

ARTIGO



AUTORES:

Sidinei Batista do Carmo¹

Antonio Rodrigues Fernandes²

Norberto Cornejo Noronha²

Fernando Antônio Rebolças Sampaio³

¹Banco da Amazônia, AM.

²Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal Rural da Amazônia, 66077-530, Belém, PA, Brasil.

³Centro Universitário Luterano de Ji-Paraná - Ulbra, Av. Eng.º. Manoel Barata Almeida da Fonseca, 762, 76.907-438 - Ji-Paraná, RO

Recebido: 31/08/2009

Aprovado: 20/08/2010

AUTOR CORRESPONDENTE:

Antonio Rodrigues Fernandes
 E-mail:
 antonio.fernandes@ufra.edu.br

PALAVRAS-CHAVE:

Mata nativa, *Saccharum officinarum* L., *Coffea canephora*, *Brachiaria brizantha*, propriedades químicas do solo, sistemas de uso do solo, Amazônia.

KEY WORDS:

Tropical forest, *Saccharum officinarum* L., *Coffea canephora*, *Brachiaria brizantha*, chemical properties of soil, soil use systems, Amazon.

Características químicas de um Argissolo sob diferentes usos em Ji-Paraná/RO

The chemical characteristics of an Ultisol used for different purposes in Ji-Paraná, in the Brazilian State of Rondônia

Resumo: A substituição da cobertura vegetal natural tem provocado alterações nas propriedades químicas dos solos, de forma a melhorá-las ou degradá-las, dependendo, principalmente, da natureza do solo. Esta pesquisa teve como objetivos avaliar as modificações nas propriedades químicas do solo pelos diferentes cultivos, tendo como referência a mata nativa, bem como caracterizar os teores foliares de nutrientes nos sistemas cultivados. O estudo foi realizado no perímetro rural da cidade de Ji-Paraná - RO, onde foram selecionadas as seguintes áreas de cultivo: pastagem de braquiária (*Brachiaria brizantha*), café (*Coffea canephora*) e cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) e uma área coberta com mata nativa, todas sobre um Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico de textura franco arenosa. Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado, com 10 repetições. Para as análises de fertilidade do solo foram coletadas amostras em três profundidades (0-0,1, 0,1-0,2 e 0,2-0,4 m), e de folhas, para análise nutricional das culturas. O solo com mata nativa apresentou maior concentração de P até 0,2 m de profundidade, enquanto os sistemas de uso com cana-de-açúcar e café apresentaram, respectivamente, a maior e a menor concentração de carbono orgânico. O sistema com cana-de-açúcar afetou positivamente as propriedades químicas do solo, enquanto os sistemas de cultivo do solo com café e pastagem apresentaram maior degradação, em relação à mata nativa. Os agroecossistemas com cana-de-açúcar e café apresentaram baixos teores foliares de Ca e Mg e altos teores de Cu, Fe, Mn e Zn.

Abstract: Changes in natural vegetation cover and cultural practices have given rise to alterations in the chemical properties of soils. It can improve or degrade them and this depends, mainly, of the nature of the soil. The aim of this research was to evaluate chemical alterations in an Ultisol used for pasture and to plant *Brachiaria brizantha*, *Coffea canephora*, *Saccharum officinarum* L., taking tropical forest soil as the point of reference, and to characterize the nutritional status of the crop systems. The study was carried out in a rural area in Ji-Paraná city, in the Brazilian State of Rondônia. A completely randomized design was used, with ten replicates. Soil samples were collected at three depths (0-0.1, 0.1-0.2 and 0.2-0.4 m) for the chemical analysis and leaves from the agricultural systems were collected for nutritional analysis. The soil with tropical forest presented greater P concentration down to a depth of 0,2 m, while sugar cane and coffee plantations presented, respectively, the highest and the lowest levels of organic carbon. The system with sugar cane had a positive effect on the chemical properties of the soil, while the coffee and pasture systems produced the highest level of degradation of these properties, when compared to native forest. The agroecosystems with sugarcane and coffee presented low foliar concentrations of Ca and Mg and high values of micronutrients (Cu, Mn, Fe and Zn).

1 Introdução

A Amazônia brasileira vem sofrendo um acelerado processo de ocupação em detrimento de suas florestas. No Estado de Rondônia, a floresta ocupa uma área extensa que, com a interferência antrópica, vem sendo substituída por outros tipos de vegetações. Esse sistema se inicia pela derrubada e queima de toda a vegetação após a remoção das árvores economicamente viáveis, o que provoca efeito corretivo e fertilizante nos primeiros anos de utilização da área, devido ao aporte de cinzas proveniente da combustão da biomassa da floresta, evidenciado pelo aumento dos conteúdos de Ca, Mg, K, Zn e pH e redução do Al trocável (CRAVO; SMYTH, 1997). No entanto, esse efeito não se mantém no tempo, devido à progressiva perda de nutrientes (MORAES et al., 1996), decorrente da erosão do solo, lixiviação e exportação pelas culturas dos nutrientes.

A substituição da cobertura vegetal natural e a implantação de culturas comerciais, aliada às práticas culturais, normalmente têm provocado uma série de alterações nos atributos físicos e químicos de solos. Isso pode implicar na melhoria de certos atributos ou acelerar sua degradação, dependendo, principalmente, da natureza do solo, da espécie vegetal, do sistema de manejo usado e do tempo de exploração agrícola (DADALTO, 1983).

Os solos de Rondônia, por estarem submetidos a precipitações pluviométricas elevadas, sofrem intenso deslocamento de bases trocáveis (K, Ca e Mg), tendo como consequência redução da CTC e desenvolvimento de diversas formas de acidez, limitando-os para a utilização agrícola. Como consequência do aumento da acidez do solo tem-se a elevação do conteúdo de Al trocável, que pode atingir níveis tóxicos. Em tal situação, o Al trocável afeta o crescimento do sistema radicular, diminuindo a absorção de água e de nutrientes e conseqüentemente, o crescimento vegetal (FORTUNATO; NICOLAS, 2004).

O objetivo deste trabalho foi avaliar os atributos químicos de um Argissolo Vermelho Amarelo distrófico localizado no município de Ji-Paraná, Estado de Rondônia, ocupado com os agrossistemas pastagem (*Brachiaria brizantha*), café (*Coffea canephora*) e cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) e com mata nativa contígua a estes cultivos, bem como caracterizar os teores foliares de nutrientes destas culturas.

2 Material e Métodos

O presente estudo foi realizado na fazenda ex-

perimental do Centro Universitário Luterano de Ji-Paraná (Ceulji/Ulbra), localizada no município de Ji-Paraná, Estado de Rondônia, a 10°52'53" de latitude sul e 61°30'45" de longitude oeste, com altitude média de 159 m. O clima da região é CWa (tropical quente e úmido), segundo a classificação de Köppen. A temperatura média anual oscila em torno de 25 °C, com precipitação pluviométrica anual de 2.250 mm e umidade relativa do ar média de 85% (ZANNELA et al., 2008).

O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (EMBRAPA, 1999), com relevo suave ondulado. A vegetação original é de mata nativa. Os tratamentos foram definidos da seguinte maneira: 1 – mata nativa (SM₁); 2 – mata nativa, até 1975, e pasto com *Brachiaria brizantha* até 2003 (SM₂); 3 – mata nativa, até 1975, pasto com *B. brizantha*, até 2000, e café Conilon (*Coffea canephora*), até 2003 (SM₃); 4 – mata nativa, até 1975, pastagem com *B. brizantha*, até 1999, incorporação da massa vegetal da pastagem previamente à implantação da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), até 2003 (SM₄). O tratamento SM₁ foi utilizado como referencial para avaliação das alterações dos atributos químicos do solo, provocadas pelos diferentes sistemas de manejo agrícola utilizados. As áreas dos agrossistemas não receberam corretivos e nem fertilizantes. A área de cada tratamento foi de 35 m x 70 m, totalizando 9.800 m². O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com dez repetições. Cada repetição foi formada a partir de cinco amostras simples, dando origem a uma amostra composta.

As amostras de solo destinadas às análises químicas foram coletadas em dez pontos em transecto em cada área, nas profundidades de 0-0,1; 0,1-0,2 e 0,2-0,4 cm, realizadas com trado holandês. Depois de secas ao ar, as amostras de solo foram passadas em peneiras com malha de 2,0 mm e levadas para análise. As análises químicas do solo [pH em água 1:2,5, P disponível, K trocável, Na trocável, carbono orgânico (CO), Al trocável e Ca e Mg trocável] seguiram a metodologia descrita pela Embrapa (1997). Foi realizada análise granulométrica do solo, pelo método da pipeta (EMBRAPA, 1997), e o resultado foi o seguinte: areia = 609 g kg⁻¹, silte = 203 g kg⁻¹ e argila = 188 g kg⁻¹.

Para análise química foliar foram coletadas 10 amostras de folhas, de acordo com Malavolta (1991), exceto para o tratamento com mata. As amostras foliares foram lavadas com água destilada, secas em estufa, moídas e levadas para análise. No extrato

obtido por digestão nitroperclórica do material vegetal foram determinados os teores de Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn por espectrofotometria de absorção atômica. Todos os nutrientes determinados seguiram a metodologia descrita por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

Os resultados dos atributos químicos do solo foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico Sanest (ZONTA; MACHADO, 1991).

3 Resultados e Discussão

Independente da profundidade, o teor de carbono orgânico (CO) variou entre 3,4 e 11,6 g kg⁻¹ (Tabela 1), valores estes que se enquadram nas faixas de classe muito baixa ($\leq 4,0$ g kg⁻¹) a baixa (4,1 a 11,6 g kg⁻¹), indicadas por Ribeiro et al. (1999).

Tabela 1 – Valores de carbono orgânico (CO), pH, Ca, Mg, K, Na, de um Argissolo Vermelho Amarelo de Ji-Paraná, RO nos ecossistemas sob mata nativa (SM1), pastagem (SM2), cafezal (SM3) e cana-de-açúcar (SM4), em diferentes profundidades.

Sistema de manejo	CO g kg ⁻¹	pH H ₂ O	Ca	Mg	K	Na
			-----cmol _c dm ⁻³ -----			
			0-0,1m			
SM1	9,02 bA	5,04	1,64 aA	0,93	0,29	0,28
SM2	8,48 bA	5,15	0,97 bA	1,01	0,22	0,20
SM3	6,79 cA	5,17	1,01 bA	0,90	0,22	0,16
SM4	11,60 aA	5,21	1,76 aA	0,90	0,28	0,24
			0,1-0,2m			
SM1	5,98 bB	4,84	0,85 bB	0,62	0,23	0,20
SM2	6,56 bB	5,07	0,68 bAB	0,89	0,18	0,17
SM3	5,13 cB	5,08	0,76 bAB	0,82	0,17	0,13
SM4	8,15 aB	5,12	1,19 aB	0,79	0,22	0,19
			0,2-0,4m			
SM1	4,01 abC	4,70	0,38 aC	0,53	0,18	0,15
SM2	4,32 aC	4,76	0,38 aB	0,76	0,16	0,15
SM3	3,42 bC	4,86	0,57 aB	0,63	0,16	0,11
SM4	4,02 abC	4,87	0,70 aC	0,55	0,15	0,13
CV (%)	13,89	5,15	41,47	23,69	30,66	28,72

Letras minúsculas comparam os sistemas de manejo e maiúsculas comparam as profundidades no sistema de manejo pelo teste de Duncan a 5%.

Foi verificado, também, que o ecossistema de cana-de-açúcar apresentou o maior conteúdo de CO nas camadas de 0-0,1 e 0,1-0,2 m de profundidade (Tabela 1), diferindo dos demais ecossistemas. Isso provavelmente seja devido ao manejo da pastagem, que não envolveu queima, e à incorporação da biomassa da gramínea previamente à implantação da cana-de-açúcar. Foi observado que os maiores conteúdos de carbono orgânico são encontrados nas camadas superficiais dos solos, diminuindo com o au-

mento da profundidade, em todos os sistemas estudados.

O ecossistema café apresentou o menor conteúdo de CO no solo, em todas as profundidades. Neste sistema de cultivo há maior exposição do solo em função do manejo, principalmente com o emprego de capinas, e, segundo Rando (1981), possibilita uma maior aeração, favorecendo a mineralização da matéria orgânica.

Os valores de pH em água não variaram entre os sistemas e entre as profundidades (Tabela 1). Tais valores enquadram esse solo na categoria dos fortemente ácidos, cujo pH varia de 4,3 a 5,3 (EMBRAPA, 1999). Valores baixos de pH também foram observados por Longo e Espínola (2000), em pastagem de braquiária, Corrêa et al. (2001), em lavouras cafeeiras, e Maia e Ribeiro (2004), em áreas cultivadas com cana-de-açúcar.

Os teores de Ca do solo, nos diferentes ecossistemas, variaram entre 0,38 e 1,76 cmol_c dm⁻³, o que, de acordo com Ribeiro et al. (1999), pode ser considerado muito baixo, quando $\leq 0,40$ cmol_c dm⁻³ e baixo, de 0,41-1,20 cmol_c dm⁻³. Os maiores teores do elemento foram encontrados na camada de 0-0,1 m no ecossistema cana-de-açúcar, que não difere dos encontrados na mata nativa, sendo que as menores concentrações estão presentes na área de pastagem e café (Tabela 1). O teor de Ca decresce naturalmente com a profundidade, até a camada de 0,2-0,4 m, que apresentou valores variando de 0,38 a 0,70 cmol_c dm⁻³.

Os teores de Mg, K e Na não apresentaram diferença significativa entre os ecossistemas e profundidades (Tabela 1). À semelhança do ocorrido com o Ca, os maiores teores daquelas bases foram encontradas nas camadas superficiais do solo, sob os diferentes ecossistemas, diminuindo com a profundidade. O maior teor de bases na camada superficial, em relação às camadas subsuperficiais, pode estar relacionado à maior concentração de matéria orgânica na camada 0-0,1 m. Além disso, esse comportamento pode ser explicado pela deposição das cinzas na superfície do solo, à especificidade da ciclagem da cobertura vegetal aliada à lixiviação dos cátions (MORAES et al., 1996; ALFAIA et al., 2004; ARAÚJO et al., 2004). Os menores teores de K e Na, em relação aos de Ca e Mg, são devidos, provavelmente, à sua maior susceptibilidade à lixiviação (SIRIDAS; VIEIRA, 1984; MENZIES; GILLMAN, 2003).

Segundo os valores indicados por Tomé Jr. (1997), os teores de K e Na do solo nos ecossistemas estudados apresentaram valores considerados médios,

em todas as profundidades. Por outro lado, em estudo realizado por Cravo e Smyth (1997), em solos da Amazônia Central, foi observado que o Ca, o Mg e o K são perdidos em aproximadamente 50% de seus níveis máximos, com 2 a 3 anos de cultivo. Não obstante, trabalho realizado por Moreira e Fageria (2009), utilizando resultados de 3340 amostras de solo coletadas em floresta primária, floresta secundária, floresta nativa, área em pousio, policultivo e áreas de monocultura, demonstra que mais de 74% dos solos apresentam teores de K, Ca e Mg em faixas consideradas baixas a muito baixas.

Dentre os nutrientes do solo, o P disponível tem sido citado como um dos principais elementos limitantes da produtividade em ambientes tropicais. O teor de P nos ecossistemas variou de 1,07 a 6,28 mg dm⁻³ e, segundo Ribeiro et al. (1999), tais valores são classificados como muito baixos (≤ 10 mg dm⁻³), considerando que o teor de argila é de 188 g kg⁻¹. No ecossistema mata nativa foram constatados os maiores teores de P nas camadas de 0-0,1 e 0,1-0,2 m, respectivamente, enquanto que a pastagem apresentou os menores valores nas respectivas camadas (Tabela 2), o que se deve à maior ciclagem do nutriente na mata nativa. O solo sob pastagem também apresentou menor teor de P na maior profundidade, quando comparado aos demais ecossistemas. Dias Filho (1998) sugere que as pastagens sofrem perda de P com o passar do tempo, após sua implantação e, de acordo com Brito (1998), esse fato está relacionado à fixação do P, às perdas por erosão ou remoção pela gramínea pastejada. Resultados semelhantes aos encontrados no presente trabalho foram observados por Centurion et al. (2001), em Latossolo Vermelho, em que os teores de P foram menores na pastagem do que na área de mata.

Considerando as diferentes camadas estudadas, houve redução expressiva do teor de P com a profundidade em todos os ecossistemas, sendo que a maior variação ocorreu no ecossistema de mata nativa. De acordo com Moraes (1993) e Marques et al. (2004) o acúmulo de P na superfície do solo é decorrente da decomposição dos resíduos de plantas e dejetos animais, diminuindo a fixação em função do seu menor contato com os constituintes inorgânicos do solo e de aplicações anuais de fertilizantes fosfatados, o que não foi o caso dos ecossistemas estudados.

A saturação por Al variou entre 5,67 e 33,45% (Tabela 2) e, de acordo com Ribeiro et al. (1999), pode ser considerada baixa, exceto no sistema sob mata nativa, na profundidade de 0,2-0,4 m, que apre-

sentou valor médio. Este ecossistema apresentou maior saturação por alumínio que os demais, nas profundidades de 0,1-0,2 e 0,2-0,4 m, 20,3% e 33,5%, respectivamente. Isso pode ter relação com a menor saturação por bases obtidas nas camadas 0,1-0,2 e 0,2-0,4 m no ecossistema de mata nativa, 39,32% e 33,02%, respectivamente. Nos ecossistemas nos quais a mata nativa foi queimada para a implantação das culturas, parte das partículas de cinzas pode migrar no perfil ou, como reportado por Menzies e Gillman (2003), os elementos básicos (K, Ca e Mg) provenientes das cinzas podem ser lixiviados no perfil.

Tabela 2 – Valores de P, saturação por alumínio (m), saturação por base (V), capacidade de troca de cátions potencial (CTC), soma de base (SB) de um Argissolo Vermelho Amarelo de Ji-Paraná, RO, nos ecossistemas sob mata nativa (SM1), pastagem (SM2), cafezal (SM3) e cana-de-açúcar (SM4), em diferentes profundidades.

Sistema de manejo	P mg dm ⁻³	m ----- % -----	V	CTC	SB ----- cmol _c dm ⁻³ -----
0-0,1m					
SM1	6,28 a A	8,23 a C	47,27	6,46 b A	3,10 a A
SM2	2,37 d A	7,88 a B	45,62	5,22 A	2,39 b A
SM3	3,04 c A	7,00 a A	46,90	4,88 c A	2,29 b A
SM4	4,98 b A	5,67 a B	42,62	7,43 a A	3,18 a A
0,1-0,2m					
SM1	4,28 a B	20,25 a B	39,32	4,77 b B	1,90 b B
SM2	1,82 c A	10,95 b B	43,10	4,42 bc B	1,91 b B
SM3	2,44 b B	8,18 b A	45,11	4,19 c B	1,89 b AB
SM4	3,02 b B	8,26 b AB	43,81	5,45 a B	2,39 a B
0,2-0,4m					
SM1	1,70 a C	33,45 a A	33,02	3,72 a C	1,24 a C
SM2	1,07 b B	18,60 b A	39,54	3,68 a C	1,46 a C
SM3	1,39 ab C	11,68 c A	47,05	3,20 b C	1,47 a B
SM4	1,80 a C	12,06 c A	39,97	3,48 ab C	1,52 a C
CV (%)	23,44	46,68	21,84	9,74	23,5

Letras minúsculas comparam os sistemas de manejo e maiúsculas comparam as profundidades no sistema de manejo pelo teste de Duncan a 5%.

Os valores de saturação por bases no solo dos sistemas estudados variaram de 33,0 a 47,3%, enquadrando-se como baixo e médio, respectivamente, de acordo com Ribeiro et al. (1999). A tendência dos resultados pode ser atribuída ao aumento da acidez potencial, bem como à diminuição da soma de bases trocáveis do solo com a profundidade.

A capacidade de troca de cátions (CTC) nos diferentes ecossistemas estudados variou de 3,2 a 7,4 cmol_c dm⁻³ de solo (Tabela 2). Os maiores valores foram encontrados nas duas camadas mais superficiais, em que o sistema de cana-de-açúcar se destacou sobre os demais, apresentando valores de CTC de 7,4 e 5,5 cmol_c dm⁻³ nas camadas de 0-0,1 e 0,1-0,1 m, respectivamente.

Em relação ao estado nutricional das culturas nos agroecossistemas estudados, o cafeeiro apresentou teores foliares de Ca e Mg baixos (Tabela 3).

Tabela 3 – Teores foliares de Ca, Mg, Cu, Mn, Fe e Zn em áreas com pastagem (SM2), com café (SM3) e cana-de-açúcar (SM4), no município de Ji-Paraná, RO.

Sistema de manejo	Ca g kg ⁻¹	Mg g kg ⁻¹	Cu mg kg ⁻¹	Mn mg kg ⁻¹	Fe mg kg ⁻¹	Zn mg kg ⁻¹
SM2	3,08	1,79	24,5	200	176	36,4
SM3	6,78	2,16	23,3	106	212	21,4
SM4	3,94	1,28	19,8	141	233	32,0

De acordo com Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), tais teores estão abaixo dos adequados para o cafeeiro (*Coffea arabica* L.), 13-15 e 4,0-4,5 g kg⁻¹, bem como abaixo dos teores propostos por Costa e Bragança (1996), de 14,4 e 3,2 g kg⁻¹, para o conilon, respectivamente. Na cana-de-açúcar, os teores de Ca e Mg apresentaram valores baixos, considerando as faixas adequadas para a cultura, 5,0-7,0 g kg⁻¹ para o Ca e 2,0-2,5 g kg⁻¹ para o Mg (MALAVOLTA et al., 1997). Os baixos conteúdos foliares de Ca e Mg nestas culturas refletem os baixos conteúdos destes elementos no solo, além da não reposição, ao longo dos anos de cultivo. Da mesma forma, a *B. brizantha* apresentou teores foliares de Ca e Mg baixos. Tais valores estão abaixo dos níveis críticos considerados pelo Centro Internacional de Agricultura Tropical (1981) para *B. brizantha* (3,7 g kg⁻¹, para o Ca e 2,4 g kg⁻¹ para o Mg).

Os teores foliares de Cu, Mn, Fe e Zn encontrados na *B. brizantha* foram considerados adequados (Tabela 3), de acordo com as faixas estabelecidas por Werner et al. (1996), para o Cu (7 a 10 mg kg⁻¹), Mn (58 a 76 mg kg⁻¹), Fe (196 a 239 mg kg⁻¹) e Zn (29 a 35 mg kg⁻¹).

O café e a cana-de-açúcar apresentaram teores dos micronutrientes acima das faixas consideradas adequadas por Malavolta et al. (1997). As faixas de teores nos tecidos foliares consideradas adequadas por aqueles autores para o café são: Cu = 11-14 mg kg⁻¹; Mn = 80-100 mg kg⁻¹; Fe = 100-130 mg kg⁻¹ e Zn = 15-20 mg kg⁻¹, enquanto para cana-de-açúcar são: Cu = 8-10 mg kg⁻¹; Mn = 80-50 mg kg⁻¹; Fe = 80-150 mg kg⁻¹ e Zn = 25-30 mg kg⁻¹. Teores excessivos de Cu, Fe e Mn em lavouras cafeeiras da região do Alto Vale do Jequitinhonha, MG, foram observados por Farnezi et al. (2009). Diferentemente dos resultados obtidos neste estudo, trabalhos realizados com cafeeiro relatam deficiência nutricional de Cu e Mn (MARTINEZ et al., 2003; BARBOSA et

al., 2006) e também de Zn, que é considerado um dos nutrientes mais limitantes nas lavouras cafeeiras (REIS Jr. et al., 2002; BARBOSA et al., 2006).

4 Conclusões

O solo com mata nativa apresentou maior teor de P até 0,2 m de profundidade, enquanto os sistemas de uso com cana-de-açúcar e com café apresentaram, respectivamente, a maior e a menor concentração de carbono orgânico.

O sistema com cana-de-açúcar influenciou positivamente os atributos químicos do solo, em relação à mata nativa. Os sistemas de cultivo do solo com cafeeiro e pastagem provocaram perdas dos atributos químicos, em relação à mata nativa.

Os agroecossistemas apresentaram baixos teores foliares de Ca e Mg e altos teores de Cu, Fe, Mn e Zn.

Agradecimentos

A Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia pelo apoio financeiro.

Referências

- ALFAIA, S.S.; RIBEIRO, G.A.; NOBRE, A.D.; LUIZÃO, F.J.; LUIZÃO, R.C. Evaluation of soil fertility in smallholder agroforestry systems and pastures in Western Amazonia. *Agriculture Ecosystems & Environment*, v.102, p.409-414, 2004.
- ARAUJO, E.A.; LANI, J.L.; AMARAL, E.F.; GUERRA, A. Uso da terra e propriedades físicas e químicas de Argissolo Amarelo distrófico na Amazônia Ocidental. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.28, n.2, p.307-315, 2004.
- BARBOSA, D.H.S.G.; VIEIRA, H.D.; PARTELLI, F.L.; SOUZA, R.M. Estabelecimento de normas DRIS e diagnóstico nutricional do cafeeiro arábica na região noroeste do Estado do Rio de Janeiro. *Ciência Rural*, v.36, p.1717-1722, 2006.
- BRITO, M.M.P. *O fósforo dos solos de Rondônia: variabilidade espacial e temporal na conversão de floresta em pastagens*, 1998. 115f. Tese de (Doutorado), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. *Programa de pastos tropicales*, 1980. Cali, 1981. p.57-116.
- CENTURION, F.J.; CARDOSO, J.P.; NATALE, W. Efeito de formas de manejo em algumas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho em diferentes

- agroecossistemas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, v.5, n.2, p.254-258, 2001.
- CORRÊA, J.B.R. dos; REIS Júnior, A.; CARVALHO, J.G. de; GUIMARÃES, P.T.G. Avaliação da fertilidade do solo e do estado nutricional de cafeeiros do sul de Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.25, n.6, p.1279-1286, 2001.
- COSTA, A.N.; BRAGANÇA, S.M. Normas de referência para o uso do DRIS na avaliação do estado nutricional do café Conilon. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 22., 1996, Águas de Lindóia. *Anais...* Rio de Janeiro: IBC/Gerca, 1996. p.103-104.
- CRAVO, M.S.; SMYTH, T.J. Manejo sustentado da fertilidade de um Latossolo da Amazônia Central sob cultivos sucessivos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.21, n.4, p. 607-616, 1997.
- DADALTO, G.G. *Alteração em características físicas e químicas de solo cultivado com pastagem em áreas de caatinga hiperxerófila no município de Sebastião Laranjeiras, Bahia*. 1983. 89f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1983.
- DIAS FILHO, M. B. Pastagens cultivadas na Amazônia Oriental brasileira: processos e causas de degradação e estratégias de recuperação. In: DIAS, L.E.; MELLO, J.W.V. (Eds.). *Recuperação de áreas degradadas*. Viçosa: UFV, 1998. p.137-147.
- EMBRAPA. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro. Centro Nacional de Pesquisa do Solo, 1997. 212p.
- _____. Centro Nacional de Pesquisa do Solo. *Sistema brasileiro de classificação de solo*, 1999. 412p.
- FARNEZI, M.M. de M.; SILVA, E. de B.; GUIMARÃES, P.T.G. Diagnóstico nutricional de cafeeiros da região do Alto Jequitinhonha (MG): normas dris e faixas críticas de nutrientes. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.33, n.4, p.969-978, 2009.
- FERRAZ, J. *Rehabilitation of capoeiras, degraded pastures and mining sites*. In: CONFERENCE ON ENVIRONMENTALLY SOUND SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT IN THE HUMID TROPICS. UNAMAZ/UNESCO-MAB/UNU/TWAS. Manaus: Unamaz/Unesco - MAB/UNU/TWAS, 1992.
- FORTUNATO, B.P.; NÍCOLAS, F.T. *Toxidez de alumínio em plântulas de grábia*. Ciência Rural, Santa Maria, v.31, n.1, p.89-95, 2004.
- LONGO, R.M.; ESPÍNDOLA, C.R. Alterações em características químicas de solos da Região Amazônica pela introdução de pastagens. *Acta Amazônica*, v.30, n.1, p.71-80, 2000.
- MAIA, J.L.T.; RIBEIRO, M.R. Cultivo contínuo da cana-de-açúcar e modificações químicas de um Argissolo Amarelo fragipânico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.39, n.1, p. 1127-1132, 2004.
- MALAVOLTA, E. *ABC da análise de solos e folhas: amostragem, interpretação e sugestões de adubação*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1991. 126p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. *Avaliação de estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba, Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1997. 319p.
- MARQUES, J.D.O.; LIBARDI, P.L.; TEIXEIRA, W.G.; REIS, A.M. Estudo de parâmetros físicos, químicos e hídricos de um Latossolo Amarelo da Região Amazônica. *Acta Amazônica*, Manaus, v.34, n.2, p.145-154, 2004.
- MARTINEZ, H.E.P.; MENEZES, J.F.S.; SOUZA, R.B.; ALVAREZ V, V.H.; GUIMARÃES, P.T.G. Faixas críticas de concentrações de nutrientes e avaliação do estado nutricional de cafeeiros em quatro regiões de Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.38, p.703-713, 2003.
- MENZIES, N.W.; GILLMAN, G.P. Plant growth limitation and nutrient loss following piled burning in slash and burn agriculture. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, v.65, p.23-33, 2003.
- MORAES, A. de. Pastagem como fator de recuperação de áreas degradadas. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DE PASTAGEM, 2, Jaboticabal. *Anais...*, 1993 p.191-215.
- MORAES, J.F.L. de; VOLKOFF, B.; CERRI, C.C.; BERNOUX, M. Soil properties under Amazon Forest and changes due to pasture installation in Rondônia, Brazil. *Geoderma*, v.70, n.1, p.63-81, 1996.
- MOREIRA, A.; FAGERIA, N.K. Soil chemical attributes of Amazonas State, Brazil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v. 40, p. 2912-2925, 2009.
- RANDO, E.M. *Alterações nas características e propriedades físicas de um Latossolo Roxo distrófico, ocasionadas pelo cultivo convencional*, 1981. 161f. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1981.
- REIS Jr., R.A.; CORRÊA, J.B.; CARVALHO, J.G.; GUIMARÃES, P.T.G. Diagnóstico nutricional de cafeeiros da região sul de Minas Gerais: normas Dris e teores foliares adequados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.26, p.801-808, 2002.
- RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. *Recomendações para o uso de corretivo e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação; Comissão de Fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais*. Viçosa, MG, 1999. 359p.
- SIDIRAS, N.; VIEIRA, M. J. Comportamento de um Latossolo Roxo distrófico compactado pelas rodas do trator na semeadura. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 19, p. 1285-1293, 1984.
- TOMÉ, Jr. R. *Manual para interpretação de análise de solo*. Guaíba, RS, Livraria e Editora Agropecuária LTDA., 247p, 1997.

WERNER, J.C.; PAULINO, V.T.; CANTARELLA, H. Forrageiras. In: VAN RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Eds.). *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Campinas: Instituto Agronômico, 1996. p. 263-273 (Boletim Técnico, 100).

ZANELLA, F.; LIMA, A.L. da S.; SILVA Junior, F.F. da; MACIEL, S.P.A. Crescimento de alface hidropônica sob diferentes intervalos de irrigação. *Ciência e Agrotecnologia*, v.32, n.2, p.366-370, 2008.

ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A.. *Sistema de análise estatística para microcomputadores*. Pelotas: UFPel - Departamento de Matemática e Estatística, 1991. 101p.