

CARBONO E NUTRIENTES DO SOLO EM CAPOEIRAS DE DIFERENTES IDADES NA COMUNIDADE INDÍGENA DE GUANABARA II, ALTO SOLIMÕES-AMAZONAS

Giovanni Augusto Aguiar Ribeiro¹, Fernanda Tunes Villani², Ecila M. A. Villani³, Wenceslau G. Teixeira⁴, Fatima M. S. Moreira⁵ e Sônia S. Alfaia⁶



RESUMO

Os agricultores do Alto Solimões-AM, praticam a derruba e queima da cobertura vegetal para implantação das roças. O presente estudo avaliou os atributos químicos de um Cambissolo Háplico, sob capoeiras com três, cinco, sete e vinte anos de idade, quatro roças originárias dessas capoeiras e a influência do tempo de pousio na fertilidade. A amostragem de solo foi realizada em três profundidades em parcelas de 45 x 30 m, divididas em três sub-parcelas de 15 x 30 m. O delineamento foi inteiramente casualizado com oito tratamentos e três repetições. Foi realizada a análise de variância e teste de Tukey a 5%. Foram determinados o pH em H₂O e KCl, alumínio trocável, N e C total, macro e micronutrientes. A acidez do solo e os teores de Al foram elevados. A queima diminuiu a MO e elevou o pH e bases trocáveis. Os teores de N, Ca e MO foram significativamente maiores nos solos com vinte anos de pousio.

Palavras chave: Floresta secundária, sistemas de uso da terra, fertilidade do solo, solos da Amazônia.

ABSTRACT

The objective of this study was to investigate if the time of fallow influences the chemical characteristics of soil under "capoeiras" of different ages and the changes in the fertility of those soils after slash-and-burn, for smallholder farmers in the Alto Solimões-AM. We classified the soil of the area as Cambissolo; we did a soil sampling in three plots of 45 x 30 m, divided into three sub-plots of 15 x 30m and collected the samples in three depths. The study determined the pH, exchangeable aluminum, macro and micronutrients, organic matter and the C/N ratio. The levels of aluminum in all systems were high and increased with depth. We did not verified changes in the fertility of the soil under "capoeiras" of different ages in function of the longest of fallow. In addition, the length of the fallow time of the soils did not result in significant changes in the soil fertility, with only O.M. content showing a significant increase with rest time.

Keywords: Secondary forest, land use, soil fertility, Amazon soil.

1 IFAM Presidente Figueiredo. E-mail: giovanni777@gmail.com.

2 IFAM Manaus/Centro. E-mail: fernanda.villani@ifam.edu.br.

3 Eng. Agrônoma, DS em Solos e Nutrição de Plantas. Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. E-mail: ecilavillani@ifam.edu.br.

4 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) – Amazônia Ocidental, C.P. 319, 69011-970 Manaus – AM, Brasil. E-mail: wgt007@gmail.com.

5 Universidade Federal de Lavras, C.P. 3037, 37200-000, Lavras, MG, Brasil. E-mail: fmoreira@dcs.ufla.br.

6 Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia -INPA, Avenida André Araújo, 2936 Petrópolis. Manaus - AM, Brasil. E-mail: sonia@inpa.gov.br.

INTRODUÇÃO

O sistema de corte e queima faz parte do manejo tradicional de agricultura itinerante utilizado pelos indígenas e agricultores familiares da Amazônia. O manejo consiste na derruba e queima da vegetação natural e o cultivo agrícola é realizado durante um a dois anos, seguido de um período de pousio variado, na qual há o crescimento da vegetação secundária (capoeira). Nesse sistema de agricultura itinerante, uma importante função da vegetação secundária é a acumulação de nutrientes na parte aérea das plantas. A rápida liberação de nutrientes é conseguida através da queima dessa vegetação para melhoria da fertilidade do solo na conversão das capoeiras em roçados. Kato et al. (1999) constataram que a melhoria da fertilidade do solo depende da quantidade de cinzas, a qual depende de parte da vegetação secundária queimada, o qual geralmente é relacionado com a sua idade.

De acordo com Alfaia et al. (2004), em áreas extensivas de terra firme, as mudanças mais marcantes na fertilidade dos solos ácidos da Amazônia, ocorrem após o processo de queima da vegetação de florestas primárias e capoeiras. Quando a densidade populacional aumenta, os períodos de pousio são reduzidos, menor quantidade de nutrientes são reciclados e a produtividade diminui (Alfaia e Souza, 2002). O objetivo deste trabalho foi avaliar os atributos químicos dos solos sob capoeiras de diferentes idades e roças originárias dessas capoeiras, verificando como o tempo de pousio influencia na fertilidade dos solos manejados por agricultores de uma comunidade indígena, no Alto Solimões, Amazonas.

MATERIAL E MÉTODOS

Para esse estudo foram selecionados oito sistemas de uso da terra, sendo quatro capoeiras de três, cinco, sete e vinte anos e quatro roças adjacentes, instaladas após a derruba e queima de parte dessas capoeiras. As áreas de estudo foram identificadas como Roça-3, (roça de milho e mandioca cultivada há dois meses, originária da capoeira de três anos) Roça-5 (roça de mandioca

cultivada há cinco meses, originária de capoeira de cinco anos) Roça-7 (roça de mandioca cultivada há três meses, originária de capoeira de sete anos) Roça-20 (roça recentemente queimada para início de cultivo, originária de capoeira de vinte anos), todas situadas na comunidade de Guanabara II (Figura 1).

As amostras de solo para a avaliação das características químicas foram coletadas no período chuvoso, em março de 2004. Em cada sistema foi demarcada uma área de 45 x 30 m, dividida em três sub-parcelas de 15 x 30 m, onde foram coletadas nove sub-amostras nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-30 cm. Os solos foram classificados como Cambissolos Háplicos, de textura argilosa (Coelho, 2005 a e b).

As amostras de solos foram secas ao ar e passadas em peneira de 2 mm e, posteriormente, levadas ao Laboratório Temático de Solos e Plantas (LTSP), do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA e analisadas segundo metodologia da EMBRAPA (1999). As determinações de Carbono e Nitrogênio, foram realizadas em aparelho CHN, marca FISON, da Carlo Erba.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com oito tratamentos e três repetições. Foi realizada a análise de variância e as médias foram comparadas entre si utilizando o teste de Tukey a 5%.

RESULTADO E DISCUSSÕES

De acordo com os resultados das análises químicas (Figura 1.1) os valores de pH variaram de 4,3 a 5,1 para os sistemas de roças nas diferentes profundidades. Nestes sistemas foram observadas diferenças significativas entre o pH do solo de roças originárias de capoeiras de três e de cinco anos e o de roça implantada em área previamente ocupada com capoeira de vinte anos. Para os sistemas de capoeiras o pH ficou no intervalo de 4,4 a 4,8, apresentando diferença significativa apenas na camada de 20 a 30 cm, nas capoeiras de três e vinte anos. Os valores de pH mais altos em roças demonstram a influência do tempo de pousio das capoeiras que deram origem a elas pelo efeito das cinzas, ricas em elementos como cálcio, magnésio e potássio, na camada superficial.

Essas observações também foram constatadas por Coutinho (1990) e Fernandes (1999). Com o intervalo de pH observado nos sistemas, também há menor disponibilidade de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg) para as plantas, ocorrendo o contrário para os teores de micronutrientes avaliados (Fe, Mn, Zn) Brady (1989).

Os teores de alumínio encontrados nas parcelas variaram de 0,36 a 11,88 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, para as roças e de 1,20 a 18,40 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ para as capoeiras (Figura 1.2). Quando se comparam os sistemas de capoeiras com as roças adjacentes, observa-se que a derruba e queima da capoeira de cinco anos diminuiu significativamente a concentração de alumínio trocável na Roça-5 em todas as profundidades. O mesmo pode ser observado com relação à capoeira de sete anos e a Roça-7 para a camada de 0-10 cm. Os valores obtidos aumentaram com a profundidade do solo e foram extremamente elevados, superiores aos teores de alumínio trocável, normalmente obtidos em outros solos da região (Cochrane et al., 1985). Valores semelhantes a estes também foram encontrados por Teixeira e Bueno (1995); Gama e Kiehl, (1999); Coelho (2005 a e b,) e Lima et al., (2006). A camada superficial apresentou menores teores de alumínio devido à influência da matéria orgânica, nas áreas de capoeiras, pela complexação deste íon, o que pode ser confirmado através das análises dos dados obtidos de matéria orgânica e alumínio. Efeito semelhante da matéria orgânica sobre o alumínio foi registrado por Santos et al. (2001). Em áreas de roças os menores valores de alumínio ocorrem na superfície do solo devido ao acúmulo de cinzas na camada de 0-10 cm.

A maior concentração da matéria orgânica do solo (MOS) foi observada na capoeira de vinte anos (Figura 1.3), mostrando que houve um incremento da matéria orgânica no solo com maior tempo de pousio, através do acúmulo de biomassa. Resultados semelhantes foram encontrados por Johnson et al. (2001). Para a maioria dos sistemas estudados, as roças de forma geral apresentaram menor teor de matéria orgânica, evidenciando a influência do manejo na conversão de capoeiras em roças, o qual contribuiu com o desaparecimento gradativo da matéria orgânica do solo (Denich et al., 2004). A derruba e queima

recente de parte da área ocupada por capoeira de vinte anos para implantação da Roça-20 alterou significativamente o conteúdo de MOS com uma redução aproximadamente de 50%. Observação semelhante foi evidenciada por Cerri et al. (1996), em estudo realizado com solos na proximidade de Manaus, no Amazonas. Os teores de matéria orgânica (Tabela 1.1) também diminuíram com a profundidade, conforme tem sido observado em outros trabalhos (Desjardins et al., 2000; Recco et al. 2000). A relação C/N e os teores de MO, não diferiram entre os sistemas. Não foi observada nenhuma mudança com relação a profundidade e nem mesmo entre os sistemas de roças e as correspondentes capoeiras. Moreira e Costa (2004) verificaram um aumento na relação C/N com a idade de reflorestamento de clareiras na região do Rio Urucu, Amazonas ao contrário das observações de Cerri et al. (1996), que afirmaram que a relação C/N aumenta com a conversão de capoeiras em outros sistemas.

Quanto aos teores de nitrogênio total (Figura 1.4), foi observado um incremento significativo com o tempo de pousio das capoeiras, o qual está diretamente relacionado com o conteúdo de MOS, na camada superficial (Moreira e Costa, 2004). Na conversão de capoeiras em roças não houve uma variação significativa nos valores de nitrogênio, possivelmente pelo efeito da queima ter favorecido a mineralização acelerada da matéria orgânica residual.

Os teores de cálcio observados foram considerados elevados, quando comparados à maioria dos solos da Amazônia (Cochrane et al., 1985; Moreira, 2005). A variação foi de 3,48 a 12,82 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ na camada de 0 a 10 cm e de forma geral os valores encontrados foram superiores nos sistemas de roças. Para a camada de 10 a 20 cm, os valores variaram de 3,80 a 11,35 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ e de 2,77 a 10,54 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ na profundidade de 20 a 30 cm em todos os sistemas. Os valores obtidos são similares aos teores encontrados por Rodrigues (1996), para os Cambissolos da Amazônia que se situaram entre 0,49 a 22,9 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de cálcio.

Na camada superficial, principalmente no sistema de roças, os valores de cálcio foram significativamente maiores quando comparados ao sistema de capoeiras, com exceção do sistema

de Roça-3, que não diferiu do sistema de capoeira de 3 anos, demonstrando a pouca contribuição da derruba e queima de uma capoeira nova para o incremento do teor desse nutriente ao solo. De forma geral, nas demais profundidades não houve diferenças significativas entre os sistemas. Foi observado que a variação dos teores de cálcio nos sistemas de roças são maiores do que a variação entre os sistemas de capoeiras, apesar das diferentes idades, comprovando a influência do manejo realizado. O maior tempo de pousio das capoeiras também não contribuiu para um aumento significativo do teor de cálcio no solo. No entanto, pode-se afirmar que a derruba e queima das capoeiras de mais idade aumentou significativamente a concentração de cálcio no solo, demonstrando que há boa parte da concentração deste nutriente na biomassa da vegetação.

Os teores de magnésio diminuíram de acordo com a profundidade em todos os sistemas com valores que variaram de 1,16 a 2,11 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ na camada superficial no sistema de roças e de 1,17 a 1,86 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ nas capoeiras (Tabela 1.1), mas não houve nenhuma variação significativa para esse nutriente.

Foi verificado um teor médio de potássio na camada superficial, na faixa de 0,23 a 0,37 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$. O mesmo ocorreu para as outras camadas, com valores de 0,15 a 0,30 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ de 10 a 20 cm e 0,20 a 0,36 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ de solo de 20 a 30 cm, para as roças e capoeiras. Esses valores são praticamente os mesmos encontrados para os Cambissolos da Amazônia, (Cerri et al. 1996; Moreira, 2005). Apesar de não significativos, os teores de K nas roças, em quase todas as profundidades, foram um pouco maiores do que aqueles encontrados nas capoeiras, devido à deposição das cinzas produzida pela queima.

O tempo de pousio não influenciou na concentração de potássio no solo nos sistemas de capoeiras estudados, assim como nas roças implantadas após a derruba e queima das capoeiras mais antigas, com maior quantidade de biomassa. Esse efeito pode estar relacionado com o fato da capoeira de vinte anos, apesar de conter um volume maior de biomassa e conseqüentemente, uma maior quantidade de

nutrientes, não ter sido totalmente queimada, restando grande número de troncos nas áreas conhecidas segundo Fearnside (2003), como roças de toco. O mesmo não ocorreu nas áreas de capoeiras mais recentes, de três a cinco anos, que apesar de terem uma menor biomassa, ao serem queimadas, foram totalmente transformadas em cinzas que contribuiu para um acréscimo do teor de potássio na camada superficial do solo.

Também não foi observada diferença significativa entre os sistemas estudados, quanto aos teores de fósforo, ficando os valores situados em torno de 6 mg kg^{-1} na superfície (Tabela 1.1), diminuindo em profundidade, evidenciando a escassez deste nutriente nos solos, apesar dos teores obtidos situarem-se um pouco acima da média da região (Cochrane et al. 1985; Moreira, 2005). Conforme foi verificado para o potássio, o fósforo também não apresentou mudanças significativas com o tempo de pousio das capoeiras. Apesar de não significativo, houve uma redução de aproximadamente 40% no teor de P, quando a capoeira de vinte anos foi derrubada e queimada recentemente para a implantação da Roça-20, comprovando a perda de parte desse nutriente por volatilização após a queima (Denich et al., 2004) e provavelmente uma boa parte desse nutriente ter sido exportado pelas culturas.

De maneira geral nenhum efeito significativo do manejo e uso da terra foi observado para os micronutrientes (Tabela 1. 2). Os valores de manganês e zinco na camada superficial do solo são considerados satisfatórios conforme o critério proposto por Cochrane et al. (1985) e em todas as profundidades situaram-se acima dos teores normalmente encontrados para a maioria dos solos da Amazônia (Sanchez, 1982). As diferenças significativas observadas foram para o ferro na camada de 0 a 10 cm. As maiores concentrações foram obtidas nos sistemas de roças.

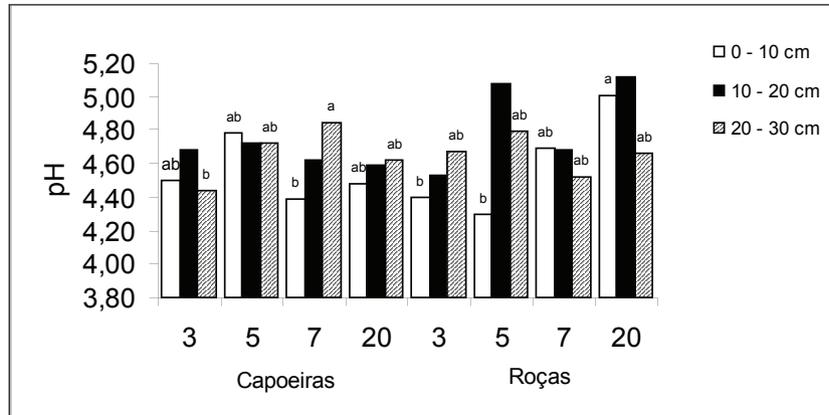


Figura 1.1: Valores de pH de um Cambissolo em três profundidades em capoeiras de 3, 5, 7 e 20 anos de pousio e roças adjacentes da região do Alto Solimões-AM. Valores com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% probabilidade.

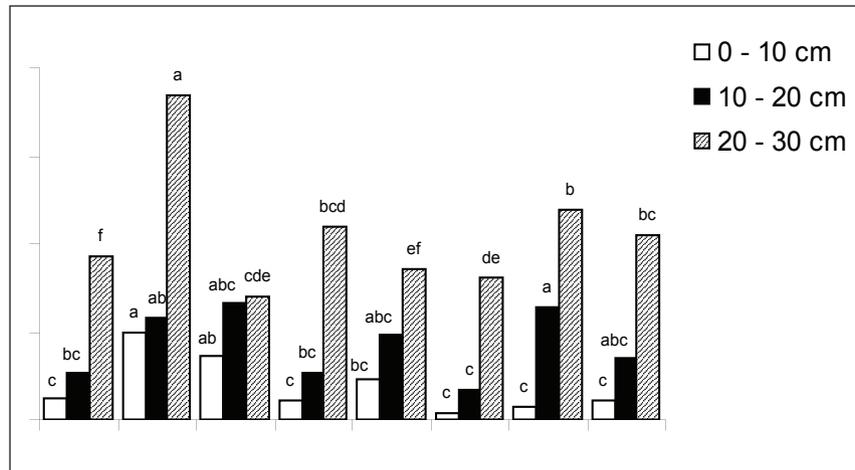


Figura 1.2: Teores de alumínio trocável de um Cambissolo em três profundidades em capoeiras de 3, 5, 7 e 20 anos de pousio e roças adjacentes da região do Alto Solimões-AM. Valores com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% probabilidade.

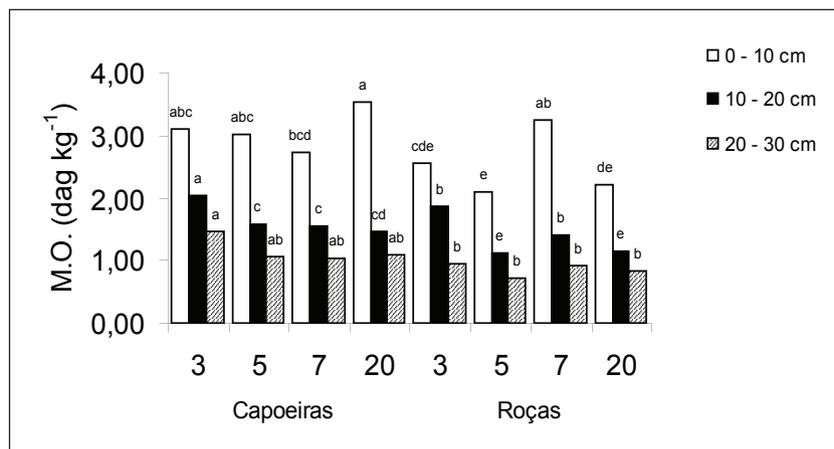


Figura 1.3: Valores de matéria orgânica de um Cambissolo em três profundidades em capoeiras com diferentes idades, 3, 5, 7 e 20 anos e roças adjacentes da região do Alto Solimões-AM. Valores com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% probabilidade.

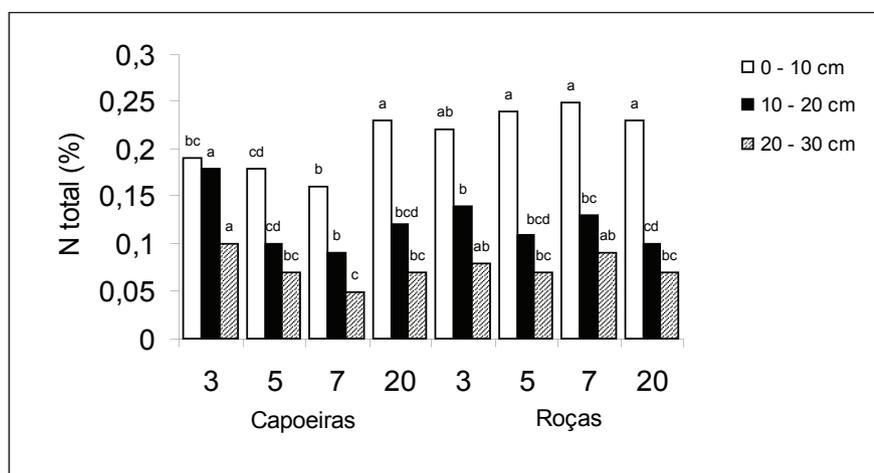


Figura 1.4: Teor de nitrogênio total de um Cambissolo em três profundidades em capoeiras de 3, 5, 7 e 20 anos de idade e roças adjacentes da região do Alto Solimões-AM. Valores com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% probabilidade.

Tabela 1.1: Teores de cálcio, magnésio, potássio e fósforo, nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-30 cm, em áreas de capoeiras e roças

Sistemas de uso da terra	Ca ⁺⁺			Mg ⁺⁺			K ⁺			P		
	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm
	cmol c kg ⁻¹											
	mg kg ⁻¹											
Capoeira 3	7,40 BCD	5,68 ^{ns}	3,64 BC	1,81 ^{ns}	1,61 ^{ns}	1,01 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,21 ^{ns}	6,28 ^{ns}	2,57 ^{ns}	2,22 ^{ns}
Capoeira 5	7,59 BC	8,26	4,21 BC	1,25	1,43	1,47	0,23	0,23	0,25	4,36	1,87	1,32
Capoeira 7	3,48 D	3,8	2,77 C	1,74	2,1	1,42	0,25	0,3	0,23	6,27	2,36	1,35
Capoeira 20	6,38 CD	8,14	3,55 BC	1,86	1,6	1,4	0,24	0,15	0,2	7,9	2,5	1,3
Roça-3	6,04 CD	5,03	3,26 BC	1,59	1,03	1,04	0,37	0,28	0,21	6,94	2,22	1,13
Roça-5	11,33 AB	11,35	6,61 B	2,05	1,3	1,17	0,3	0,25	0,36	5,31	2,76	2,12
Roça-7	12,03 A	5,14	2,81 C	2,11	1,81	0,86	0,26	0,27	0,21	5,09	2,59	1,56
Roça-20	12,82 A	11,25	10,54 A	1,97	1,45	1,04	0,24	0,22	0,28	5,04	2,88	1,62
CV (%)	17,34	49,3	26,72	19,23	32,01	22,16	30,72	27,91	33,36	29,34	28,62	39,98

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5%. CV (%) = Coeficiente de Variação; ns: não significativo.

Tabela 1.2: Teores de ferro, manganês e zinco, nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-30 cm, em áreas de capoeiras e roças na região do Alto Solimões

Sistemas de uso da terra	Fe			Mn			Zn		
	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm
	mg kg ⁻¹								
Capoeira 3	318 AB	282 ^{ns}	254 ^{ns}	21,57 ^{ns}	13,83 ^{ns}	2,70 ^{ns}	3,43 ^{ns}	1,93 ^{ns}	1,83 ^{ns}
Capoeira 5	202 B	243	157	31,63	12,23	4,5	6,1	5,47	2,63
Capoeira 7	258 AB	264	177	18,4	6,33	3,57	5,45	2,87	2
Capoeira 20	209 AB	283	178	28,27	15,8	4,47	5,1	2,87	2,23
Roça-3	409 A	317	205	15,9	4,27	5,83	3,2	1,5	1,53
Roça-5	342 AB	255	205	15,33	8	5,7	3,1	3,2	2,03
Roça-7	255 AB	344	256	20,07	4,73	1,2	3,05	2,3	1,67
Roça-20	273 AB	194	185	22,7	12	4,7	5,45	1,93	1,5
CV (%)	19,2	25,2	25,2	31,6	18,9	58,6	31,51	53,68	23,67

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5%. CV (%) = Coeficiente de Variação; ns: não significativo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- 1) Houve um aumento significativo do teor de matéria orgânica nos solos sob as capoeiras com maior tempo de pousio.
- 2) Dentre os macronutrientes o Cálcio apresentou os maiores teores em solos sob capoeiras mais antigas.
- 3) A conversão de capoeiras com maior tempo de pousio em roças contribuiu significativamente para um aumento dos teores de cálcio e diminuição dos teores de alumínio trocável na camada superficial do solo.
- 4) Apesar de não significativo os maiores teores de magnésio e potássio, foram obtidos na camada superficial do solo nos sistemas de roças, mostrando o efeito da queima no aumento da concentração desses nutrientes no solo.
- 5) Não houve diferença significativa na fertilidade dos solos com o maior tempo de pousio das capoeiras. Para a região em estudo ficou constatada a necessidade de um período mínimo de pousio de sete anos para que o solo recupere sua fertilidade natural.

AGRADECIMENTOS

Esta publicação apresenta parte dos resultados do projeto internacional "Conservation and Management of Below-Ground Biodiversity" implementado em sete países tropicais: Costa do Marfim, Índia, Indonésia, Quênia, México, Brasil e Uganda. Este projeto é coordenado pelo Tropical Soil Biology and Fertility Institute do CIAT (TSBF-CIAT com co-financiamento do Global Environmental Facility (GEF), e suporte na implementação do United Nations Environment Programme (UNEP). No Brasil, ele é denominado BiosBrasil e coordenado pela UFLA e executado por esta e outras 7 instituições (INPA, UFAM, Embrapa Solos, UNB, FURB, CENA e CEULM/ULBRA). As opiniões expressas nessa publicação são dos autores e não refletem necessariamente as de suas instituições ou do United Nations Environment Programme e do Global Environmental Facility.

REFERÊNCIAS

- ALFAIA, S.S. RIBEIRO, A. G.; NOBRE, A.N.; LUIZÃO, R.C., LUIZÃO, F.J. Evaluation of soil fertility in smallholder agroforestry systems and pastures in western Amazonia. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. 2004.102: 409-414.
- ALFAIA, S. S. e SOUZA, L.A G. Perspectivas do Uso e Manejo dos Solos. *In*: Araújo, Q. R. (ed). **500 anos de Uso e Manejo dos Solos na Amazônia**. Editora da UESC, Ilhéus, Brasil. 2002. p.311-327.
- BRADY, N. C.. **Natureza e propriedades dos solos**. Rio de Janeiro. Brasil. 1989 878pp.
- CERRI, C.C.; BERNOUX, M. VOLKOFF, B., MORAES, J.L., Dinâmica do carbono no solo da Amazônia. *In*: Alvarez,V.H., Fontes, L.E., Fontes, M.P.F.(eds). **O solo do Brasil**. Sociedade Brasileira de Ciências do Solo. Universidade Federal de Viçosa. 1996. 61-70 p.
- COCHRANE, T.T; SÁNCHEZ, L.G.; AZEVEDO, L.G.; PORRAS, J.A. E GARVER, C.L.. **Land in Tropical América**. (Vol.3). CIAT/EMBRAPA-CPPA. 1985 3: 6-9.
- COELHO, M. R. Solos das Áreas-Piloto do Projeto BiosBrasil (Conservation and Sustainable Management of Below-Ground Biodiversity: Phase I), Município de Benjamin Constant, Estado do Amazonas. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e Desenvolvimento. **Boletim de Pesquisa** 67. 2005a.
- COELHO, M. R. O meio físico com ênfase aos solos de terra firme do Alto Solimões, Município de Benjamin Constant AM. *In*: **Annual meeting. Conservation and Sustainable Management of Below - Ground Biodiversity**. Manaus. 2005b.
- COUTINHO, L.M.. O cerrado e a ecologia do fogo. **Ciência Hoje**, Brasília. 19901:(68) p. 22-32.
- DENICH, M.; VIELHAUER, K.; KATO, M.S.A.; BLOCK, A.; KATO, O.R.; SÁ,T.D.A.; LUCKE, W. E VLEK, P.G.L.. Mechanized land preparation in forest-based fallow systems: the experience of Eastern Amazonia. **Agroforestry Systems** (61): 91-106.
- DESJARDINS, T.; LAVELLE, P.; BARROS, E.; BROSSARD, M.; CHAPUIS-LARDY, L.; CHAUVEL, A.; GRIMALDI, M.; GUIMARÃES, F.; MARTINS, P.; MITJA, D.; MULLER, M.; SARRAZIN, M.; TAVARES FILHO, J. E TOPALL. Dégradadion dès pâturages amazoniens. **Étude et Gestion dès Sols**. 2004 (7): 353-378.

- EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** Silva, F.C. (Ed.) Brasília, DF. 1999. 370p.
- FEARNSIDE, P. M.. **A Floresta Amazônica nas Mudanças Globais.** Instituto de Pesquisas da Amazônia. Manaus, Amazonas. 2003.134pp.
- FERNANDES, S. A. P., **Propriedades do solo na conversão de floresta em pastagem fertilizada e não fertilizada com fósforo na Amazônia, (Rondônia)** 131 f. 1999. Tese de Doutorado. Centro de Energia Nuclear na Agricultura. Universidade de São Paulo, Piracicaba 1999.
- GAMA, J. R. N. F.; KIEHL, J. C. Influência do alumínio de um Podzólico Vermelho-Amarelo do Acre sobre o crescimento das plantas. **R. Bras. Ci. Solo.** Viçosa-MG, . 23, p. 475-482, 1999.
- JOHNSON, C.M.; VIEIRA, I.C.G.; ZARIN, D.J.; FRIZANO, J. E JOHNSON, A.H.. Carbon and nutrient storage in primary and secondary forests in Eastern Amazônia. **Forest Ecology and Management.** 2001 (147): 245-252.
- KATO, M.S.A., KATO, O.R., DENICH, M. E VLEK, P.L.G. Fire-free alternatives to slash-and-burn for shifting cultivation in the Eastern Amazon region: the role of fertilizers. **Field Crops Research.** 1999. (62): 225-237.
- LIMA, H. N. MELLO, J.W.V.; SCHAEFER, C. E.G.R.; KERR, J. C. E LIMA, A.M.N.. Mineralogia e química de três solos de uma topossequência da bacia sedimentar do Alto Solimões, Amazônia Ocidental. **R. Bras. Ci. Solo.** 2006 (1) :1-15.
- MOREIRA, A. E COSTA, D.G. Dinâmica da matéria orgânica na recuperação de clareiras da floresta amazônica. **Pesq. agropec. bras.,** 2004.39: 1013-1019.
- MOREIRA, A.; GONÇALVES, J.R.P. E PLÁCIDO, JR.C.G. **Mapas da distribuição aproximada da fertilidade dos solos no Estado do Amazonas.** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental. 2005. 21p.
- RECCO, R.; AMARAL, E.F.; PINTO, E.M. E MELO, A.W.F.. Avaliação do nível de carbono em solos tropicais submetidos a plantio de sistemas agrofloretais em diferentes idades na Amazônia Ocidental. In: **III Congresso Brasileiro de Sistemas Agrofloretais.** EMBRAPA, Manaus. Brasil. 2000 p.55-57.
- RODRIGUES, T.E.. Solos da Amazônia. In: Alvarez,V.H., Fontes, L.E., Fontes, M.P.F.(eds). **O solo do Brasil.** Sociedade Brasileira de Ciências do Solo. Universidade Federal de Viçosa. 1996. p. 2-19.
- SANCHEZ, P.A.; BANDY, D.E. E VILLACHICA, J.H. Amazon basin soils: Management for continuous crop production. **Science.** 1982. (216): 821-827.
- SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S.; TOMM, G.O. E SPERA, S.T.. Efeito de sistemas de produção mistos sob plantio direto sobre fertilidade do solo após oito anos. **R. Bras. Ci. Solo..** 2001 (27): 545-552.
- TEIXEIRA, W.G. E BUENO, N. Caracterização química e granulométrica de solos do Alto Solimões-AM. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 25., 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa-MG, 1995. p. 2076-2078.