

SEÇÃO IV - FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS

FÓSFORO ORGÂNICO EM SOLOS SOB FLORESTAS MONTANAS, PASTAGENS E EUCALIPTO NO NORTE FLUMINENSE⁽¹⁾

Gláucio de Mello Cunha⁽²⁾, Antonio Carlos da Gama-Rodrigues⁽³⁾, Gilmar Santos Costa⁽⁴⁾ & Ary Carlos Xavier Velloso⁽⁵⁾

RESUMO

Os solos tropicais muito intemperizados possuem, de modo geral, baixa disponibilidade de P para as plantas e elevada capacidade de adsorção de P inorgânico (Pi). Dessa forma, a manutenção de fontes orgânicas, capazes de suprir P por mineralização, é de grande importância para o crescimento de plantas em condições de acentuado intemperismo. A reciclagem de resíduos orgânicos e a habilidade da comunidade vegetal em conviver com baixas concentrações de P no solo garantem a sustentabilidade em ecossistemas naturais. O objetivo deste trabalho foi estimar o conteúdo de P orgânico (Po) total e as frações lábeis de P no solo, em duas florestas naturais (sítio 1 a 900 m de altitude e sítio 2 a 600 m), em um povoamento de *Corymbia citriodora* (sítio 3 a 250 m de altitude) e em pastagens adjacentes a cada cobertura florestal, em cada sítio. A taxa de recuperação de Pi + Po em relação à extração nitro-perclórica do P total variou de 50 a 82 %. O teor médio de Po total nos solos florestais foi de 160 mg kg⁻¹ e, nos solos sob pastagem, de 69,8 mg kg⁻¹. A maior diferença de Po total, entre floresta e pastagem, ocorreu no sítio 1 (-74 %), seguido do sítio 3 (-53 %) e sítio 2 (-25 %). O Po representou de 14,6 a 36,9 % do P total extraído. Em relação ao P lábil, o Po representou mais de 80 % nos solos sob florestas naturais e 65 % no solo sob eucalipto. O Po (total e lábil) correlacionou-se positivamente com o C orgânico, e o Po lábil com o P disponível.

Termos de indexação: Mata Atlântica, disponibilidade de fósforo, frações lábeis de fósforo.

⁽¹⁾ Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal - CCTA/UENF. Recebido para publicação em junho de 2004 e aprovado em março de 2007.

⁽²⁾ Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo – UFES. CEP 29500-000 Alegre (ES). E-mail: glaucioml@yahoo.com.br

⁽³⁾ Professor do Laboratório de Solos do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA) da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF. CEP 28013-602 Campos dos Goytacazes (RJ). Bolsista da FAPERJ. E-mail tonygama@uenf.br

⁽⁴⁾ Instituto Superior de Ciências Agrárias da FAETEC-RJ. CEP 28070-620 Campos dos Goytacazes (RJ). E-mail: gscosta@uenf.br

⁽⁵⁾ Professor do Laboratório de Solos do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, UENF. E-mail: velloso@uenf.br

SUMMARY: *ORGANIC PHOSPHORUS IN SOILS UNDER MONTANE FOREST, PASTURE AND EUCALYPT IN THE NORTH OF RIO DE JANEIRO STATE, BRAZIL*

Highly weathered tropical soils have low P plant availability and very high inorganic phosphorus (Pi) adsorption capacity. Therefore, maintenance of organic sources able to supply P by mineralization is essential for P availability under highly weathered conditions. Organic matter cycling and tolerance to low P soil concentration of the plant community may guarantee sustainability in natural ecosystems. The aim of this study was to evaluate organic phosphorus (Po) content and labile P fractions in the soils of three sites. The first site was a natural forest at 900 m asl, the second natural forest at 600 m asl and the third a *Corymbia citriodora* stand at 250 m asl. The same P fractions were evaluated in pasture areas adjacent to each site. The recovery rate of Pi + Po ranged from 50 to 82 % of the nitric-perchloric extraction. Mean total Po in the forest was 160 mg kg⁻¹ and in pasture soil 69.8 mg kg⁻¹. The greatest difference between forest and pasture was observed at site one (-74 %), followed by site three (-53 %) and site two (-25 %). Organic P accounted for 14.6 to 36.9 % of the total extracted P. Labile Po accounted for over 80 % of the total labile P in the natural forests and 65 % in the *Corymbia citriodora* plantation. Total and labile Po were positively correlated with organic C, and the labile Po was positively related to available P.

Index terms: Atlantic forest, available P, labile P fraction.

INTRODUÇÃO

Os solos de regiões tropicais úmidas, notadamente aqueles em estádios mais avançados de intemperismo, apresentam alta capacidade de adsorção de P, em decorrência da eletropositividade desenvolvida por argilossilicatos e óxidos, culminando com reação envolvendo troca de ligantes (Novais & Smith, 1999). Ao longo do processo de intemperismo, as reações químicas, atuantes no material de origem e no próprio solo, levam à formação de minerais mais estáveis, como os oxidróxidos de Fe e Al, os quais atuam como adsorventes deste elemento, propiciando limitação da disponibilidade deste elemento no sistema (Cross & Schlesinger, 1995). Portanto, em condições tropicais úmidas, o P orgânico (Po) assume relevante importância na conservação do P disponível às plantas, por reduzir os efeitos do processo de adsorção de P inorgânico (Pi), pela fase mineral do solo. Nesse aspecto, o P biologicamente ativo, representado, em parte, pelo Po lábil, tem sua participação aumentada no compartimento de P total deste, conforme o grau de intemperismo do solo (Guo et al., 2000), passando de 5 % na ordem Entissol para 35 % na ordem Oxissol (Cross & Schlesinger, 1995).

O P extraível no solo é usado para estimar a necessidade de suplementação de P via fertilização e representa um índice de disponibilidade de P para as plantas cultivadas. Todavia, esse índice ignora formas de Pi e Po menos disponíveis (Beck & Sanches, 1994). Nas florestas, em particular, a disponibilidade de P no solo não reflete o acúmulo deste elemento na biomassa, tampouco o montante de P ciclado

anualmente (Novais & Smyth, 1999). Atribui-se, portanto, a formas menos lábeis de Pi e de Po, contidas em solos mais intemperizados, a absorção de P pelas plantas. Essas formas, normalmente, não são detectadas por procedimentos comuns de determinação de P disponível (Tiessen et al., 1984). Desse modo, o Po lábil extraído por NaHCO₃, por ser facilmente mineralizado, contribuiria para a disponibilidade de P à planta (Bowman & Cole, 1978).

Em solos tropicais, o Po pode ser grandemente afetado pela mudança da cobertura vegetal, alterando a disponibilidade de P (Szott & Melendez, 2001; Solomon et al., 2002; Zaia, 2005). Assim, a caracterização do Po constitui-se de importância fundamental na compreensão do ciclo do P em solos de avançado estágio de intemperismo.

O objetivo deste trabalho foi estimar o conteúdo de Po total e as frações lábeis de P do solo, distinguindo a participação da fração orgânica de P nesse compartimento, em duas florestas naturais, em um povoamento de *Corymbia citriodora* (eucalipto) e em pastagens adjacentes a essas coberturas florestais.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na região de entorno do Parque Estadual do Desengano (PED), Santa Maria Madalena, Rio de Janeiro, Brasil (21 ° 37 ' S e 42 ° 05 ' W). A vegetação foi classificada como "Floresta Ombrófila Densa Montana" (Brasil, 1983).

O clima é classificado como Cwa, caracterizado por pluviosidade média anual de 1.444 mm, com estação seca definida no período de maio a agosto e temperatura média anual de 20 °C (Estação Climatológica de Santa Maria Madalena, dados não publicados).

Estudaram-se três sítios florestais: sítio 1 - fragmento florestal na área do PED, situado a 900 m de altitude; sítio 2 - fragmento florestal de aproximadamente 10 ha, situado a 600 m de altitude; sítio 3 - povoamento de *Corymbia citriodora*, sem adubação de plantio e de cobertura, no espaçamento de 3 x 2 m, de aproximadamente 20 anos de idade, sem sub-bosque, situado a 250 m de altitude. Os sítios 1 e 2 localizam-se na vertente atlântica, e o sítio 3, na vertente continental. Em cada sítio, pastagens degradadas, de aproximadamente 10 anos de idade, adjacentes às coberturas florestais, na mesma cota de altitude, foram usadas para servir de referencial da mudança de vegetação, em condições similares de clima, solo e relevo. As pastagens, compostas de capim-gordura (*Melinis minutiflora*), foram consideradas degradadas por apresentarem baixa disponibilidade de forragem e presença de plantas invasoras, especialmente de sapê (*Imperata brasiliensis*). Não há registros sobre características de fertilidade do solo na época de implantação e durante o crescimento do povoamento de *Corymbia citriodora* e das pastagens.

Nos sítios 1 e 2, os solos foram classificados como Cambissolos Háplicos Tb distróficos e, no sítio 3, como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, todos em relevo de ondulado a forte ondulado. Para caracterização da fertilidade do solo e dos teores de P orgânico lábil e P orgânico total, em cada cobertura, foram delimitadas quatro parcelas de 1.500 m². Em cada parcela foi coletada uma amostra composta (15 simples/composta) na profundidade de 0–10 cm, em julho de 2001. A composição granulométrica e os atributos químicos foram determinados de acordo com Embrapa (1997), com exceção do conteúdo de P total, estimado a partir de digestão nítrico-perclórica (Bataglia et al., 1983) (Quadro 1).

A quantificação do Po total foi obtida empregando-se o método de extração seqüencial (Bowman, 1989), e o Po lábil, pelo método de extração com NaHCO₃ 0,5 mol L⁻¹ (Bowman & Cole, 1978). O Pi foi determinado após clarificação dos extratos com carvão ativo (Guerra et al., 1996). O teor de Pi nos extratos ácidos e alcalinos foi determinado pelo método de Murphy & Riley (1962).

Na análise de variância dos dados de Po total e lábil e Pi do solo, adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial constituído por três sítios florestais e duas coberturas vegetais como fontes de variação. Os dados também foram submetidos à análise de correlação. Para comparar as médias, foi usado o teste de Tukey a 5 %. Cada cobertura vegetal foi considerada um tratamento de efeito fixo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não se verificou grande variação da textura entre as seis coberturas avaliadas, predominando a textura média (franco-argilo-arenoso) nas condições de coberturas florestais dos sítios 1, 2 e 3. Nas pastagens adjacentes às coberturas florestais nos sítios 2 e 3, a classe textural encontrada foi franco-arenosa, enquanto na pastagem adjacente à floresta, no sítio 1, a textura foi franco-argilosa (Quadro 1). A maior diferença do teor de argila entre floresta e pastagem foi verificada no sítio 1, onde os teores de argila foram de 212 e 295 g kg⁻¹ sob floresta natural e na pastagem, respectivamente. Nos outros sítios, os teores de argila foram praticamente os mesmos nos dois tipos de cobertura vegetal.

Os solos apresentaram características químicas típicas de condições de baixa disponibilidade de nutrientes, ácidos e com Al³⁺ no complexo de troca, especialmente nos sítios 1 e 2. Os teores de P total e P disponível mostraram diferenças entre as coberturas de floresta e pastagem. Nos sítios 1 e 3, a concentração de P total sob as coberturas florestais, em relação às pastagens, foi superior 44 e 29 %, respectivamente. Quanto aos teores de N total e C orgânico, foram observadas diferenças entre florestas e pastagens; nos sítios 1 e 2, os teores de C sob pastagens foram menores do que os sob florestas – da ordem de 56 e 42 %, respectivamente (Quadro 1). Os resultados (Quadro 1) sugerem que haveria alteração no nível de fertilidade do solo pela mudança do tipo de cobertura vegetal, considerando a baixa magnitude de variação dos teores de argila dos solos entre as florestas e as pastagens. Contudo, não há registro sobre a fertilidade do solo e sobre o uso de fertilização nas pastagens da época de implantação, de maneira que se pudesse medir a magnitude de influência da alteração de uso da terra.

A relação (Pi + Po)/P total indica a taxa de recuperação do método em relação ao P total do solo por digestão. A taxa de recuperação variou de 50 a 82 % (Quadro 2). As taxas de recuperação encontradas por Condron et al. (1990) variaram entre 30 e 107 % do P total, e por Guerra et al. (1996), entre 48 e 109 %.

O teor médio de Po total nos solos sob florestas foi de 160 mg kg⁻¹ e, sob pastagens, de 69,8 mg kg⁻¹ (Quadro 2). Os teores de Po total dos solos sob os fragmentos de floresta natural estão dentro da faixa de valores encontrados para Cambissolos da região Sudeste do Brasil, que variaram entre 87,8 e 771,5 mg kg⁻¹ (Duda, 2000). O teor de Po total no solo sob eucalipto foi maior do que no solo sob pastagem (Quadro 2) e está na faixa de valores encontrados por Guerra et al. (1996), que variou de 22 a 84 mg kg⁻¹, em Latossolos sob pastagens.

Em cada sítio, os solos sob pastagens apresentaram menores teores de Po total do que os daqueles sob florestas (Quadro 2). A maior diferença entre essas coberturas vegetais ocorreu no sítio 1 (-74 %), seguido

Quadro 1. Características físicas e químicas do solo sob três coberturas florestais e sob pastagem

Cobertura	Areia	Silte	Argila	pH H ₂ O	Pt ⁽²⁾	P ⁽³⁾	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	Nt ⁽⁴⁾	C
	g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹			cmol _c .kg ⁻¹			g kg ⁻¹	
Floresta sítio 1 ⁽¹⁾	514	274	212	4,12	922	6,1	46	0,38	0,60	1,39	2,0	53,6
Floresta sítio 2	598	211	191	3,84	540	5,4	33	0,45	0,73	1,66	1,6	37,2
Eucalipto sítio 3	516	144	340	4,40	785	5,4	148	1,46	1,46	0,37	1,7	19,2
Pasto sítio 1	460	245	295	4,33	515	2,8	65	0,71	0,40	1,51	1,6	23,8
Pasto sítio 2	606	208	186	4,22	585	2,0	25	0,58	0,42	1,37	1,4	21,4
Pasto sítio 3	532	130	338	4,52	554	2,0	89	1,15	0,80	0,22	1,3	17,0

⁽¹⁾ Sítio 1: floresta e pasto a 900 m de altitude; sítio 2: floresta e pasto a 600 m de altitude; sítio 3: povoamento de *Corymbia citriodora* e pasto a 250 m de altitude. ⁽²⁾ Fósforo total. ⁽³⁾ P disponível por Mehlich-1. ⁽⁴⁾ N total.

Quadro 2. Teores das frações de fósforo inorgânico (Pi), orgânico (Po) e inorgânico + orgânico nas formas lábil e total do solo sob três coberturas florestais e três pastagens adjacentes

Cobertura		Pi		Po		Pi + Po	
		Total	Lábil	Total	Lábil	Total	Lábil
mg kg ⁻¹							
Sítio 1	Floresta	402,3a (63,1) ⁽¹⁾	17,8a (14,5) ⁽²⁾	235,6a (36,9) ⁽¹⁾	104,9a (85,5) ⁽²⁾	637,8a (69) ⁽³⁾	122,7a
	Pasto	194,8b (76,2)	19,1a (40,0)	60,8b (23,8)	24,3b (60,0)	255,6b (50)	43,4b
Sítio 2	Floresta	242,5b (66,1)	12,6b (13,0)	124,5a (33,9)	84,1a (87,0)	367,0b (68)	96,7a
	Pasto	389,1a (80,7)	19,3a (28,5)	93,3b (19,3)	48,5b (71,5)	482,4a (82)	67,8b
Sítio 3	Eucalipto	332,1a (73,5)	15,8b (29,9)	119,9a (26,5)	37,1a (70,1)	452,0a (58)	52,9a
	Pasto	324,8a (85,4)	22,2a (59,0)	55,4b (14,6)	15,4b (41,0)	380,2b (69)	37,6b
Média Geral	Floresta	325,6a (67,1)	15,4b (17,0)	160,0a (32,9)	75,4a (83,0)	485,0a (65)	90,8a
	Pasto	302,9a (81,3)	20,2a (40,7)	69,8b (18,7)	29,4b (59,3)	372,7b (67)	49,6b

Médias seguidas por letras iguais na coluna, para cada sítio, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5 %. ⁽¹⁾ Percentual em relação a Pi + Po total. ⁽²⁾ Percentual em relação a Pi + Po lábil. ⁽³⁾ Recuperação percentual em relação ao P total estimado a partir de digestão nítrico-perclórica.

do sítio 3 (-53 %) e do sítio 2 (-25 %). Situação similar também foi verificada para o Po lábil em todos os sítios (Quadro 2). O teor médio de Po lábil nos solos sob florestas foi de 75,4 mg kg⁻¹ e, sob pastagens, de 29,4 mg kg⁻¹. Esses resultados evidenciam que as reservas de Po (total e lábil) no solo seriam maiores nos solos florestais do que nas pastagens. Entretanto, essa tendência não foi verificada para Pi (total e lábil) em todos os sítios (Quadro 2).

Há evidências, em certo limite, de que, quanto maiores as reservas de C e de nutrientes no solo sob floresta, maior seria o impacto de alteração da vegetação na redução das reservas de Po. Solomon et

al. (2002), estudando dois sítios de florestas alto-montanas, na Etiópia, com diferentes níveis de fertilidade do solo, onde ocorreram substituições de floresta natural por cultivos agrícolas e florestais, verificaram maior redução de Po (lábil e total) e Pi no sítio com maior reserva de C orgânico, N total, P total e bases trocáveis no solo. Houve diminuição nos teores de Po total do solo, na Amazônia peruana, em decorrência da substituição de floresta natural por cultivos agrícolas sucessivos sem reposição de nutrientes por fertilização (Beck & Sanches, 1994). No entanto, ocorreu aumento de Po no solo na conversão de floresta submontana para pastagem, em Rondônia, Brasil (Garcia-Montiel et al., 2000).

O P_i predominou na composição do P total ($P_i + P_o$) nos solos sob todas as coberturas vegetais. O P_o representou de 14,6 a 36,9 % do P total extraído. No sítio 3, o solo sob pastagem apresentou a menor relação P_o/P total, enquanto a maior participação do P_o na composição do P total foi no solo sob floresta natural, no sítio 1 (Quadro 2).

A participação do P_o na composição do P total do solo, aparentemente, distingue-se nas florestas naturais em relação às demais coberturas (Quadro 2). Provavelmente, a maior ciclagem de C e de nutrientes nessas florestas (Cunha, 2002) condicionou maior acúmulo de P na forma orgânica em comparação com as outras coberturas. Nesse sentido, parte do P ciclado nas florestas permanece na forma de compostos orgânicos, protegidos, de alguma maneira, da competição exercida pela fase mineral do solo (Novais & Smyth, 1999).

As diferenças nos teores de P_o (média de total e lábil), C orgânico e N total do solo entre as coberturas florestais e as pastagens adjacentes foram, respectivamente, de 75, 54 e 20 %, no sítio 1; de 36, 43 e 16 %, no sítio 2; e de 54, 12 e 24 %, no sítio 3. Em condições de clima tropical alto-montana, Solomon et al. (2002) verificaram menor depleção de P total do que de C, após substituição de florestas naturais por cultivos. Similarmente, em condições de clima temperado, o decréscimo no teor de C orgânico no solo é acompanhado por menor declínio em P_o . No entanto, de maneira geral, na região tropical, a diminuição no teor de matéria orgânica do solo causa perdas de mesma magnitude para C, N e P_o (Stewart & Tiessen, 1987).

O balanço entre os teores de P_i lábil e P_o lábil em relação ao P lábil total apresentou diferença entre as coberturas vegetais (Quadro 2). A fração P_o lábil foi maior do que a P_i lábil, ao contrário do balanço de P_i e P_o em relação ao P total. Nos solos sob florestas naturais, mais de 80 % do P lábil, e de 65 % naqueles sob eucalipto, foram constituídos por P_o lábil; contudo, nas pastagens degradadas foi menor a proporção do P_o lábil. O uso do solo por atividade em que a extração de nutrientes e a taxa de mineralização são mais intensas, como no caso das pastagens em relação às coberturas florestais, acarretaria a perda de C orgânico e, conseqüentemente, de P_o , o que alteraria a relação P_i lábil e P_o lábil no solo. O predomínio de P_o lábil em relação ao P_i lábil (Quadro 2), encontrado também por Guerra et al. (1996) e Solomon et al. (2002), indicaria que a disponibilidade de P, em curto prazo, não seria completamente acessada por determinações de P disponível (Novais & Smyth, 1999). Em solos de avançado estágio de intemperismo, o P disponível estaria estreitamente relacionado às frações do P_o (Tiessen et al., 1984; Beck & Sanches, 1994).

Os menores valores da relação P_o lábil/ P_o total ocorreram nos solos do sítio 3, sob eucalipto (0,31) e sob pastagem (0,28). No sítio 1, os valores dessa relação foram de 0,45 e 0,40 para solos sob floresta natural e sob pastagem, respectivamente; já no sítio 2, os valores

foram de 0,68 sob floresta natural e de 0,52 sob pastagem. Desse modo, os solos dos sítios 1 e 2 apresentaram maior proporção de P_o mineralizável do que os do sítio 3. Além disso, as coberturas florestais tenderam a apresentar valores superiores da proporção de P_o mineralizável que as pastagens, especialmente no sítio 2.

Houve correlação positiva entre os teores de P_o total e C orgânico ($r = 0,853^*$) do solo. Resultados similares foram observados em outros solos de região tropical (Bornemisza & Igue, 1967; Machado et al., 1993; Guerra et al., 1996). Entretanto, correlação negativa foi encontrada por Zaia (2005), usando o mesmo método de determinação de P_o do presente trabalho, em solos sob plantios de cacau no sul da Bahia.

O P_o lábil correlacionou-se positiva e negativamente com os teores de C ($r = 0,936^{**}$) e argila ($r = -0,748^*$), respectivamente. Guerra et al. (1996) também encontraram correlação positiva entre C e P_o lábil em Latossolos e Argissolos, sob pastagens. Entretanto, Zaia (2005) constatou correlação positiva entre P_o lábil e argila em Latossolo Vermelho-Amarelo, sob diferentes plantios de leguminosas florestais. Por sua vez, Guerra et al. (1996) e Zaia (2005) não encontraram correlações significativas entre P_o lábil e argila em solos sob pastagens e plantios de cacau, respectivamente. Em geral, a acumulação de C e de P_o lábil está positivamente associada ao teor de argila (Moraes et al., 1995; Cade-Menun, 2005). Assim, no presente trabalho, a relação negativa entre os teores de P_o lábil e argila seria devido, aparentemente, à distinta capacidade das coberturas vegetais e, ou, da qualidade (fatores edafoclimáticos) dos sítios, em acumular C e, por conseguinte, P_o lábil. Os solos do sítio 3, apesar de terem os maiores teores de argila, apresentaram os menores teores de C e P_o lábil (Quadros 1 e 2).

Além do C orgânico, o P_o lábil correlacionou-se positivamente com o P disponível ($r = 0,752^*$), por Mehlich-1. Em solos mais intemperizados, a solubilidade de formas secundárias de P_i é muito pequena, e, por essa razão, a disponibilidade de P seria regulada pela mineralização de P_o . Guo et al. (2000) mostraram aumento na proporção de P_o lábil com o avanço do intemperismo do solo. Assim, mais de 80 % da variabilidade em P disponível pode ser explicada pela variação no P_o lábil (Tiessen et al., 1984; Guerra et al., 1996). Essa fração do P_o , por sua vez, seria regulada pela disponibilidade de substratos orgânicos (Solomon et al., 2002; Zaia, 2005). Correlações positivas foram obtidas entre N total e P_o total ($r = 0,881^{**}$) e P_o lábil ($r = 0,729^*$). Resultados similares foram encontrados por Tiessen et al. (1984) e por Solomon et al. (2002). Houve correlação negativa entre P_o lábil e pH ($r = -0,814^*$). Solos com pH elevado tendem a apresentar menores proporções de P na forma orgânica, em razão da maior taxa de mineralização (Tiessen et al., 1984).

Os resultados do presente trabalho indicam a tendência dos solos sob florestas de apresentarem

maior teor de Po do que os solos sob pastagens. Contudo, estudos futuros seriam necessários para mostrar o grau de magnitude de alteração do Po na conversão de floresta (natural e plantada) para pastagem (produtiva e degradada), numa cronosequência, nas mesmas condições edafoclimáticas do presente estudo.

CONCLUSÕES

1. Os solos sob as coberturas florestais apresentaram maior teor de Po total e Po lábil do que os solos sob pastagens.
2. O Po (total e lábil) correlacionou-se positivamente com o C orgânico, e o Po lábil, com o P disponível.
3. O Po lábil predominou amplamente sobre a fração inorgânica lábil, especialmente nos solos sob florestas.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo auxílio financeiro para realização deste trabalho.

LITERATURA CITADA

- BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R. & GALLO, J.R. Métodos de análise química de plantas. Campinas, Instituto Agronômico, 1983. 48p. (Boletim Técnico, 78)
- BECK, M.A. & SANCHES, P.A. Soil phosphorus fraction dynamics during 18 years of cultivation on a Typic Paleudult. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 58:1424-143, 1994.
- BORNEMISZA, E. & IGUE, K. Compararison of three methods for determining organic phosphorus in Costa Rican soils. *Soil Sci.*, 103:347-353, 1967.
- BOWMAN, R.A. A sequential extraction procedure with concentrated sulfuric acid and diluted base for soil organic phosphorus. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 53:326-366, 1989.
- BOWMAN, R.A. & COLE, C.V. Transformation of organic phosphorus substrates in soil as evaluated by NaHCO₃ extraction. *Soil Sci.*, 125:95-101, 1978.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. PROJETO RADAMBRASIL. Folhas SF. 23/24. Rio de Janeiro/Vitória. Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1983. 780p. (Levantamento de Recursos Naturais, 32)
- CADE-MENUN, B.J. Characterizing phosphorus in environmental and agricultural samples by ³¹P nuclear magnetic resonance spectroscopy. *Talanta*, 66:359-371, 2005.
- CONDON, L.M.; MOIR, J.O.; TIESEN, H. & STEWART, J.W.B. Critical evaluation of methods for determining total organic phosphorus in tropical soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 54:1261-1266, 1990.
- CROSS, A. F. & SCHLESINGER, W.H. A literature review and evaluation of the Hedley fractionation: Application to the biogeochemical cycle of soil phosphorus in natural ecosystems. *Geoderma*, 64:197-214, 1995.
- CUNHA, G.M. Balanço e ciclagem de nutrientes em florestas montanas da mata atlântica e em plantio de eucalipto na região Norte Fluminense. Campos dos Goytacazes, Universidade Estadual do Norte Fluminense, 2002. 122p. (Tese de Doutorado)
- DUDA, G.P. Conteúdo de fósforo microbiano, orgânico e biodisponível em diferentes classes de solos. Itaguaí, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2000. 158p. (Tese de Doutorado)
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- GARCIA-MONTIEL, D.C.; NEILL, C.; MELILLO, J.; THOMAS, S.; STEUDLER, A. & CERRI, C.C. Soil phosphorus transformation following forest clearing for pasture in the Brazilian Amazon. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 64:1792-1804, 2000.
- GUERRA, J.G.M.; FONSECA, M.C.C.; ALMEIDA, D.J.; DE-POLLI, H. & FERNANDES, M.S. Conteúdo de fósforo em amostras de solos. *Pesq. Agropec. Bras.*, 31:291-299, 1996.
- GUO, F.; YOST, R.S.; HUE, N.V.; EVENSEN, C.I. & SILVA, J.A. Changes in phosphorus fractions in soils under intensive plant growth. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 64:1681-1689, 2000.
- MACHADO, M.I.C.S.; BRAUNER, J.L. & VIANNA, A.C.T. Formas de fósforo na camada arável de solos do Rio Grande do Sul. *R. Bras. Ci. Solo*, 17:331-336, 1993.
- MORAIS, J.F.L.; VOLKOFF, B.; CERRI, C.C. & BERNOUX, M. Soil properties under amazon forest and changes due to pasture installation in Rondônia, Brazil. *Geoderma*, 70:63-81, 1995.
- MURPHY, J. & RILEY, J.P. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chem. Acta*, 27:31-36, 1962.
- NOVAIS, R.F. & SMYTH, T.J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399p.
- SOLOMON, D.; LEHMANN, J.; MAMO, T.; FRITZCHE, F. & ZECH, W. Phosphorus forms and dynamics as influenced by land use changes in the sub-humid Ethiopian highlands. *Geoderma*, 105:21-48, 2002.
- STEWART, J.W.D. & TIESEN, H. Dynamics of soil organic phosphorus. *Biogeochemistry*, 4:41-60, 1987.
- SZOTT, L.T. & MELENDEZ, G. Phosphorus availability under annual cropping, alley cropping, and multistrata agroforestry systems. *Agrofor. Systems*, 53:125-1132, 2001.
- TIESEN, H.; STEWART, J.W.B. & COLE, C.V. Pathways of phosphorus transformation in soils of differing pedogenesis. *Soil Sci.*, 48:853-858, 1984.
- ZAIA, F.C. Frações de fósforo do solo sob diferentes coberturas vegetais no Norte Fluminense e em plantios de cacau no sul da Bahia. Campos dos Goytacazes, Universidade Estadual do Norte Fluminense, 2005. 89p. (Tese de Mestrado)