

ATRIBUTOS QUÍMICOS DE UM LATOSSOLO SUBMETIDO A DIFERENTES CONTROLES DE PLANTAS INVASORAS EM CAFEEIROS

Raphael Henrique da Silva Siqueira¹, Mozart Martins Ferreira²,
Elifas Nunes de Alcântara³, Raphael Comanducci da Silva Carvalho⁴

(Recebido: 03 de abril de 2014; aceito: 17 de outubro de 2014)

RESUMO: Na cafeicultura, o controle inadequado das plantas invasoras pode degradar o solo, devendo então ser utilizados manejos que contribuam para a melhoria da qualidade física, química e biológica do solo. Objetivou-se, neste trabalho, avaliar a influência de diferentes métodos de controle de plantas invasoras sobre alguns atributos químicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA), cultivado com café. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema de faixas, perfazendo um fatorial 9x2, sendo nove métodos de controle e duas profundidades de solo (0-15 e 15-30 cm) com três repetições. Os métodos de controle avaliados foram: manutenção da cobertura do solo com amendoim-forrageiro (*Arachis pintoi* L.) e capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf), 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, cátions trocáveis do complexo sortivo, soma de bases, saturação por bases, saturação por alumínio, capacidade de troca de cátions efetiva, capacidade de troca de cátions potencial, matéria orgânica do solo, fósforo total e fósforo remanescente. Dentre os métodos de controle das plantas invasoras estudados, a utilização da roçadora propiciou as melhores condições químicas do solo, nas duas camadas avaliadas. O herbicida de pré-emergência manteve a superfície do solo desprovida de cobertura vegetal, o que 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, embora esse último tenha sido mais eficiente na ciclagem do fósforo.

Termos para indexação: Manejo cultural, qualidade do solo, química do solo.

CHEMICAL ATTRIBUTES OF AN OXISOL SUBMITTED TO WEED CONTROL IN COFFEE

ABSTRACT: In coffee culture, the inadequate control of invasive plants can degrade the soil used then managements practices to contribute to the improvement of quality physical, chemical and biological of the soil. Should be used the aim of this work were evaluated the influence of various weed control methods on some chemical properties of a Red-Yellow Latosol (RYL) cultivated with coffee. The experimental design was randomized block with strip plots, making a 9x2 factorial, nine control methods and two layers (0-15 and 15-30 cm) and three replications. The control methods evaluated were: maintenance of soil cover with forrage peanut (*Arachis pintoi* L.) and Signal grass (*Brachiaria decumbens*), use of disk harrow, mower, agricultural brush, manual hoe, post-emergence herbicide, pre-emergence herbicide and no weeding treatment. The following chemical analyzes were performed: pH, exchangeable cations of sorption complex, sum of bases, base saturation, aluminum saturation, effective cation exchange capacity, potential cation exchange capacity, soil organic matter, total phosphorus and remanent phosphorus. Among the weed control methods studied, the use of mower provided the best soil chemical characteristics at the two layers evaluated. The pre-emergence herbicide remained the surface of the soil devoid cover, wich negatively influenced the soil chemical attributes, by increasing the acidity and reduced cations of the sorption complex. The Signal grass showed higher efficiency than the forrage peanut in the management of alkaline front, although the latter was more efficient in phosphorus cycling.

Index terms: Crop management, soil quality, soil chemistry.

1 INTRODUÇÃO

O controle de espécies invasoras é uma prática de manejo necessária para evitar perda de produção. Práticas inadequadas de manejo levam à degradação do solo e da qualidade ambiental, devendo então ser utilizadas práticas que possam contribuir para a melhoria da qualidade física, química e biológica do solo (ALCÂNTARA; FERREIRA, 2000; ALCÂNTARA; NOBREGA;

FERREIRA, 2007; PAPINI et al., 2011).

Em um estudo sobre controle de plantas invasoras no cafeeiro, observou-se que a qualidade do solo foi diretamente correlacionada com o teor de matéria orgânica (MO) (ALCÂNTARA; FERREIRA, 2000). Portanto, entende-se que o manejo correto das invasoras dentro das lavouras cafeeiras deve considerar a capacidade do método em manter e, ou, aumentar os teores de MO. Segundo Lourente et al. (2011), a manutenção

^{1,2}Universidade Federal de Lavras/UFLA - Departamento de Ciência do Solo/DCS - Cx. P. 3037- 37.200-000 - Lavras - MG - raphael_manjosolo@hotmail.com, mozartmf@des.ufla.br

³Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais/EPAMIG - Cx. P. 176 - 37.200-000 - Lavras - MG - elifas@epamig.ufla.br

⁴Universidade Federal de Lavras/UFLA - Departamento de Engenharia /DEG - Cx. P. 3037- 37.200-000 - Lavras - MG raphael.comanducci@gmail.com

dos resíduos na superfície além de suprimir as invasoras, proporciona ambiente mais adequado para o cultivo, pois a MO influencia positivamente inúmeros atributos do solo.

O efeito de diferentes métodos de controle de plantas invasoras, em cafezal sob a qualidade microbiana do solo foi estudado por Melloni et al. (2013), que observaram impactos intermediários na microbiota do solo com roçadora, grade, sem capina e herbicida de pré-emergência, e maior impacto na microbiota do solo com herbicida de pós-emergência.

Além de práticas manuais, mecanizadas e químicas, tem sido proposto também o controle de espécies espontâneas biologicamente (cobertura vegetal). Em um estudo realizado na cultura do milho, Moraes et al. (2009) verificaram a supressão de espécies invasoras e maior crescimento de plantas de milho com o plantio em cobertura de nabo-forageiro e azevém. Moura et al. (2009) estudaram o efeito da cobertura morta de diferentes leguminosas dispostas em aléias, e concluíram que, quando as aléias permitiram a aplicação de baixa e alta qualidade de resíduos, houve diminuição da ocorrência e agressividade das ervas invasoras, ao mesmo tempo em que ocorreram melhorias na fertilidade do solo.

O efeito de plantas de cobertura nos conteúdos de carbono (C) e nitrogênio (N) em solos do Nordeste brasileiro foi estudado por Xavier et al. (2013), avaliando diferentes sistemas de manejo de plantas invasoras. E estes autores observaram que o uso de grade promoveu altas perdas de C, e a utilização de leguminosas aumentou os estoques de C e N do solo, além de aumentar a eficiência da biomassa microbiana.

Em um estudo sobre a produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado, observou-se potencial de crescimento e acúmulo de nutrientes pelas espécies espontâneas iguais ou superiores aos encontrados para crotalária, milheto e milheto+crotalária (PERIN et al., 2004). De acordo com essa mesma premissa, Meda et al. (2002) demonstraram que as plantas invasoras têm potencial para serem manejadas em solos ácidos, visando à mobilização da frente alcalina da calagem superficial, o que possibilitou a extensão dos seus efeitos para a subsuperfície do solo.

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 carbono orgânico (C) da camada superficial do solo, contribuindo com o aumento e manutenção do estoque de C, em lavouras cafeeiras. Entende-se, portanto, conforme afirmativa de Alcântara, Nobrega e Ferreira (2009), que o manejo correto das plantas invasoras constitui-se numa prática essencial a ser considerada para a sustentabilidade do agronegócio café.

Tendo em vista que o manejo do solo pode causar alterações nos seus diferentes atributos, buscou-se, através 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 estudo foi realizado na Fazenda Experimental Dr. Sílvio Menicucci, pertencente à Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), localizada no município de Lavras, MG (45° 06' 43,8" W e 21° 21' 12" S). Durante o período experimental, a precipitação média anual foi de 1.457 mm, a umidade relativa de 70,7%, a temperatura média de 20,8°C, com mínima e máxima de 15,6°C e 27,7°C, respectivamente. 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 (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2013). As características químicas do solo após correção da área são apresentadas na Tabela 1.

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 no sulco de plantio, para a correção do solo, o equivalente a 3 Mg de gesso agrícola. Por ocasião do plantio, foi feita adubação com NPK (20-5-20) e superfosfato simples, nas dosagens de 30 e 300 g/cova, respectivamente, tendo essas mesmas dosagens sido aplicadas em três adubações suplementares.

Para facilitar as operações de campo, as parcelas experimentais, representadas pelos diferentes métodos de controle das invasoras (Tabela 2), 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 foi de 1,2 ha.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema de faixas, constituindo-se um fatorial 9x2, sendo, respectivamente os fatores, nove métodos de controle de invasoras e duas profundidades, com três repetições.

As operações de controle tiveram início após o plantio das mudas de café, sendo efetuadas quando, aproximadamente, 90% da entrelinha estava coberta pelas plantas invasoras e/ou quando essas apresentavam cerca de 0,45m de altura. No controle químico das invasoras foi utilizado 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 foram classificadas e são apresentadas na Tabela 3.

As amostras de solo foram coletadas nas camadas de 0-15 e 15-30 cm, no centro da entrelinha dos cafeeiros. As amostras foram secas ao ar, passadas em peneira de 2 mm de abertura e, posteriormente, encaminhadas para o Laboratório

de Fertilidade do Solo, do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras. Os seguintes atributos químicos foram determinados, de acordo com a EMBRAPA (2009): 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 e determinados por espectrometria de absorção atômica; Al, extraído por KCl 1 mol L⁻¹ e 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 sendo o K determinado 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 potencial (T) e capacidade de troca de cátions 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 a comparação das médias feitas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, ambos utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2005).

TABELA 1 - Caracterização química do Latossolo Vermelho-Amarelo após correção da área, no município de Lavras, Minas Gerais.

Camada (cm)	pH (H ₂ O)	Ca	Mg	Al	K	SB	m	t	T	V	MOS	P	Prem	
		-----cmol _c dm ⁻³ -----									%	dag kg ⁻¹	mg dm ⁻³	
0-15	5,80	1,50	1,15	0,15	0,27	2,92	5,14	3,07	6,49	45,00	3,37	0,65	10,07	
15-30	5,58	1,32	0,98	0,17	0,27	2,57	6,20	2,74	5,97	43,05	3,27	0,67	9,57	

*pH em água (pH_(H₂O)); cálcio (Ca); magnésio (Mg); alumínio trocável (Al); potássio (K); soma de bases (SB); saturação por alumínio (m); capacidade de troca de cátions efetiva (t); capacidade de troca de cátions potencial (T); saturação por bases (V); matéria orgânica do solo (MOS); fósforo total (P); fósforo remanescente (Prem).

TABELA 2 - Métodos de controle de plantas invasoras em Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado com café, no município de Lavras, Minas Gerais.

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> Stapf)

TABELA 3 - Principais espécies de plantas invasoras presentes na área experimental.

Nome Científico	Nome Popular
<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf	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-nápier
<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

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de variâncias revelaram que, de modo geral, os atributos químicos do solo foram influenciados significativamente pelos métodos de controle de plantas invasoras e, de modo particular, essa influência variou com a camada analisada. Os valores de pH em água e teores dos cátions trocáveis Ca, Mg, Al e K, determinados nas duas profundidades do Latossolo Vermelho-Amarelo, submetidos aos diversos métodos de controle de invasoras, são apresentados na Tabela 4.

Em ambas as camadas, os maiores valores de pH em água foram observados quando a entrelinha de plantio foi mantida coberta com capim-braquiária, enquanto os menores valores

foram encontrados quando foi utilizado herbicida de pré-emergência (Tabela 4). A utilização da roçadora 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, herbicida de pós-emergência e 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.

TABELA 4 - pH em água (pH(H₂O)) e teor de cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al) e potássio (K) em cmolc dm⁻³, de um Latossolo Vermelho-Amarelo submetido a diferentes métodos de controle de plantas invasoras em cafezal.

Método de controle de invasoras	pH _(H₂O)	-----cmol _c dm ⁻³ -----			
		Ca	Mg	Al	K
Camada 0-15cm					
Amendoim Forrageiro	5,45 d	1,24 c	1,06 c	0,15 c	0,40 c
Grade	5,80 c	1,52 b	1,28 b	0,11 c	0,58 a
Roçadora	6,05 b	2,59 a	1,60 a	0,09 c	0,48 b
Trincha	5,45 d	0,93 d	0,71 d	0,23 b	0,41 c
Herbicida de pós-emergência	5,49 d	0,92 d	0,72 d	0,21 b	0,34 d
Herbicida de pré-emergência	4,89 e	0,49 e	0,24 e	0,43 a	0,18 e
Capina Manual	5,57 d	1,20 c	0,97 c	0,19 b	0,40 c
Sem Capina	5,96 b	1,31 c	0,88 d	0,15 c	0,45 c
Capim-Braquiária	6,34 a	1,72 b	1,26 b	0,05 c	0,51 b
Camada 15-30cm					
Amendoim Forrageiro	5,47 d	0,94 b	0,84 b	0,18 c	0,35 b
Grade	5,72 c	0,91 b	0,81 b	0,16 c	0,48 a
Roçadora	5,95 b	1,98 a	1,30 a	0,10 d	0,44 a
Trincha	5,34 e	0,52 c	0,42 c	0,29 b	0,29 b
Herbicida de pós-emergência	5,54 d	0,74 b	0,58 c	0,24 b	0,30 b
Herbicida de pré-emergência	4,71 f	0,30 c	0,20 d	0,45 a	0,14 c
Capina Manual	5,46 d	0,80 b	0,63 c	0,26 b	0,31 b
Sem Capina	5,86 b	0,64 c	0,47 c	0,28 b	0,31 b
Capim-Braquiária	6,34 a	0,90 b	0,73 b	0,09 d	0,47 a
CV métodos (%)	4,56	34,47	33,67	38,78	22,62
CV camadas (%)	0,53	10,90	6,43	13,47	3,87

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas, dentro de cada atributo e camada, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

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 Diehl, Miyazawa e Takahashi (2008), Meda et al. (2002) e Sarno et al. (2004).

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 (Tabela 4). Já os demais métodos de controle condicionaram expressiva variação nos teores desses nutrientes, nas duas camadas

analisadas. Na camada de 0-15 cm teores de Ca e Mg, imediatamente inferiores aos da roçadora, são encontrados no controle das invasoras feito com grade e capim-braquiária, seguidos dos demais métodos de controle. Para a camada de 15-30 cm, os teores de Ca e Mg dos tratamentos com amendoim-forrageiro, grade e capim-braquiária se apresentaram imediatamente inferiores aos teores encontrados com roçadora, porém, superiores aos dos demais tratamentos. O maior teor de K na camada superficial foi encontrado com a utilização da grade, enquanto que na camada subsuperficial os maiores teores foram encontrados onde foram utilizados grade, roçadora e capim-braquiária. O menor teor de K foi encontrado com a utilização

do herbicida de pré-emergência. As parcelas onde o controle foi realizado com amendoim-forrageiro, trincha, herbicida de pós-emergência, capina manual e a parcela mantida sem capina apresentaram, todas, teores intermediários de K. E ainda destaca-se que os maiores teores de Al trocável foram encontrados com a utilização do herbicida de pré-emergência (Tabela 4).

Os maiores teores de nutrientes encontrados com a utilização da roçadora corrobora com os resultados encontrados por Pavan, Vieira e Androcioni Filho (1995). De acordo com esses autores, a manutenção da cobertura do solo por resíduos vegetais 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.

As contribuições do amendoim-forrageiro e do capim-braquiária para a fertilidade do solo foram contrastantes entre si (Tabela 4). A parcela com capim-braquiária, quando comparada com amendoim-forrageiro, apresenta, em ambas as camadas, maiores valores de pH em água e maiores teores de K, além de apresentar maiores teores de Ca e Mg, na camada de 0-15 cm e valores equivalentes desses nutrientes na camada de 15-30 cm. Nessa comparação, o capim-braquiária tende a apresentar maior eficiência na mobilização da frente alcalina no solo, conforme proposição de Meda et al. (2002).

Os maiores valores de soma de bases (SB) foram encontrados na entrelinha cujo controle das invasoras foi realizado com roçadora (Tabela 5).

Os maiores valores de saturação por bases (V) foram encontrados com a utilização da roçadora e capim-braquiária. Como era de se esperar, os menores valores de SB e V e os maiores valores de saturação por alumínio (m) foram encontrados na entrelinha onde o controle das invasoras foi realizado com herbicida de pré-emergência.

Analisando as influências do amendoim-forrageiro e do capim-braquiária, observou-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 encontrados de SB e V, nos demais métodos de controle, foram intermediários (Tabela 5).

No controle das invasoras com herbicida de pré-emergência, o solo fica desprovido de cobertura vegetal; sendo assim, os baixos valores de SB e V e os elevados valores de m poderiam ser atribuídos à presença de um maior processo erosivo do solo e de lixiviação das bases, com consequente maior acidificação do solo nesses locais (EFFGEN et al., 2008). Esse comportamento também foi observado por Silva et al. (2008), quando avaliaram os efeitos do controle de invasoras sobre as características químicas de um Argissolo Vermelho-Amarelo cultivado com milho e algodão e observaram maiores valores de soma de bases nas parcelas mantidas sem controle e parcelas consorciadas com feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), em relação ao controle de invasoras feito com capina.

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, ainda, em ambas as camadas a menor CTC efetiva foi observada na parcela onde foi aplicado herbicida de pré-emergência. Os métodos amendoim-forrageiro e grade apresentaram valores intermediários de CTC potencial nas duas camadas. Ainda para CTC efetiva, os métodos de controle grade e capim-braquiária apresentaram na camada de 0-15 cm valores inferiores ao da roçadora, mas superiores aos demais tratamentos. Na camada de 15-30 cm, além dos métodos grade e capim-braquiária outros três métodos apresentaram comportamento intermediário quanto à CTC efetiva: amendoim-forrageiro, herbicida de pós-emergência e capina manual (Tabela 6). Effgen et al. (2008) avaliaram os atributos químicos de uma lavoura cafeeira submetida a diversos tratamentos culturais, e constataram que o manejo em que a palha de café foi retornada para a lavoura apresentou maior CTC potencial, o que foi atribuído à maior contribuição da matéria orgânica do solo.

Também foram constatadas diferenças entre amendoim-forrageiro e capim-braquiária (controles biológicos), para a T do solo. O capim-braquiária apresentou menores valores para esse atributo em relação ao amendoim-forrageiro. Cardoso et al. (2009), ao avaliarem a qualidade química e física do solo sob vegetação arbórea nativa e pastagens no pantanal sul-mato-grossense, atribuíram a redução na CTC potencial na área de pastagem à menor reciclagem de nutriente nas pastagens, condicionada pelo menor aporte de substratos orgânicos ao solo.

TABELA 5 - Soma de bases (SB, $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), saturação por alumínio (m, $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) e saturação por bases (V, %) de um Latossolo Vermelho-Amarelo, submetido a diferentes métodos de controle de plantas invasoras em cafezal.

Método de controle de invasoras	SB ----- $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ -----	m	V (%)
Camada 0 – 15cm			
Amendoim Forrageiro	2,70 c	5,92 b	39,89 c
Grade	3,37 b	3,26 c	48,71 b
Roçadora	4,67 a	1,95 c	60,35 a
Trincha	2,05 d	11,32 b	33,05 d
Herbicida de pós-emergência	1,98 d	9,97 b	33,05 d
Herbicida de pré-emergência	0,91 e	35,79 a	16,12 e
Capina Manual	2,57 c	8,49 b	40,20 c
Sem Capina	2,64 c	6,96 b	43,53 c
Capim-Braquiária	3,48 b	1,81 c	57,74 a
Camada 15 – 30cm			
Amendoim Forrageiro	2,13 b	9,68 d	33,03 c
Grade	2,20 b	8,21 d	34,18 c
Roçadora	3,72 a	2,77 e	51,54 a
Trincha	1,23 d	20,82 b	21,77 e
Herbicida de pós-emergência	1,62 c	13,05 c	29,00 d
Herbicida de pré-emergência	0,64 e	42,42 a	12,44 f
Capina Manual	1,75 c	15,38 c	30,34 c
Sem Capina	1,42 d	21,89 b	25,08 d
Capim-Braquiária	2,11 b	4,61 e	40,32 b
CV métodos (%)	30,48	52,94	28,93
CV camadas (%)	6,92	22,31	6,08

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas, dentro de cada atributo e camada, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Os maiores teores de MOS nas duas camadas 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 (Tabela 6).

O teor de P-total não apresentou variação entre as camadas amostradas, mas diferiu estatisticamente entre os diferentes métodos de controle das invasoras, enquanto que o teor de P-rem apresentou diferenças tanto entre camadas quanto entre métodos (Tabela 7).

Com relação aos teores de P-total, observa-se que o maior valor foi encontrado quando foi utilizada a roçadora. Em todos os demais métodos, foram encontrados teores equivalentes de P-total (Tabela 7).

Relativamente aos teores de P-rem, na camada superficial (0-15 cm) os maiores teores foram encontrados na presença do amendoim-forrageiro, grade e roçadora. Enquanto que na camada subsuperficial (15-30 cm), o maior teor de P-rem foi com amendoim-forrageiro, e valores intermediários foram encontrados quando o controle das invasoras foi realizado com grade e roçadora, e os menores valores de P-rem foram encontrados nos demais métodos de controle.

A configuração do sistema radicular das plantas é extremamente importante na adaptação dessas nos diferentes ambientes, ocorrendo menor ou maior aquisição de recursos do solo, de acordo com sua morfologia.

TABELA 6 - Capacidade efetiva de troca de cátions (t , $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), capacidade potencial de troca de cátions (T , $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) e teor de matéria orgânica do solo (MOS, dag kg^{-1}) de um Latossolo Vermelho-Amarelo, submetido a diferentes métodos de controle de plantas invasoras em cafezal.

Método de controle de invasoras	t ----- $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ -----	T	MOS dag kg^{-1}
Camada 0-15cm			
Amendoim Forrageiro	2,85 c	6,81 b	3,05 b
Grade	3,49 b	6,91 b	3,07 b
Roçadora	4,76 a	7,71 a	3,26 b
Trincha	2,28 d	6,19 c	3,38 a
Herbicida de pós-emergência	2,19 d	5,90 c	3,37 a
Herbicida de pré-emergência	1,35 e	6,10 c	3,26 b
Capina Manual	2,76 c	6,41 c	3,60 a
Sem Capina	2,79 c	5,97 c	3,59 a
Capim-Braquiária	3,54 b	5,98 c	3,42 a
Camada 15-30cm			
Amendoim Forrageiro	2,31 b	6,55 b	2,89 b
Grade	2,37 b	6,42 b	2,86 b
Roçadora	3,82 a	7,23 a	3,09 b
Trincha	1,52 c	5,64 c	3,25 a
Herbicida de pós-emergência	1,87 b	5,55 c	3,30 a
Herbicida de pré-emergência	1,09 d	5,22 c	2,93 b
Capina Manual	2,00 b	5,77 c	3,51 a
Sem Capina	1,70 c	5,48 c	3,29 a
Capim-Braquiária	2,20 b	5,22 c	3,31 a
CV métodos (%)	25,84	6,95	7,76
CV camadas (%)	5,44	3,25	4,94

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas, dentro de cada atributo e camada, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Lynch (2007) demonstrou que, quando se tem uma distribuição homogênea do fósforo no solo, as raízes mais superficiais exploram maior volume do solo do que raízes mais profundas, porque em sistemas mais rasos as raízes basais apresentam maior dispersão, tendo menor competição por recursos com raízes de outras espécies.

Os elevados valores de P-rem (12,55 e 10,56 mg dm^{-3}), encontrados na parcela com amendoim-forrageiro, chamam a atenção quando comparados aos 6,59 e 6,07 mg dm^{-3} obtidos na parcela com capim-braquiária, respectivamente nas duas camadas (Tabela 7). Na avaliação do carbono, da matéria orgânica leve e do P-rem, em solos

submetidos a diferentes manejos, constatou-se que a manutenção da cobertura vegetal e o aumento da MOS diminuíram a adsorção dos fosfatos (PEREIRA et al., 2010). Os resultados encontrados nesta pesquisa tornam razoável a admissão de que o amendoim-forrageiro contribuiu para uma menor adsorção do P, o que refletiu em uma maior disponibilidade deste elemento. Oliveira et al. (2003), avaliando a decomposição de amendoim-forrageiro e capim-jaraguá em sistemas de monocultura e consórcio, encontraram maiores taxas de liberação de nutrientes, decomposição e maior número de microrganismos quando o amendoim-forrageiro foi adicionado ao capim jaraguá, indicando, portanto, um alto potencial do amendoim-forrageiro na ciclagem de nutrientes.

TABELA 7 - Fósforo total (P-total, $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) e fósforo remanescente (P-rem, $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) de um Latossolo Vermelho-Amarelo, submetido a diferentes métodos de controle de plantas invasoras em cafezal.

Método de controle de invasoras	P-total		P-rem	
	----- mg dm^{-3} -----			
Camada 0-15cm				
Amendoim Forrageiro	0,75 b		12,55 a	
Grade	0,56 b		11,29 a	
Roçadora	2,37 a		11,07 a	
Trincha	0,65 b		6,71 b	
Herbicida de pós-emergência	0,50 b		5,32 b	
Herbicida de pré-emergência	0,40 b		4,79 b	
Capina Manual	0,62 b		6,18 b	
Sem Capina	0,65 b		6,44 b	
Capim-Braquiária	0,59 b		6,59 b	
Camada 15-30cm				
Amendoim Forrageiro	0,65 b		10,56 a	
Grade	0,50 b		8,19 b	
Roçadora	1,52 a		8,38 b	
Trincha	0,56 b		4,94 c	
Herbicida de pós-emergência	0,59 b		4,67 c	
Herbicida de pré-emergência	0,40 b		4,58 c	
Capina Manual	0,63 b		5,67 c	
Sem Capina	0,56 b		5,47 c	
Capim-Braquiária	0,59 b		6,07 c	
CV métodos (%)	25,30		15,48	
CV camadas (%)	26,00		16,53	

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas, dentro de cada camada, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

4 CONCLUSÕES

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

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

O capim-braquiária apresenta maior eficiência que o amendoim-forrageiro no manejo da frente alcalina, embora esse último seja mais eficiente na ciclagem do fósforo.

5 AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de mestrado. Ao DCS/UFLA, pela infraestrutura e apoio técnico na execução das análises. À EPAMIG e FAPEMIG por conceder a área do estudo e pelo auxílio no desenvolvimento do trabalho.

6 REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, E. N.; FERREIRA, M. M. Efeitos de métodos de controle de plantas daninhas na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sobre a qualidade física do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 711-721, out./dez. 2000.

- 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, n. 3, p. 749-757, maio/jun. 2009.
- ALCÂNTARA, 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, nov./dez. 2007.
- ARAUJO-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, v. 35, n. 6, p. 2207-2217, nov./dez. 2011.
- CARDOSO, E. L. et al. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em pastagem cultivada e nativa no Pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 6, p. 631-637, jun. 2009.
- 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**, Viçosa, v. 32, p. 2653-2659, nov./dez. 2008. Número especial.
- 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, n. 2, p. 7-18, abr./jun. 2008.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, 2009. 627 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 2013. 353 p.
- FERREIRA, D. F. **SISVAR**. Versão 4.3 (Build 45). Lavras: UFLA/DEX, 2005.
- LOURENTE, E. R. P. et al. Atributos microbiológicos, químicos e físicos de solo sob diferentes sistemas de manejo e condições de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 20-28, jan./mar. 2011.
- LYNCH, J. P. Turner review n. 14: roots of the second green revolution. **Australian Journal of Botany**, Canberra, v. 55, n. 5, p. 493-512, Aug. 2007.
- 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**, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 647-654, jul./set. 2002.
- 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, v. 37, n. 1, p. 66-75, jan./fev. 2013.
- MORAES, P. V. D. et al. Manejo de plantas de cobertura no controle de plantas espontâneas na cultura do milho. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 289-296, abr./jun. 2009.
- MOURA, E. G. et al. Incidência de ervas daninhas e atributos do solo em um agroecossistema da Pré-Amazônia, sob efeito da cobertura morta de diferentes combinações de leguminosas em aléias. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 10, n. 1, p. 7-14, jan./fev. 2009.
- OLIVEIRA, C. A. et al. Decomposition of *Arachis pintoi* and *Hyparrhenia rufa* litters in monoculture and intercropped systems under lowland soil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 9, p. 1089-1095, set. 2003.
- PAPINI, R. et al. Influence of land use on organic carbon pool and chemical properties of Vertic Cambisols in central and southern Italy. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, London, v. 140, n. 1, p. 68-79, Jan. 2011.
- PAVAN, M. A.; VIEIRA, M. J.; ANDROCIOLO 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, n. 1, p. 305-311, mar. 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, n. 5, p. 508-514, maio 2010.

PERIN, A. et al. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 1, p. 35-40, jan. 2004.

SARNO, J. L. et al. Effect of weed management in coffee plantation on soil chemical properties. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Berlin, v. 69, n. 1, p. 1-4, May 2004.

SILVA, P. S. L. e et al. Weed control effects on soil chemical characteristics. **Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 2, p. 86-95, abr./jun. 2008.

XAVIER, F. A. S. et al. Effect of cover plants on soil C and N dynamics in different soil management systems in dwarf cashew culture. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, London, v. 165, n. 1, p. 173-183, Jan. 2013.