

INFLUÊNCIA DO POUSIO E DA PASTAGEM SOBRE A DINÂMICA DE NUTRIENTES EM OSSOLOS RECENTEMENTE DESFLORESTADOS NA AMAZÔNIA ORIENTAL¹

JOSÉ ANTONIO DIEZ², ALFREDO POLO², CARLOS CLEMENTE CERRI³ e FRANCIS ANDREUX⁴

RESUMO - O presente trabalho demonstra o efeito do pousio por seis e oito anos e a introdução de pastagem por nove anos sobre a dinâmica de nutrientes. Usou-se a técnica da eletroultrafiltração (EUF), com o objetivo de desenvolver sistemas eficazes que permitam melhorar a fertilidade dos solos desflorestados da Amazônia oriental. Os resultados obtidos demonstram um efeito claro da queimada, que causou acentuada elevação do pH do solo e um apreciável decréscimo de EUF-Al e aumento de K e Ca trocáveis. A instalação da pastagem após a desflorestação como forma de exploração traz uma expectativa aceitável de manutenção dos níveis de fertilidade do solo, uma vez que eleva o pH, reduz o teor de EUF-Al, aumenta a mobilidade do P, se detectam teores de K superiores ao do pousio de oito anos, aumenta a atividade biológica do solo e mostra uma tendência a manter o N disponível.

Termos para indexação: técnica de eletroultrafiltração, fertilidade, queimadas, pH do solo, decréscimo de alumínio, aumento de K e Ca trocáveis.

INFLUENCE OF FALLOW AND OF PASTURE ON THE NUTRIENT DYNAMICS IN RECENTLY DEFORESTED OXISOLS OF EASTERN AMAZONIA

ABSTRACT - The present paper deals with the effects of six and eight years of fallow and of nine years of cultivated pasture, on nutrient dynamics in deforested Oxisols of Eastern Amazonia. Electroultrafiltration (EUF) method was used, in order to propose efficient systems to improve soil fertility in this area. Forest burning brought about immediate increase of soil pH, whereas subsequent decrease in extractable EUF-Al and increase in exchangeable K and Ca were noticed. Pasture installation after deforestation has shown appreciable prospect to maintain an adequate level of soil fertility since it increases pH and reduces the EUF-Al content. As compared with the soil left under fallow for eight years, higher pH values, lower amount of extractable Al, higher amounts of mobile P and K, higher biological soil activity, and stable amounts of available nitrogen were observed in the pasture soil.

Index terms: electroultrafiltration method, fertility, burnings, soil pH, Al decrease, exchangeable K and Ca increase.

INTRODUÇÃO

Considerando que a fertilidade dos solos recentemente desflorestados na Amazônia oriental diminui de forma acentuada transcorrido um período de dois a três anos, é necessário desenvolver sistemas agrícolas adequados que permitam melhorar a sua fertilidade.

O objetivo do presente trabalho é avaliar o efeito de dois sistemas: o pousio mantido por seis e oito anos e a implantação de pastagem durante nove anos, sobre a dinâmica de nutrientes nos solos, mediante a técnica da eletroultrafiltração.

Esta técnica, desenvolvida por Nemeth em

¹ Aceito para publicação em 29 de outubro de 1990.

Trabalho realizado em cooperação científica entre o CSIC/ORSTOM/CENA. Este trabalho faz parte dos resultados obtidos durante o desenvolvimento do projeto de pesquisa "Dinâmica da matéria orgânica e dos nutrientes em solos da Amazônia e suas relações com a produtividade agrícola", dentro do Convênio Internacional entre o Instituto de Edafologia y Biología Vegetal de Madrid (CSIC, Espanha) e o Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA, Brasil) e com apoio do projeto Amazônia I BRA 0010.

² Eng., M.Sc., Dr., Ph.D. Instituto de Edafologia y Biología Vegetal CSIC - Serrano, 115 DPDO - Madrid 28006 - Espanha.

³ Eng., M.Sc., Dr., Ph.D. Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), Caixa Postal 69, CEP 13400 Piracicaba, SP, Brasil.

⁴ Eng., M.Sc., Dr., Ph.D. ORSTOM - CNRS - Boite Postale 5 - Vandoeuvre - Les Nancy 54501 - França.

1972, se baseia na aplicação do efeito de um campo elétrico sobre uma suspensão de solo em água. Sua aplicação está amplamente difundida na Europa, e alguns trabalhos recentes demonstram sua utilização no resto do mundo, se bem que são poucas suas aplicações a solos de carga variável.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido na Estação Experimental da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), situada em Capitão Poço, PA, 200 km a oeste de Belém.

O clima da área é o da região nordeste do estado do Pará, do tipo quente e úmido, com uma estação seca de um a dois meses. É classificado como Ami, nomenclatura de Köppen. As precipitações médias anuais são de 2.500 mm, sendo que a estação chuvosa se estende entre janeiro e junho, e a seca, entre outubro e novembro. A temperatura média é de 26,9°C, com variação de 2 a 4°C entre o mês mais quente (julho) e o mais frio (janeiro).

Os solos estudados estão localizados em uma zona de platô de relevo plano a ligeiramente ondulado. Segundo Araújo et al. (1973), são Latossolos Amarelos de textura média arenosa, com Areias Quartzosas nas baixadas. No entanto, Rego et al. (1973) identificaram solos Concrecionados Lateríticos e Latossolos Amarelos Podzolizados na área. O perfil do solo sob floresta natural foi descrito por Martins & Cerri (1986). Os perfis dos solos após desmatamento muito se assemelham entre si. O horizonte A₁ apresenta-se dividido, sendo o A₁ de cor cinza escuro (10 YR 3/3), estrutura granular e textura arenosa, com grãos de quartzo soltos, abundância de raízes e alta porosidade. O A₁₂, de cor bruno acinzentado (10 YR 4/3), apresenta manchas mosqueadas difusas e uma estrutura granular mais frágil que o horizonte superior. Entre 10 e 40 cm aparece uma zona heterogênea, com abundantes manchas de óxido de ferro relacionadas com um processo de hidromorfismo. Os horizontes situados entre 50 e 150 cm são caracterizados por uma cor amarela (10 YR 5/6 a 6/8) e uma alta compactação que vai diminuindo à medida que aumenta a profundidade. Manchas de cor cinza ou de óxido de ferro podem aparecer nesta zona, mas são quase ausentes no solo sob pastagem.

Após a desflorestação e queima da mata desta região e com o objetivo de avaliar a fertilidade do solo

em função do tempo, foram aplicados os seguintes tratamentos:

a. Pousio por seis anos: Uma vez queimada a mata, foi cultivado arroz (*Oriza sativa* L.), milho (*Zea mays* L.) e feijão (*Vigna* sp.) durante dois anos, após os quais a área foi deixada em pousio por seis anos. Em seguida, dada a abundante vegetação secundária que se havia instalado, foi feita nova queima e se cultivou novamente durante um ano com arroz, e outro ano, com feijão. Após a colheita do último, foi tomada a amostra estudada.

b. Pousio por oito anos: Este tratamento foi efetuado em outra parcela experimental próxima à anterior, em condições semelhantes, porém com a diferença que o pousio se prolongou por oito anos, após os quais não foi feita nova queima. A amostra foi tomada sob vegetação secundária apreciável, em transição com a mata.

c. Pastagem de nove anos: Uma vez feito o desmatamento e sua queima, foi semeado *Pennisetum purpureum* Schum. (capim-elefante), gramínea forrageira bem adaptada a este tipo de solo e pouco exigente em P (Lobato et al. 1986). Esta pastagem foi mantida por nove anos, durante os quais não recebeu nenhum tratamento fertilizante. Após este período, o solo foi amostrado para análises.

As amostras foram coletadas em quatro níveis de profundidade: de 0 a 10, de 10 a 20, de 20 a 40 e de 40 a 60 cm. Nas camadas 0-10 e 10-20 foram coletadas cinco subamostras por tratagem, ao redor do perfil aberto para descrição morfológica. As amostras foram secadas ao ar, peneiradas a 2 mm e acondicionadas por análises. O conteúdo de carbono foi determinado em analisador CARMOGRAPH-12 A, e o nitrogênio total, pelo método de Kjeldahl, avaliado o NH em auto analisador TECHNICON AA II. O pH foi determinado em uma suspensão de solo em água em pasta saturada. Os teores de argila presentes no solo foram avaliados por granulometria pelo método da pipeta de Robinson e também por EUF, seguindo as normas estabelecidas por Diez et al. (1985) para determinar o conteúdo de argilas seletivas de K presentes no solo, com o objetivo de avaliar a atividade de argila frente aos nutrientes.

O estudo da dinâmica dos nutrientes foi realizado pela técnica da eletroultrafiltração (Nemeth 1979) usando o seguinte programa:

fração I: 30 min, 20°C, 200 V, máximo de 15 mA
fração II: 5 min, 80°C, 400 V, máximo de 150 mA

A extração das amostras foi feita em 5 g de solo

peneirado a 1 mm; as amostras foram introduzidas na câmara central, com uma relação solo/água de 5/50.

Os extratos da EUF provenientes do cátodo e do ânodo correspondentes a cada fração foram juntados, determinando-se o teor de K e Ca por fotometria de chama, e o P, por autoanalisador, pelo método do molibdato amoniacal.

No filtro do cátodo tratado com HCl 2 N foi determinado o Mg, Fe e Al por espectrometria de absorção atômica. No caso do Mg, seu teor foi determinado também nos extratos, de maneira que o valor que consta da tabela 1 é a soma do procedente dos extratos mais o filtro.

Da mesma forma, determinou-se o N total dos extratos da EUF pela irradiação ultravioleta, e oxidação com persulfato de potássio em meio alcalino, para transformar todos os compostos nitrogenados em nitratos (Diez 1985a) e posterior avaliação dos mesmos pelo método da N1 Naftiletildiamina, todo ele integrado em um sistema autoanalisador. Paralelamente, em outro canal, foi analisado o conteúdo de nitrato presente nos extratos antes da oxidação (EUF - NO₃). Ambas as determinações foram reali-

zadas juntando-se os extratos do cátodo e pela diferença entre EUF - N total e EUF - NO₃; foi determinado o conteúdo em EUF - N orgânico, o qual se compõe de compostos nitrogenados de baixo peso molecular e representa a fração de N orgânico que previsivelmente se mineralizará em curto prazo.

Finalmente, determinou-se um parâmetro de N disponível, considerando-se que cada mg de N/100 g extraído por EUF em forma de NO₃ equivale a 30 kg de N/ha, e cada mg de N/100 g de N orgânico equivale a 50 kg de N/ha (Nemeth 1985).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características físico-químicas dos solos correspondentes aos diferentes tratamentos (Tabela 1) mostram que o pousio por seis anos apresenta o pH mais elevado, seguido da pastagem e do pousio por oito anos, enquanto que a mata natural apresenta valores mais baixos. Este aumento do pH se origina na queima após a desflorestação, que em alguns casos pode

TABELA 1. Algumas características físico-químicas do solo procedente da mata natural e depois de receber os diferentes tratamentos.

Tratamentos	Profundidade	pH H ₂ O	Complexo sortivo						C	N	Argila seletiva
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	H ⁺	Al ³⁺			
	cm		eq mg/100 g solo							%	
Mata natural	0-10	3,60	44,3	18,1	0,10	0,09	0,43	1,07	1,88	0,187	10
	10-20	3,60	38,5	11,8	0,05	0,04	1,24	1,04	0,70	0,067	5
	20-40	4,20	29,4	8,7	0,02	0,03	0,32	0,90	0,55	0,043	-
	40-60	4,40	50,5	8,7	0,04	0,03	0,21	0,84	0,36	0,030	-
Pousio 6 anos	0-10	6,80	637,9	29,0	0,03	0,18	0,17	0,02	1,91	0,085	15
	10-20	6,40	384,0	81,1	0,01	0,03	0,10	0,02	1,10	0,062	5
	20-40	5,90	227,4	52,4	0,02	0,09	0,10	0,02	0,63	0,038	5
	40-60	5,40	122,2	31,5	0,00	0,20	0,10	0,02	0,34	0,026	20
Pousio 8 anos	0-10	4,80	NTA	NTA	NTA	NTA	0,20	0,29	1,99	0,068	5
	10-20	4,70	110,5	8,2	0,02	0,01	0,56	0,32	1,09	0,054	-
	20-40	4,75	77,6	6,0	0,01	0,01	0,19	0,44	0,70	0,037	-
	40-60	4,95	48,8	51,0	0,09	0,01	0,21	0,51	0,49	0,032	-
Pastagem 9 anos	0-10	5,30	171,7	82,6	0,15	0,62	0,40	0,47	1,57	0,084	5
	10-20	5,00	85,7	16,9	0,03	0,28	0,39	0,77	0,87	0,057	5
	20-40	4,80	96,5	18,1	0,04	0,27	0,39	0,53	0,54	0,038	-
	40-60	4,70	77,1	20,5	0,04	0,15	0,31	0,59	0,40	0,030	-

atingir valores próximos a 7 na parte superior, como se pode observar, mesmo que em forma atenuada, no pousio de seis anos, que foi submetido a uma segunda queima ao término deste período. Deve-se ressaltar que, enquanto na mata natural o pH aumenta com a profundidade, no pousio de seis anos esta seqüência está invertida. Por outro lado, no pousio de oito anos a seqüência volta a ser similar à da mata, devido ao deslocamento dos cátions por lixiviação.

Um caso à parte é o da pastagem de nove anos, que apresenta pH superior ao do pousio de oito anos, com valores maiores nos horizontes superficiais, indicando que se trata de um processo diferente dos casos anteriores, porém com efeitos claramente positivos para a conservação do solo e sua fertilidade. Os teores de carbono orgânico apresentam, no solo sob mata natural, a distribuição característica dos latossolos do trópico úmido, com concentrações relativamente altas nos primeiros 10 cm, brusco decréscimo nos 10 cm seguintes e diminuição progressiva com a profundidade (Martins & Cerri 1986). Nos solos sob capoeira de seis e oito anos, nota-se um aumento dos teores nos primeiros 40 cm, especialmente na camada 10-20 cm, em relação ao solo sob vegetação natural. Comparativamente, o solo sob pastagem mostra uma diminuição relativa do teor de carbono da camada de 0-20 cm e nenhum aumento notável nas camadas mais profundas.

A textura não apresenta variações espaciais acentuadas nos solos da região, porém notam-se algumas mudanças na espessura de cada horizonte entre areia fina e grossa. O silte é pouco abundante (8 a 12%) e a fração de argilas varia entre 15 e 25%, com mínimos < 10% nos primeiros 2 cm, devido ao empobrecimento superficial por arraste e lixiviação (Martins 1987). A partir da camada 20-30 cm, nota-se um decréscimo da fração de areia fina e um aumento da de argila, a qual passa progressivamente a 40% nas camadas mais profundas.

Quanto ao conteúdo de argilas seletivas, observa-se que em geral é muito baixo, devido

à presença de argila tipo caulinita, com baixa capacidade de troca de cátions. Notam-se valores maiores nos horizontes superficiais, com exceção do solo com capoeira de seis anos, onde aparece 20% de argila seletiva entre 40 e 60 cm, provavelmente devido a uma acumulação local.

A avaliação dos efeitos destes tratamentos sobre a dinâmica de nutrientes é um procedimento adequado para se estudar a possibilidade de exploração destes solos, após sua deflorestação. Com relação ao P (Tabela 2), observa-se que a mata natural é a que apresenta valores mais altos no horizonte superficial, comparado com os outros. No entanto, estes níveis são claramente insuficientes para a nutrição das plantas.

Deve-se destacar, ainda, que qualquer dos tratamentos estudados tem efeitos degradantes sobre o P do solo, tanto do potencialmente similar (EUF - P 20°C), como do de reserva (EUF - P 80°C). Este efeito negativo se explica por duas razões: a primeira é que na mata natural há um aporte contínuo de folhas que se mineralizam e contribuem com a manutenção do P no solo, embora em níveis muito baixos. A segunda razão se deve, tanto no pousio estudado, como na pastagem, a uma contínua absorção do P do solo pelas plantas, o que torna impossível detectar sua presença, em muitos casos.

Embora os dados analíticos mostrem o resultado de todos os fatores que agiram sobre a dinâmica do P, dos quais comentamos os negativos, sem dúvida também houve influências positivas sobre esta dinâmica. Como foi mostrado, a queima origina uma elevação do pH do solo, o que faz com que os níveis de Al diminuam, e, em consequência, aumente o P disponível, pela diminuição do P fixado. Infelizmente, estes efeitos não se refletem nos dados analíticos, pois as reservas de P no solo são muito baixas, como demonstram os valores de EUF - P 80°C detectados, o que faz com que o balanço final seja negativo.

Por outro lado, a utilização de espécies de plantas forrageiras pouco exigentes deste elemento – como é o caso do capim-elefante ou

TABELA 2. Efeito dos diferentes tratamentos, sobre a dinâmica dos elementos P, K, Ca, Mg, Fe e Al determinados por EUF.

Tratamento	Profundidade cm	mg/100 g				ppm			
		P		K		Ca	Mg	Fe	Al
		20°C	80°C	20°C	80°C				
Mata natural	0-10	0,14	0,10	2,52	0,40	7,5	1,55	-	0,72
	10-20	0,03	0,02	1,04	0,20	7,8	0,59	-	1,20
	20-40	-	-	0,56	-	8,7	0,33	-	2,50
	40-60	-	-	0,26	-	8,0	0,30	-	1,80
Pousio 6 anos	0-10	0,01	0,01	3,30	0,60	15,3	1,10	-	0,36
	10-20	-	-	1,04	0,20	12,6	0,50	-	0,34
	20-40	-	-	3,08	0,40	13,6	0,40	-	0,38
	40-60	-	-	7,13	1,20	8,9	1,10	0,8	0,48
Pousio 8 anos	0-10	-	-	1,30	0,20	9,9	0,80	-	0,40
	10-20	-	-	0,48	-	10,9	0,10	-	0,26
	20-40	-	-	0,30	-	9,9	0,10	-	0,82
	40-60	-	-	0,20	-	6,8	0,25	-	0,22
Pastagem 9 anos	0-10	-	-	1,76	0,20	9,8	0,90	-	0,26
	10-20	-	-	0,78	0,20	10,8	0,30	-	0,28
	20-40	-	-	0,22	-	8,3	0,60	-	0,30
	40-60	-	-	0,28	-	9,3	0,68	-	0,44

da braquiária – e a fertilização com fosfatos naturais podem ser práticas de reconhecida utilidade.

Quanto ao K, observou-se claramente o efeito da queimada, que originou um aumento apreciável do K trocável (EUF - K 20°C), que é tanto mais intenso quanto menor for o tempo transcorrido desde o momento da queima, como o demonstra o fato de que os valores mais elevados são os do pousio de seis anos.

Em geral se observa um decréscimo do K em profundidade, com exceção do pousio de seis anos, onde os níveis altos se encontram nos horizontes mais profundos, coincidindo com o mais alto conteúdo de argilas seletivas e K (Diez 1985a) entre os 40 e 60 cm. Sem dúvida, esta situação parece transitória, já que o contínuo processo de lixiviação fará com que o K se desloque a horizontes mais profundos, chegando finalmente a uma situação análoga à mostrada nos outros casos.

A relação EUF - 20°C/EUF - 80°C em todos os casos é superior a 5, o que permite identificar a argila do solo como caulinita, de acordo com Diez et al. (1987).

Tanto o pousio por oito anos como o pasto de nove anos apresentam conteúdos de K em ambas as frações da EUF algo mais baixos que os da mata natural. Isto se deve à considerável redução dos aportes de resíduos vegetais, além da contínua absorção do K pelas plantas e da ação lixiviadora da chuva.

Estes resultados mostram que se trata de solos diferentes em K, que somente alcançam níveis próximos ao ótimo na fase imediatamente posterior à queimada.

Os níveis de Ca e Mg são baixos, porém devem ser considerados normais neste tipo de solo, devido ao seu pH. Observa-se somente uma acentuada elevação do Ca no pousio de seis anos, como consequência do efeito da queimada realizada recentemente. Nos demais,

TABELA 3. Efeito dos diferentes tratamentos sobre a dinâmica de N no solo, determinada por EUF.

Tratamentos	Profundidade cm	mg N/100 g			EUf-N _{org}	EUf-N _{org} 80°C	EUf-NO ₃	N dispon.
		EUf-N	EUf-NO ₃	EUf-N _{org}	EUf-NO ₃	EUf-N _{org} 20°C	EUf-N	Kg N/ha
Mata natural	0-10	4,92	1,84	3,08	1,67	0,42	0,37	215
	10-20	2,68	1,25	1,43	1,14	0,57	0,46	109
	20-40	1,72	0,83	0,89	1,07	1,40	0,48	69
	40-60	1,38	0,54	0,84	1,55	1,62	0,39	58
Pousio 6 anos	0-10	0,70	0,35	0,35	1,00	10,60	0,50	30
	10-20	0,53	0,31	0,22	0,70	32,00	0,58	20
	20-40	0,48	0,44	0,04	0,09	12,00	0,91	15
	40-60	0,86	0,38	0,48	1,26	2,00	0,44	35
Pousio 8 anos	0-10	0,66	0,54	0,12	0,22	32,00	0,81	20
	10-20	0,32	0,51	-	-	12,00	1,59	15
	20-40	0,50	0,47	0,03	0,06	12,00	0,94	16
	40-60	0,30	0,34	-	-	12,00	1,13	10
Pastagem 9 anos	0-10	0,62	0,27	0,35	1,29	16,00	0,43	24
	10-20	0,66	0,31	0,35	1,12	10,60	0,46	27
	20-40	0,62	0,12	0,50	4,16	2,76	0,19	29
	40-60	0,34	0,15	0,19	1,26	12,00	0,44	14

estas elevações se diluíram com o tempo, assemelhando-se aos mostrados pela mata.

Pode-se verificar também os efeitos dos tratamentos sobre o Al extraído por EUF. Os valores de Al nos diversos tratamentos são apreciavelmente mais baixos que na mata natural, muito especificamente nas pastagens de nove anos, onde o decréscimo se observa mais nos horizontes profundos. Este decréscimo de Al pode contribuir para melhorar o estado do P disponível, na medida em que se reduzem os efeitos fitotóxicos.

Finalmente, na Tabela 3 são mostrados os índices que definem a dinâmica do N no solo como consequência dos diversos tratamentos. Pode-se observar que a desflorestação origina um processo degradativo sobre o N do solo, já que o nível de EUf - N alcançado na mata é perceptivelmente superior ao dos demais tratamentos. Em geral, os níveis de N são mais altos na superfície, especialmente na mata, dado o aporte de N procedente dos resíduos vegetais.

O N da mata se encontra predominantemente em forma de EUf - N org, o que indica que as condições não são favoráveis à nitrifi-

cação. Sem dúvida, após o deflorestamento e queimada, este processo se acelera, devido à intensificação das reações oxidativas. Os níveis de EUf - NO₃ e de EUf - N org, em quaisquer dos tratamentos, são muito similares entre si, e consideravelmente mais baixos que os obtidos para a mata.

Por outro lado, a relação EUf - NO₃/EUf - N mostra a possível imobilização que poderia sofrer o N que se adicionasse ao solo como fertilizante (Diez 1985b). Enquanto na mata se prevê uma intensa fixação do N, esta fixação seria um pouco menor que na pastagem e no pousio de seis anos. No pousio de oito anos, não haveria imobilização do N adicionado.

CONCLUSÕES

1. Um dos efeitos mais claros observados foi o da queimada, que origina um aumento do pH do solo em consequência do K e Ca trocáveis, e um decréscimo do EUf - AL.

2. A implantação da pastagem depois da desflorestação, como sistema de exploração,

mostra expectativas aceitáveis para a manutenção dos níveis de fertilidade no solo, já que eleva o pH, reduz o conteúdo de EUF - Al, aumenta a mobilização do P, se detectam valores de K superiores ao do pousio por oito anos, aumenta a atividade microbiana do solo, o N se encontra em processo avançado de mineralização, além de se mostrar uma tendência a manter o nível de N disponível.

3. Esta prática pode ser melhorada semeando-se variedades pouco exigentes em P e compatíveis entre si, de forma que possibilitem a associação de gramíneas com leguminosas fixadoras de N adaptadas ao pH destes solos, além da aplicação de um programa de fertilização fosfopotássica, que permita a recuperação dos baixos níveis de fertilidade detectados no desenvolvimento deste experimento.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, J.V.; VIEIRA, L.S.; ARAÚJO, M.P. de; MARTINS, J.S. Levantamento exploratório de solos da folha SA 23, São Luiz e parte da folha SA 24, Fortaleza. In: BRASIL, Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAM. **Levantamento de recursos naturais**. Rio de Janeiro: DNPM, 1973. v.3.
- DIEZ, J.A. Determinación del N.U.V. oxidable y nitrato, en extractos de suelos mediante autoanalizador. **Anales de Edafología y Agrobiología**, v.44, p.1453-1464, 1985a.
- DIEZ, J.A. Estimación del contenido en arcilla selectiva de K mediante electroultrafiltración. **Anales de Edafología y Agrobiología**, v.44, p.1421-1431, 1985b.
- DIEZ, J.A.; CADAHIA, C.; GARATE, A. y REVILLA, E. **Estudio de la dinámica de nutrientes mediante EUF como base de la fertilización**. Madrid: CSIC-UAM, 1985. 175p.
- DIEZ, J.A.; MIFSUD, A.; GALLEGO, M.T. Assessment of soil clay components by electroultrafiltration. **Agrochimica**, v.31, p.355-366, 1987.
- LOBATO, E.; KORNELIUS, E.; SANZONOWICZ, C. Adubação fosfatada em pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGEM, 1., 1985, Nova Odessa. **Anais**. Piracicaba: Associação Brasileira de Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p.145-174.
- MARTINS, P.F.S. **Conseqüências do desmatamento sobre o solo de ecossistema de terra firme da Amazônia oriental**. Piracicaba: ESALQ-USP, 1987. 232p. Tese de Doutorado.
- MARTINS, P.F.S.; CERRI, C.C. O solo de um ecossistema natural de floresta localizado na Amazônia oriental. Caracterização química e física. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO. 1., 1984, Belém. **Anais...** Belém: EMBRAPA-CPATU, 1986. p.271-286.
- NEMETH, K. The availability of nutrients in the soil as determined by electroultrafiltration (EUF). **Advances in Agronomy**, v.31, p.155-187, 1979.
- NEMETH, K. Recent advances in EUF research (1980-1983). **Plant and Soil**, v.83, p.1-19, 1985.
- REGO, R.S.; VIEIRA, L.S.; AMARAL FILHO, Z.P. do; SANTOS, P.L. dos; LOPES, D.N.; REIS, C.M. dos; GAMA, J.R.N.F.; COSTA, M.F. da; SERRUYA, L.M. **Estudo detalhado dos solos de uma área do município de Capitão Poço**. Belém: Instituto de Desenvolvimento Econômico Social do Estado do Pará, 1973. 117p. (Série Cadernos Paraenses, 9).