were calculated index values for the *S* treatments . It was observed that the methods of controlling invasive plants did not significantly affect the physical attributes and water retention layers of surface and subsurface soil. Attributes physical quality indicators of soil significantly correlated with the index *S*. Considering the values of the *S* found, methods of controlling invasive plants did not affect the soil physical quality.

Keywords: Management of weeds. Soil quality. Soil water.

1 INTRODUÇÃO

A utilização de diferentes sistemas de manejos, assim como o controle de plantas invasoras na cultura do café, influencia características físicas, químicas e biológicas do solo, conforme demonstrado por Alcântara, Nobrega e Ferreira (2007), Pais et al. (2011), Araujo-Junior (2011) e Melloni et al. (2013). De modo geral, tais sistemas devem contribuir para a melhoria ou a manutenção da qualidade física do solo e do ambiente, e também para produtividades satisfatórias das culturas a longo prazo (COSTA et al., 2003). Alcântara e Ferreira (2000) demonstraram que diferentes métodos de controle de plantas daninhas no cafeeiro influenciaram a qualidade física do solo, sendo essa influência mais expressiva na camada mais superficial.

De acordo com Dexter (2004), a qualidade física do solo se manifesta de várias maneiras e a má qualidade física tem como causa comum a degradação da estrutura do solo. Do ponto de vista da física do solo, estrutura refere-se ao arranjo e à disposição das partículas que compõem a massa de terra, formando um sistema poroso. Assim sendo, de acordo com Ferreira (2010), a estrutura constitui um atributo de natureza dinâmica, pois qualquer alteração do espaço poroso determinará mudança no comportamento dos processos que ocorrem dentro do solo.

Os impactos do uso e manejo do solo têm sido quantificados de acordo com atributos físicos que levam em conta sua estabilidade estrutural e forma. Os atributos mais usualmente utilizados para a caracterização de um solo, fisicamente, são estabilidade de agregados, porosidade e densidade do solo (ARATANI et al., 2009)

A utilização do índice S como um parâmetro para a avaliação da qualidade física do solo foi proposto por Dexter (2004). O valor do índice S é dependente do traçado da curva característica de retenção de água e representa a declividade no seu ponto de inflexão. De acordo com essa proposição, o autor sugeriu que $S = 0,035$ seja o valor limítrofe entre solos com boa e pobre qualidade estrutural.

O índice S foi avaliado por Andrade & Stone (2009) como indicador da qualidade física de solos do cerrado brasileiro, e de acordo com esses autores, o índice S constitui um indicador adequado da qualidade física de solos de cerrado. O valor limite de $S = 0,045$ mostrou-se adequado à divisão entre solo de boa qualidade estrutural e solo com tendências a se tornar degradado. A utilização do índice S para a avaliação da qualidade física tem sido reportada em vários estudos (TORMENA et al., 2008; STRECK et al., 2008; BEUTLER et al., 2008; PEREIRA et al., 2010; CAVALIERI et al., 2011; CALONEGO; ROSOLEM, 2011; MOTA et al., 2012; SILVA et al., 2012).

Diante das considerações apresentadas e considerando a relevância da informação para a cafeicultura nacional, busca-se, com o presente estudo, avaliar a retenção de água e o índice S de um Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado com café, submetido a diferentes métodos de controle de plantas invasoras.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado na Fazenda Experimental Dr. Sílvio Menicucci, pertencente à EPAMIG, localizada no município de Lavras, MG (45° 06' 43,8" W e 21° 21' 12" S). A precipitação média anual é de 1.511 mm e a umidade relativa média, de 76,2% (BRASIL, 1992). De acordo com a classificação climática de Köppen, a região tem clima do tipo Cwa, caracterizado por ser subtropical com inverno seco e chuvas predominantes de verão. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (LVAd), textura argilosa, cujas caracterizações química e física encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 Caracterização física e química das camadas de 0-15 e 15-30 cm do Latossolo Vermelho-Amarelo em estudo

Camada (cm)	pH	K	P	Ca	Mg	Al	SB	T	V
		---mg dm ⁻³ ---			-----cmol _c dm ⁻³ -----				(%)
0 – 15	5,96	176,45	0,65	1,31	0,88	0,15	2,64	2,79	43,53
15 – 30	5,86	120,99	0,56	0,64	0,47	0,28	1,42	1,70	25,08
Camada (cm)	MO	Fração							
		Areia	Silte	Argila					
	dag kg ⁻¹	-----g kg ⁻¹ -----							
0 – 15	3,59	130	330	540					
15 – 30	3,29	110	360	530					

A instalação do experimento ocorreu em janeiro de 2005 e a cultivar de café plantada foi a IAC Catuaí 99. Adotou-se o espaçamento entre plantas de 0,8 m e o das entrelinhas, de 3,5 m. Os diversos métodos de controle das invasoras (Tabela 2) foram dispostos em faixas, para facilitar as operações de campo.

Tabela 2 Métodos de controle de plantas invasoras em Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado com café no município de Lavras, MG

Método de Controle	Identificação
Amendoim-forrageiro (<i>Arachis pintoi</i> L.)	AF
Grade	GR
Roçadora	RÇ
Trincha	TR
Herbicida pós-emergência	HP
Herbicida pré-emergência	HR
Capina manual	CM
Sem capina	SC
Capim-braquiária (<i>Brachiaria decumbens</i>)	BR

Em cada faixa com cerca de 144 m de comprimento, foram aleatorizadas três parcelas de 48 m, contendo, cada uma, 60 covas de café. Cada método de controle foi aplicado em duas faixas adjacentes, de modo que uma delas teve a função de bordadura dos tratamentos. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, constituindo um fatorial 9x2x3, sendo, respectivamente, nove métodos de controle de invasoras duas profundidades e três repetições. Por ocasião da instalação da lavoura cafeeira, foram aplicados, nos sulcos de plantio, o equivalente a 3 t ha⁻¹ de gesso agrícola, 500 kg ha⁻¹ de NPK na formulação 20-5-20, além 300 g/cova de superfosfato simples. As operações de controle das plantas invasoras foram efetuadas sempre que se observava 90% da “rua” coberta pelas plantas invasoras e/ou essas apresentavam cerca de 0,45 m de altura. No controle químico, os herbicidas utilizados foram o glyphosate, como herbicida de pós-emergência e o oxyfluorfen, como herbicida de pré-emergência, ambos aplicados na dose de 3 L ha⁻¹, em 300 L de água.

As principais espécies de plantas invasoras observadas na área experimental são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 Principais espécies de plantas invasoras presentes na área experimental, classificadas de acordo com Lorenzi (2006)

Nome científico	Nome popular
<i>Brachiaria decumbens</i> Stapff.	Capim-braquiária
<i>Bidens pilosa</i> L.	Picão-preto
<i>Portulaca oleracea</i> L.	Beldroega
<i>Vernonia</i> spp.	Assa-peixe
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	Alecrim-do-campo
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist.	Buva
<i>Sida rhombifolia</i> L.	Vassoura
<i>Sida glaziovii</i> K. Schum.	Vassoura-branca
<i>Pennisetum purpureum</i> Schum.	Capim-napier
<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	Capim-colchão
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Caruru-bravo
<i>Spermacoce latifolia</i> Aubl.	Erva-quente
<i>Sida cordifolia</i> L.	Guanxuma-branca
<i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde.	Capim-amargoso

Foram utilizadas amostras indeformadas, coletadas com amostrador tipo Uhland, com anéis de dimensões médias de 4,89 cm de diâmetro e 2,65 cm de altura, dos nove tratamentos, para a determinação dos atributos físicos do solo e a obtenção das curvas de retenção de água (CRA).

A densidade do solo (D_s) foi determinada pelo método do anel volumétrico e a densidade de partículas (D_p), pelo método do balão volumétrico (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, EMBRAPA, 1997). O volume total de poros (VTP) foi calculado pela expressão: $VTP = (1 - D_s/D_p) \times 100$. A microporosidade

(Micro) foi determinada na unidade de sucção, considerando-a equivalente ao conteúdo de água da amostra na tensão de -6 kPa (Oliveira, 1968) e a macroporosidade (Macro), pela diferença entre VTP e Micro. Na avaliação da retenção de água, as amostras indeformadas foram previamente saturadas (0 kPa) e, posteriormente, submetidas às tensões correspondentes a -2, -4, -6, -10 kPa, utilizando-se a unidade de sucção e às tensões de -33, -100, -500 e -1.500 kPa, utilizando-se o extrator de Richards (EMBRAPA, 1997).

As CRAs foram obtidas plotando-se os valores da umidade volumétrica (θ) em função da tensão da água no solo (kPa), utilizando-se o software Microsoft Excel 2007 e foram ajustadas equações não lineares utilizando o software RTEC (GENUCHTEN et al., 2009), por meio do modelo proposto por Van Genuchten (1980), com restrição de Mualem [$m = 1 - (1/n)$].

Os valores de índice S foram calculados à base de volume, de acordo com (SILVA, 2008), e calculados a partir da seguinte equação:

$$S = -n(\theta_{sat} - \theta_{res}) \cdot \left[1 + \frac{1}{m}\right]^{-(1+m)}$$

em que

S = valor da inclinação da CRA no seu ponto de inflexão;

θ_r = conteúdo de água residual ($m^3 m^{-3}$);

θ_s = conteúdo de água saturado ($m^3 m^{-3}$);

m e n=parâmetros empíricos da equação.

Os resultados da caracterização física e da retenção de água foram submetidos à análise de variância e as comparações das médias foram realizadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Para ambos os procedimentos, utilizou-se o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2003). Também foram feitas análises de correlações entre as variáveis estudadas com a utilização do software SigmaPlot (SIGMAPLOT, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4 apresentam-se os resultados das avaliações dos atributos físicos das camadas de 0-15 e 15-30 cm das parcelas submetidas aos diferentes métodos de controle das plantas invasoras. Verifica-se, inicialmente, que só foram encontradas diferenças significativas entre os atributos físicos do solo na camada de 15-30 cm, embora esse aspecto não indique que os métodos tenham afetado negativamente a qualidade física do solo dessa camada, conforme constatação de Alcântara e Ferreira (2000).

Com exceção da parcela mantida coberta com capim-braquiária, todos os atributos da camada de 15-30 cm apresentaram valores muito próximos e inferiores àqueles encontrados na camada 0-15 cm. No caso específico da parcela com braquiária, ocorreram, na camada de 15-30 cm, elevação no valor de D_s , reduções nos valores de VTP e Macro, além de elevação no valor de Micro.

Em estudo realizado por Pragana et al. (2012), para avaliar diferenças dos atributos físicos em sistemas de plantio direto e convencional em

Latossolo Amarelo distrófico típico, foram encontrados maiores valores absolutos de Ds em solos com menor revolvimento (plantio direto), em relação a solos submetidos ao plantio convencional.

Tabela 4 Densidade do solo (Ds), volume total de poros (VTP), macroporosidade (Macro) e microporosidade (Micro) de um Latossolo Vermelho-Amarelo submetido a métodos de controle de plantas invasoras, na cultura do café

Métodos de controle de invasoras	Ds	VTP	Macro	Micro
	--Mg m ⁻³ --	-----m ³ m ⁻³ -----		
	Profundidade 0 – 15cm			
AF	1,11 a*	0,58 a	0,21 a	0,37 a
GR	1,13 a	0,58 a	0,20 a	0,38 a
RÇ	1,14 a	0,57 a	0,20 a	0,37 a
TR	1,12 a	0,58 a	0,21 a	0,37 a
HP	1,08 a	0,60 a	0,24 a	0,36 a
HR	1,11 a	0,58 a	0,19 a	0,39 a
CM	1,12 a	0,57 a	0,19 a	0,38 a
SC	1,16 a	0,56 a	0,16 a	0,40 a
BR	1,15 a	0,56 a	0,18 a	0,38 a
	Profundidade 15 – 30cm			
AF	1,14 b	0,57 b	0,20 b	0,37 b
GR	1,13 b	0,58 b	0,20 b	0,38 b
RÇ	1,07 c	0,60 b	0,23 b	0,37 b
TR	1,01 d	0,63 a	0,27 a	0,36 b
HP	0,94 d	0,64 a	0,30 a	0,34 b
HR	1,05 c	0,60 b	0,24 b	0,36 b
CM	1,05 c	0,60 b	0,25 b	0,35 b
SC	1,05 c	0,60 b	0,25 b	0,35 b
BR	1,30 a	0,51 c	0,09 c	0,42 a

* Médias seguidas da mesma letra nas colunas, dentro de cada profundidade, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade. Médias referentes a três repetições

Carmo et al. (2011), avaliando o efeito de diferentes sistemas de cultivo do café em alguns atributos físicos do solo, observaram menores valores de densidade para mata nativa e lavoura cafeeira sem

mecanização, enquanto lavoura adensada e lavoura com mecanização apresentaram valores um pouco maiores de D_s porém, não sendo suficientes para serem observadas diferenças significativas. Valores maiores de microporosidade também foram observados por Pereira et al. (2010), também com utilização de uma gramínea, o milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke), em experimento no qual avaliaram a qualidade física de um solo cultivado com milho submetido a culturas de cobertura em pré-safra.

Os resultados da retenção de água em função dos diversos métodos de controle são apresentados na Tabela 5. Semelhantemente ao que ocorreu com os atributos físicos, praticamente só se observaram diferenças na retenção de água envolvendo os diferentes métodos de controle na camada de 15-30 cm de profundidade. O comportamento da curva de retenção de água só não foi igual ao dos atributos físicos porque na camada de 0-15 cm, a partir da tensão 10 kPa, ocorreu maior retenção de água no tratamento mantido sem capina. Esse maior conteúdo de água reflete o maior conteúdo de microporos encontrado nesse tratamento (Tabela 4).

No Gráfico 1A apresentam-se as curvas de retenção da camada de 0-15 cm, ajustadas segundo o modelo de van Genuchten (1980). Conforme comentário anterior, observa-se um pequeno afastamento para cima da curva do tratamento sem capina (SC), a partir de 10 kPa. Na camada de 15-30 cm foram encontrados maiores contrastes nos valores de retenção envolvendo os diferentes métodos de controle. Entretanto, conforme pode ser comprovado no Gráfico 1B, destaca-se, entre os métodos de controle, a parcela mantida coberta com capim-braquiária (BR), por apresentar, em

sua curva de retenção, comportamento semelhante ao padrão encontrado para solos compactados. Com maior valor de D_s e menor valor de VTP (Tabela 4) e, conseqüentemente menor conteúdo de água na saturação (0 kPa) (Tabela 5), a curva de retenção de água da parcela com braquiária se posiciona abaixo das demais até aproximadamente a tensão de 6 kPa. A partir daí, em função da maior microporosidade (Tabela 4) e por apresentar uma menor inflexão, a curva dessa parcela assume posição superior às dos demais métodos de controle.

Avaliando métodos de controle de plantas daninhas na porosidade e na retenção de água no solo, Araujo-Junior et al. (2011) observaram resultados diferentes dos aqui apresentados, uma vez que, nas camadas mais profundas, não foram observados, pelos autores, grandes diferenças no conteúdo de água, enquanto, na camada superficial, as diferenças observadas foram maiores.

Tabela 5 Retenção de água em diversas tensões aplicadas em um Latossolo Vermelho Amarelo submetido a métodos de controle de plantas invasoras na cultura do café

Método de controle	Tensão (kPa)								
	0	2	4	6	10	33	100	500	1500
-----m ³ m ⁻³ -----									
Profundidade 0-15cm									
AF	0,58a*	0,43a	0,39a	0,37a	0,36b	0,25b	0,23b	0,21b	0,20b
GR	0,58a	0,44a	0,39a	0,38a	0,36b	0,25b	0,24b	0,22b	0,21b
RÇ	0,57a	0,44a	0,40a	0,37a	0,37b	0,26b	0,24b	0,22b	0,21b
TR	0,58a	0,45a	0,40a	0,37a	0,37b	0,25b	0,24b	0,22b	0,21b
HP	0,60a	0,43a	0,39a	0,36a	0,34b	0,23b	0,22b	0,20b	0,19b
HR	0,58a	0,46a	0,41a	0,39a	0,37b	0,27b	0,25b	0,23b	0,21b
CM	0,57a	0,45a	0,41a	0,38a	0,37b	0,26b	0,24b	0,23b	0,21b
SC	0,56a	0,48a	0,45a	0,40a	0,41a	0,30a	0,29a	0,27a	0,25a
BR	0,56a	0,46a	0,41a	0,38a	0,38a	0,27b	0,25b	0,23b	0,21b
Profundidade 15-30cm									
AF	0,57b	0,43a	0,39b	0,37b	0,36b	0,25b	0,24b	0,22b	0,20b
GR	0,58b	0,42a	0,39b	0,38b	0,36b	0,26b	0,24b	0,22b	0,21b
RÇ	0,60b	0,45a	0,40b	0,37b	0,36b	0,24b	0,22c	0,20b	0,19b
TR	0,63a	0,44a	0,38b	0,36b	0,34b	0,22b	0,21c	0,19c	0,17c
HP	0,64a	0,43a	0,37b	0,34b	0,33b	0,20b	0,19c	0,17c	0,16c
HR	0,60b	0,42a	0,38b	0,36b	0,35b	0,23b	0,22c	0,20b	0,19b
CM	0,60b	0,43a	0,38b	0,35b	0,35b	0,24b	0,23b	0,21b	0,20b
SC	0,60b	0,38b	0,35b	0,35b	0,36b	0,25b	0,24b	0,22b	0,20b
BR	0,51c	0,46a	0,44a	0,42a	0,41a	0,31a	0,29a	0,27a	0,25a

* Médias seguidas da mesma letra nas colunas, dentro de cada profundidade, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade. Médias referentes a três repetições

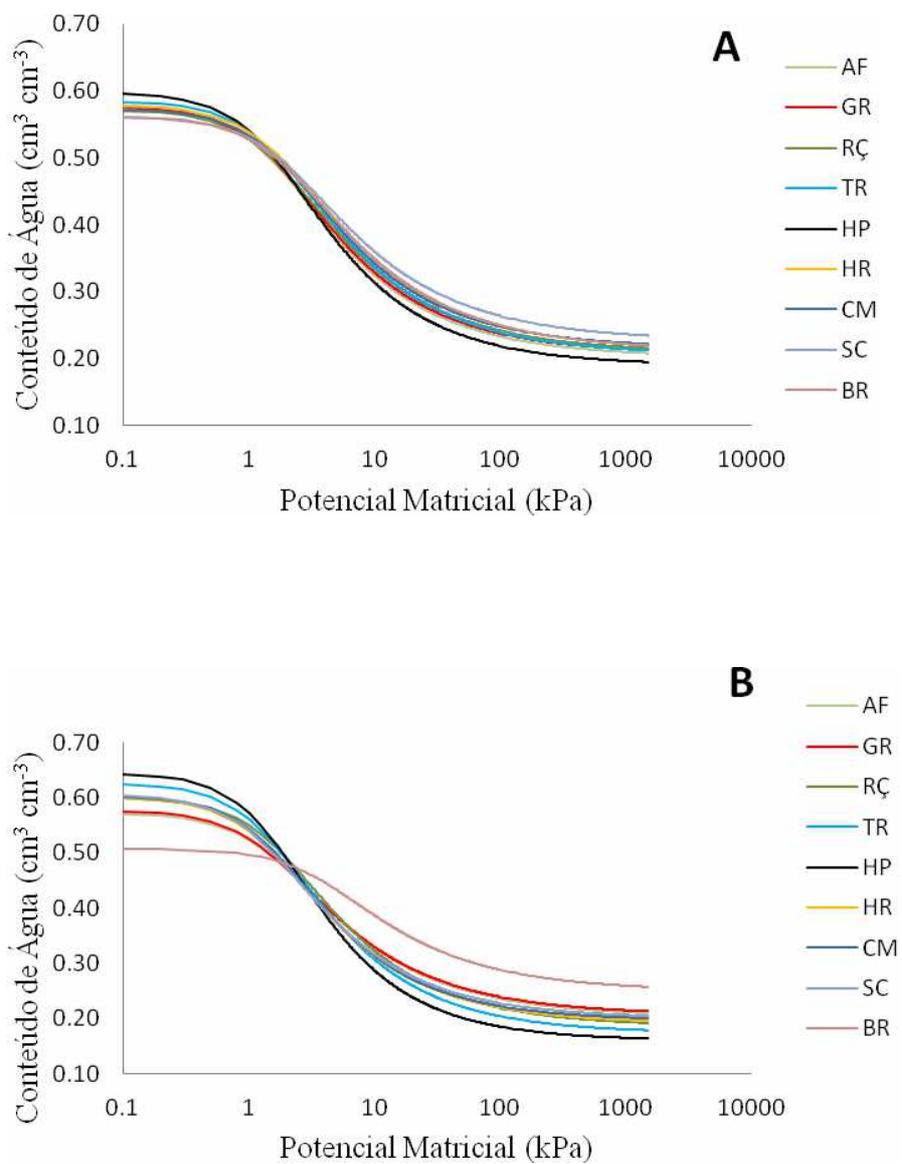


Gráfico 1 Curvas de retenção de água das camadas 0-15cm (A) e 15-30cm (B) de um Latossolo Vermelho-Amarelo submetido a métodos de controle de plantas invasoras na cultura do café

Na Tabela 6 expressam-se os valores de índices S das camadas de 0-15 e 15-30 cm das parcelas submetidas aos diferentes métodos de controle de plantas invasoras. Observa-se que, na camada de 0-15 cm, os valores de índices S dos métodos de controle não diferiram estatisticamente entre si. Diferenças significativas entre os valores do índice S foram observadas apenas na camada de 15-30 cm.

Estes resultados estatísticos corroboram aqueles encontrados nas avaliações dos atributos físicos e da retenção de água, discutidos anteriormente. O maior valor para o índice S (0,148) foi encontrado quando o controle das invasoras foi realizado com herbicida de pós-emergência (HP), enquanto o menor valor (0,071) foi encontrado na parcela com braquiária. Esses valores superam o valor de 0,035, definido por Dexter (2004a) como limítrofe para a separação de solos com condições físicas favoráveis daqueles com condições desfavoráveis. Valores de índice S de 0,056 a 0,062 apresentaram-se como limitantes para o desenvolvimento de soja e milho, de acordo com Beutler et al. (2008).

Freddi et al. (2009) encontraram correlações positivas da produtividade de híbridos de milho com o índice S. Entretanto, somente a partir do limite de $S \leq 0,035$, que foi estabelecido para uma condição de solo desestruturado, ocorreram perdas acentuadas na produtividade de milho. Andrade; Stone (2009) utilizaram o índice S como indicador da qualidade física de solos do cerrado brasileiro e estabeleceram o valor de $S = 0,045$ como limítrofe para a distinção de solos com boa qualidade estrutural, de solos com tendência à degradação.

Conforme indicado na Tabela 6, todos os valores de índice S encontrados no presente trabalho estão acima do valor estabelecido por Andrade; Stone (2009).

Tabela 6 Índice S um Latossolo Vermelho-Amarelo submetido a diversos métodos de controle de plantas invasoras em cafeeiros

Métodos de controle de Invasoras	Índice S	
	0-15 cm	15-30 cm
Amendoim-forrageiro	0,104a*	0,100c
Grade	0,100a	0,103c
Roçadora	0,103a	0,117b
Trincha	0,103a	0,105c
Herbicida de pós-emergência	0,100a	0,148a
Herbicida de pré-emergência	0,117a	0,120b
Capina manual	0,129a	0,118b
Sem capina	0,129a	0,114b
Capim-braquiária	0,117a	0,071d

* Médias seguidas da mesma letra nas colunas, dentro de cada profundidade, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade. Médias referentes a três repetições.

Densidade do solo, porosidade total, macro e microporosidade são índices utilizados, tradicionalmente, para avaliar a qualidade física e são importantes para qualificar as condições de estruturação dos diferentes solos. Os valores de Ds e Micro correlacionaram-se negativamente com o índice S, enquanto os de VTP e Macro apresentaram correlação positiva (Tabela 7). Esses resultados das correlações refletem a coerência da utilização do índice S na avaliação da qualidade física do solo. Correlações negativas entre Ds e índice S foram também encontradas por Dexter (2004), Andrade; Stone (2009) e Silva et al. (2012).

Tabela 7 Correlações entre o Índice S e atributos físicos das duas camadas de um Latossolo Vermelho-Amarelo submetido a métodos de controle de invasoras na cultura do café

	0-15 cm	15-30 cm
Ds	-0,90**	-0,89**
VTP	0,91**	0,86**
Macro	0,91**	0,88**
Micro	-0,81**	-0,85**

** - Valor P significativo, a 1%, pelo teste de correlação.

4 CONCLUSÕES

1. Os métodos de controle das plantas invasoras afetaram significativamente os atributos físicos e a retenção de água das camadas superficial e subsuperficial do Latossolo Vermelho-Amarelo estudado.

2. Os atributos densidade do solo (Ds), porosidade total (PT), macroporosidade (Macro) e microporosidade (Micro), indicadores da qualidade física do solo, correlacionaram-se significativamente com o índice S.

3. A qualidade física do solo foi classificada como muito boa, para os diversos métodos de controle empregados em Latossolo Vermelho-Amarelo, de acordo com o índice S.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, E. N.; FERREIRA, M. M. Efeitos de métodos de controle de plantas daninhas na cultura do cafeeiro (*Coffea arábica* L.) sobre a qualidade física do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 24, p. 711-721, 2000.

ALCANTARA, E. N.; NOBREGA, J. C. A.; FERREIRA, M. M. Métodos de controle de plantas invasoras na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) e componentes da acidez do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 6, p.1525-1533, 2007.

ANDRADE, R. S.; STONE, L. F. Índice S como indicador da qualidade física de solos do cerrado brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, p. 382-388, 2009.

ARATANI, R. G. et al. Qualidade física de um latossolo vermelho acriférrico sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 33, p. 677-687, 2009.

ARAÚJO-JUNIOR, C. F. et al. Alterações nos atributos químicos de um latossolo pelo manejo de plantas invasoras em cafeeiros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 35, p. 2207-2217, 2011.

BEUTLER, A. N. et al. Densidade do solo relativa e parâmetro "S" como indicadores da qualidade física para culturas anuais. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 8, p. 27-36, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normas climatológicas 1961-1990**. Brasília, 1992. 84 p.

CALONEGO, J. C.; ROSOLEM, C. A. Soil water retention and s index after crop rotation and chiseling. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 35, p. 1927-1937, 2011.

CARMO, D. L. et al. Propriedades físicas de um latossolo vermelho-amarelo cultivado com cafeeiro em três sistemas de manejo no sul de minas gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 35, p. 991-998, 2011.

CAVALIERI, K. M. V. et al. Qualidade física de três solos sob colheita mecanizada de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 35, p. 1541-1550, 2011.

COSTA, F. S. et al. Propriedades físicas de um latossolo bruno afetadas pelos sistemas plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, p. 527-535, 2003.

DEXTER, A. R. Soil physical quality. Part 1. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. **Geoderma**, Amsterdam, v. 120, p. 201-214, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. ver. atual. Rio de Janeiro: SCNLS, 1997. p. 27-36.

FERREIRA, D. **SISVAR software**: versão 4.6. Lavras: UFLA/DEX, 2003. Software.

FERREIRA, M. M. Caracterização física do solo. In: LIER, Q. de J. van. (Ed.). **Física do solo**. 1. ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. p. 1-27.

FREDDI, O. S. et al. Compactação do solo e produção de cultivares de milho em Latossolo Vermelho. I- Características de planta, solo e índice

S. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 33, p. 793-803, 2009.

GENUCHTEN, M. T. van. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soil. **Soil Science Society of America Journal**, Kansas, v. 44, p. 892–898, 1980.

GENUCHTEN, M. T. van. et al. **RETC version 6.02**. 2009. Disponível em: <<http://www.pc-progress.com/en/Default.aspx?retc-downloads>>. Acesso em: 6 jan. 2013.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas**: plantio direto e convencional. 6. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2006. 672 p.

MELLONI, R. et al. Métodos de controle de plantas daninhas e seus impactos na qualidade microbiana de solo sob cafeeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 37, p. 66-75, 2013.

MOTA, F. O. B. et al. Physical quality of an oxisol under different uses. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 36, p. 1828-1835, 2012.

OLIVEIRA, L. B. Determinação da macro e microporosidade pela “mesa de tensão” em amostras de solo com estrutura indeformada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 3, p. 197-200, 1968.

PAIS, P. S. M. et al. Compactação cuasada pelo manejo de plantas invasoras em Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado com cafeeiros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 35, p. 1949-1957, 2011.

PEREIRA, F. S. et al. Physical quality of an oxisol cultivated with maize submitted to cover crops in the precropping period. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 34, p. 211-218, 2010.

PRAGANA, R. B. et al. Qualidade física de latossolos amarelos sob plantio direto na região do cerrado piauiense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 36, p. 1591-1600, 2012.

SIGMAPLOT. **Sigmaplot for Windows, version 12**. Systat Software, 2011.

SILVA, B. M. et al. Índice S no diagnóstico da qualidade estrutural de um Latossolo muito argiloso sob manejo intensivo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, p. 338-345, 2012.

SILVA, F. F. et al. Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho cultivado no sistema plantio direto. **Irriga**, v. 13, p. 191-204, 2008.

STRECK, C. A. et al. Relações do parâmetro S para algumas propriedades físicas de solos do sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, p. 2603-2612, 2008.

TORMENA, C. A. et al. Quantification of the soil physical quality of a tropical Oxisol using the S index. **Scientia Agricola**, v. 65, p. 56-60, 2008.

SILVA, B. M.; OLIVEIRA, G. C; SERAFIM, M. E; SILVA, E. A. & OLIVEIRA, L. M. Índice S no diagnóstico da qualidade estrutural de um

Latossolo muito argiloso sob manejo intensivo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, p. 338-345, 2012.

STRECK, C. A.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. & HORN, R. Relações do parâmetro S para algumas propriedades físicas de solos do sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 2603-2612, 2008.

TORMENA, C. A.; SILVA, A. P.; IMHOFF, S.C. & DEXTER, A. R. Quantification of the soil physical quality of a tropical Oxisol using the S index. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, p. 56-60, 2008.

van Genuchten. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soil. **Soil Science Society of America Journal**, Kansas, v. 44, p. 892–898, 1980.

van GENUCHTEN, M.T.; SIMUNEK, J.; LEIJ, F.J. & SEJNA, M. **RETIC version 6.02**. Disponível em: <<http://www.pc-progress.com/en/Default.aspx?retc-downloads>>. Acesso em 6 jan. 2013.