

## TEORES DE ENXOFRE DE UM LATOSSOLO AMARELO, APÓS MANEJOS TRADICIONAIS DE CAPOEIRA SEM ADUBAÇÃO<sup>1</sup>

Maurício Möller PARRY<sup>2</sup>

Maria Regina Freire MÖLLER<sup>3</sup>

**RESUMO:** Foi estudada a dinâmica do enxofre num Latossolo Amarelo sob quatro sistemas de manejo de capoeira, no Município de Igarapé-Açu, Estado do Pará. Foram comparados quatro tratamentos: a) parcelas com a vegetação queimada e não-adubadas; b) parcelas onde a vegetação derrubada permaneceu como cobertura morta e não-adubadas; c) incorporação da vegetação triturada ao solo, sem adubo; d) parcelas testemunhas - vegetação de capoeira de 4 anos. Foram feitas coletas de solo durante os ciclos de cultivo, com amostras de quatro profundidades e épocas diferentes. Foi determinado o teor de enxofre e o pH das amostras. Constatou-se, após a queima, a adição de grande quantidade de enxofre ao solo, porém logo se perdendo. A incorporação imobilizou parcialmente o enxofre contido na matéria orgânica. A cobertura morta diminuiu as perdas por lixiviação e erosão laminar, porém a mineralização do enxofre é mais lenta. O solo sob capoeira apresentou teores de enxofre sempre decrescentes durante a pesquisa.

**TERMOS PARA INDEXAÇÃO:** Teores, Enxofre, Latossolo Amarelo, Manejos Tradicionais, Capoeira

---

<sup>1</sup> Extraído da Dissertação de Mestrado apresentada pelo primeiro autor para obtenção do grau de Mestre na FCAP em 1996.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Estudante do Curso de Pós-graduação em Solos e Nutrição Mineral de Plantas da FCAP, vinculado ao projeto SHIFT/CPATU, Bolsista da CAPES.

<sup>3</sup> Química Industrial, Dra., Professora Visitante da FCAP, Pesquisadora da EMBRAPA/CPATU.

## SULPHUR CONTENTS OF A YELLOW LATOSOL FOLLOWING DIFFERENT PRACTICES IN SECONDARY FOREST “CAPOEIRA”: WITHOUT FERTILIZATION

**ABSTRACT:** The sulphur dynamics of a Yellow Latosol in four managed secondary forest ecosystems in Igarapé-Açu, State of Pará was studied. The mangement systems were: a) burning of the secondary forest; b) mulching; c) biomass trituration of the secondary forest and incorporation to the soil; and d) secondary forest as the control plot. Soil samplings were collected during the culture cycle at four differents dephs and time. The pH and S levels of the soils samples were determined in laboratory an increase in the S level of the soil immediatelly after burning wich was lost by leaching. Biomass incorporation imobilized the S of the soil. Mulching decreased the losses of S by leaching but showed down the S mineralization. The control plot showed down the S mineralization. The control plot showed declining levels of sulfur throught the research period.

**INDEX TERMS:** Contents, Sulphur, Yellow Latosol, Different Practices, Secondary Forest.

### 1 - INTRODUÇÃO

Para a sobrevivência do caboclo amazônida, torna-se necessário que as áreas com cultivos de subsistência passem por um período de pousio, que varia em média de três a quatro anos (SANCHEZ, 1976; MEDINA, 1991). É durante este período de repouso, que essas áreas de solo pobre em nutrientes ganham novo impulso com o crescimento da capoeira, cujo sistema radicular repõe a quantidade dos nutrientes perdidos, tanto pelo arraste do solo durante as estações chuvosas como pela lixiviação. A deposição de nova camada de resíduos vegetais enriquece o solo com grande quantidade de matéria orgânica e nutrientes.

O clima e a vegetação são dois fatores que muito influenciam na formação do solo, logo, estão também diretamente ligados ao teor de enxofre total no mesmo, contribuindo para o alto grau de intemperismo sofrido pelos solos tropicais. Os nutrientes que poderiam ser retidos sob forma iônica também são poucos, por causa da baixa reatividade das argilas e da forte

lixiviação (VOLKOFF & CERRI, 1981). Dentro do fator clima, a temperatura e a precipitação pluviométrica são os fatores ecológicos que mais influenciam na quantidade de restos vegetais, formando a matéria orgânica, que é incorporada ao solo, bem como na velocidade de sua mineralização (COUTO, 1979), influenciando diretamente no ciclo biológico do enxofre (MALAVOLTA, 1982).

A derrubada da floresta para fins agrícolas causa uma quebra dos ciclos do carbono e demais elementos químicos de nutrição mineral, ciclos que operam graças à entrada fotossintética do gás carbônico e pela decomposição acelerada e contínua da matéria orgânica pelos organismos decompositores, a qual libera os nutrientes que podem ser absorvidos pelas raízes das espécies florestais (VIEIRA & SANTOS, 1987).

Em solos explorados agricolamente, o teor de matéria orgânica não ultrapassa os 10%, este valor decresce com o aumento da profundidade e, combinada à ela, está de 60 a 90% do enxofre total do solo (FASSBENDER & BORNEMISZA, 1987).

Solos cultivados de mata de terra firme apresentam deficiência deste elemento, constituindo, assim, fator limitante da produtividade. Este, dentre outros fatores, pode ser atribuído ao processo de limpeza das áreas que consiste na derrubada da vegetação e posterior queima, quando ocorrem severas perdas por volatilização.

A prática de deixar a cobertura morta sobre o solo pode prevenir sua erosão, reter a umidade no solo, diminuir a densidade do solo com o passar dos anos, devido à manutenção do nível de matéria orgânica. Assim, fica mantida a sustentabilidade das culturas na área. O sistema convencional contribui com o processo erosivo do solo (ALBUQUERQUE et al, 1995).

A rotação de culturas beneficia a agregação do solo, aumentando este efeito, quando comparada à sucessão de apenas duas culturas. O incremento de carbono orgânico ao solo, promovido pelo sistema de manejo de plantio direto, promove maior atividade microbiana (CAMPOS et al, 1995).

Esta pesquisa acompanhou o deslocamento e as concentrações do enxofre através do perfil de solo Latossolo Amarelo, durante o preparo de pequena

área de cultivos anuais de subsistência, empregando-se os sistemas de manejo de capoeira mais utilizados pelos pequenos agricultores, que consistem em derrubar e queimar a vegetação, com cobertura morta e com a incorporação do material vegetal derrubado e incorporado ao solo.

## 2 - MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 - DESCRIÇÃO DA ÁREA

A pesquisa foi desenvolvida em área de pequeno agricultor, localizada no Município de Igarapé-Açú (PA), a 140 km de Belém, de coordenadas 1° 11'S e 47° 35'W, segundo trabalhos realizados dentro do Projeto SHIFT (Studies on Human Impact on Forestry and Floodplains in the Tropics) capoeira, por BASTOS et al, (1995), tendo como vegetação predominante a capoeira de 4 anos de idade.

O clima da região, na classificação de Köppen, é do tipo Am e a média pluviométrica anual é de 2.356,5mm (anos de 94 e 95). Os meses de fevereiro, março e abril são os mais chuvosos e os meses de setembro, outubro e novembro, os mais secos (Tabela 1).

Tabela 1 - Características climatológicas do Município de Igarapé-Açú - PA.

| Mês/Ano | Máxima | Temperaturas (°C) |       | Precipitação Pluviométrica (mm) |
|---------|--------|-------------------|-------|---------------------------------|
|         |        | Mínima            | Média |                                 |
| jan./95 | 31,3   | 22,3              | 26,8  | 229,3                           |
| fev./95 | 30,3   | 23,3              | 26,8  | 366,3                           |
| mar./95 | 31,5   | 21,6              | 26,5  | 264,9                           |
| abr./95 | 30,8   | 19,9              | 25,4  | 407,9                           |
| maio/95 | 31,2   | 20,4              | 25,8  | 408,6                           |
| jun./95 | 31,8   | 20,9              | 26,4  | 299,0                           |
| jul./95 | 31,8   | 21,8              | 26,8  | 148,0                           |
| ago./95 | 33,8   | 22,7              | 28,3  | 39,6                            |

Fonte: BASTOS et al, 1995.

O solo da área é um Latossolo Amarelo Álico a moderado, de textura média, ácido, com fósforo assimilável baixo, sendo baixos os teores de bases trocáveis e CTC (Tabela 2).

Tabela 2 - Características do Latossolo Amarelo de Igarapé-Açu, PA. 1994-95.

| Horizonte/<br>Profundidade | Difração de Partículas (%) |    |       |        | pH<br>H <sub>2</sub> O | Cations Trocáveis (meq/100g) |                  |                |                 |     |                |                   |     |    |
|----------------------------|----------------------------|----|-------|--------|------------------------|------------------------------|------------------|----------------|-----------------|-----|----------------|-------------------|-----|----|
|                            | AG                         | AF | Silte | Argila |                        | Ca <sup>++</sup>             | Mg <sup>++</sup> | K <sup>+</sup> | Na <sup>+</sup> | S   | H <sup>+</sup> | Al <sup>+++</sup> | T   | V  |
| Ap/ 0-7                    | 57                         | 28 | 5     | 10     | 5,4                    | 0,8                          | 0,3              | 0,14           | 0,04            | 1,3 | 2,8            | -                 | 4,1 | 32 |
| A <sub>31</sub> / -17      | 53                         | 30 | 5     | 12     | 5,1                    | 1,0                          | 0,3              | 0,11           | 0,05            | 1,5 | 3,6            | -                 | 5,1 | 29 |
| A <sub>32</sub> / -37      | 42                         | 27 | 7     | 24     | 5,0                    | 0,4                          | 0,09             | 0,04           | 0,5             | 3,0 | 0,4            | 3,9               | 13  |    |
| Bw <sub>1</sub> / -70      | 37                         | 25 | 6     | 32     | 4,8                    | 0,4                          | 0,04             | 0,04           | 0,5             | 2,9 | 0,2            | 3,6               | 14  |    |
| Bw <sub>2</sub> / -118     | 35                         | 25 | 8     | 32     | 4,8                    | 0,2                          | 0,01             | 0,03           | 0,2             | 2,0 | 0,2            | 2,4               | 8   |    |
| Bw <sub>3</sub> / -145     | 34                         | 26 | 4     | 36     | 4,8                    | 0,2                          | 0,02             | 0,03           | 0,2             | 1,7 | 0,2            | 2,1               | 9   |    |

Fonte: SILVA, Benedito Nelson R. da (comunicação pessoal)

## 2.2- TRATAMENTOS EXPERIMENTAIS

Na área ocupada pelo experimento, 2.880m<sup>2</sup>, cada parcela possuía 10m x 12m (120m<sup>2</sup>), sendo separadas umas das outras por 1m. As parcelas foram separadas da capoeira, que foi o tratamento testemunha, por 3m, e cada tratamento contou com seis repetições cada um. A seguir a descrição dos tratamentos:

Tratamentos — Definição:

- 1 Parcelas com a vegetação queimada e não-adubadas (Q-A).
- 2 Parcelas onde a vegetação derrubada permaneceu como cobertura morta e não-adubadas (C-A).
- 3 Incorporação da vegetação triturada ao solo, sem adubo (I - A).
- 4 Parcelas testemunhas - vegetação de capoeira de 4 anos.

## 2.3- AMOSTRAS DE SOLO

Nas datas preestabelecidas (janeiro, maio e agosto), correspondentes ao plantio e a colheita das culturas, foi coletada, em cada parcela, uma amostra composta de 10 subamostras nas profundidades de 0-10cm, 10-20cm, 20-30cm e 30-50cm.

## 2.4- PREPARO DE ÁREA

A vegetação original, uma capoeira de 4 anos de idade, foi derrubada e queimada em algumas de suas parcelas, triturada e incorporada em outras,

triturada e deixada sobre o solo como cobertura morta nas demais parcelas, práticas realizadas no fim de 1994. A capoeira das parcelas testemunhas não foi mexida, sendo os efeitos das práticas e manejos de área sobre o comportamento do enxofre do solo comparados com ela.

Quando todos os sistemas de manejo da área já haviam sido concluídos, foi feito, em janeiro de 1995, o semeio do arroz (*Oryza sativa*, L.), sendo esta a primeira cultura do ciclo de cultivos. Em maio, foi realizada a colheita do arroz e, logo em seguida, o plantio do caupi (*Vigna unguiculata*, L., Walp.). A colheita do caupi se deu em agosto de 1995.

## 2.5 - METODOLOGIA DE LABORATÓRIO

### 2.5.1 - Método turbidimétrico

As determinações de enxofre das amostras de solo foram feitas utilizando-se como extrator o fosfato monocálcico em ácido acético, e leitura da turbidez formada pela precipitação do sulfato, pelo cloreto de bário, em espectrofotômetro regulado com comprimento de ondas de 420nm (HOEFT et al, 1973).

### 2.5.2 - Determinação do pH.

Todas as amostras de solo foram ainda submetidas a análises de determinação de pH em água, na proporção solo x solução de 1:2,5.

## 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os fatores climatológicos observados no período de janeiro a agosto de 1995 são apresentados na Tabela 1. Estas informações permitem um melhor acompanhamento da lixiviação do elemento enxofre através do perfil do solo, e as influências que estes fatores podem exercer sobre a mineralização do mesmo, já que estes são citados por VIEIRA & SANTOS (1987), como sendo os maiores beneficiadores da decomposição da matéria orgânica, pondo em disponibilidade o S-SO<sub>4</sub> às plantas.

Outro fator de relevante importância para a mineralização do enxofre é o pH do solo, por ser o principal fator químico que influencia este processo

(JORDAN, 1985), uma vez que a principal fonte fornecedora de enxofre para o solo é a matéria orgânica e, para haver esta liberação através da mineralização (por meio dos microrganismos), o solo não deve apresentar acidez excessiva ou se tornar alcalino, comprometendo, assim, a atividade dos microrganismos (MALAVOLTA, 1982).

Nas Tabelas 3 e 4, estão os valores determinados de pH em água, para as amostras nas quatro profundidades estudadas, e as médias das mesmas alcançadas em datas anteriores e posteriores à implantação dos tratamentos no campo, respectivamente.

Tabela 3 - Médias de pH do solo de Igarapé-Açu, PA., 1994.

| Profundidade (cm) | Capoeira (out./94) | Derrubada (nov./94) | Antes da Queimada (7/12/94) | Depois da Queimada (14/12/94) | Cobertura (dez./94) | Incorporação (dez./94) |
|-------------------|--------------------|---------------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------------|------------------------|
| 0-10              | 5,0                | 5,0                 | 4,6                         | 5,5                           | 4,9                 | 5,5                    |
| 10-20             | 4,9                | 5,0                 | 4,7                         | 5,2                           | 5,0                 | 5,2                    |
| 20-30             | 5,0                | 5,1                 | 4,8                         | 5,1                           | 5,0                 | 5,0                    |
| 30-50             | 5,0                | 5,1                 | 4,9                         | 5,1                           | 5,0                 | 5,0                    |

Tabela 4 - Médias de pH do solo nos tratamentos instalados em Igarapé-Açu, PA. 1995.

| Datas de Amostragem | Profundidades (cm) | Tratamentos |     |     |     |
|---------------------|--------------------|-------------|-----|-----|-----|
|                     |                    | T1          | T2  | T3  | T4  |
| janeiro/95          | 0-10               | 5,3         | 5,1 | 5,3 | 5,3 |
|                     | 10-20              | 4,9         | 4,6 | 4,8 | 5,0 |
|                     | 20-30              | 4,8         | 4,6 | 4,7 | 4,9 |
|                     | 30-50              | 4,8         | 4,8 | 4,7 | 4,8 |
| maio/95             | 0-10               | 5,5         | 4,8 | 5,1 | 4,8 |
|                     | 10-20              | 5,3         | 4,6 | 4,9 | 4,8 |
|                     | 20-30              | 5,2         | 4,7 | 4,6 | 4,6 |
|                     | 30-50              | 5,3         | 4,7 | 4,6 | 4,6 |
| agosto/95           | 0-10               | 5,0         | 5,3 | 5,2 | 5,4 |
|                     | 10-20              | 4,7         | 5,2 | 5,2 | 5,1 |
|                     | 20-30              | 4,7         | 4,8 | 5,1 | 4,9 |
|                     | 30-50              | 5,1         | 4,9 | 5,1 | 5,0 |

Durante o preparo de área, foi observado um substancial aumento do pH nas duas camadas superficiais do solo, onde foram empregadas a queima e a incorporação do material vegetal, passando estas de pH 5,0 e 4,9 iniciais, para 5,5 e 5,2, respectivamente. A grande incorporação de nutrientes pela cinza da queimada promove esta elevação do pH, o mesmo ocorrendo quando da incorporação de matéria orgânica ao solo.

No período restante da pesquisa, o pH de todos os tratamentos se comportaram de maneira semelhante ao da capoeira, com valores sempre favorecendo a decomposição e a mineralização da matéria orgânica.

Na Figura 1, estão os teores de S-SO<sub>4</sub> das amostras de solo, colhidas durante o preparo das parcelas com os diferentes manejos. Nota-se uma ligeira diminuição do teor de S-SO<sub>4</sub>, logo após a derrubada, na camada superficial, devido provavelmente à quebra do ciclo planta-solo. Nas camadas restantes, houve um incremento promovido pela lixiviação. Uma semana após a queima, a camada superficial das parcelas com este manejo apresentavam os maiores teores de S-SO<sub>4</sub>, 5,83 ppm, devido à grande incorporação deste elemento pelas cinzas. Entretanto, as camadas subsuperficiais apresentaram quedas em seus teores, promovidas pela percolação do solo pelas águas das chuvas. A cobertura morta promoveu maior proteção ao solo, resultando num teor de S-SO<sub>4</sub> da camada superficial superior ao da capoeira. Nas subsuperficiais, os valores foram semelhantes aos das parcelas queimadas, provavelmente pelos mesmos motivos. Já a incorporação pode ter promovido a imobilização do enxofre e facilitado para que houvesse perdas por erosão laminar do solo. Neste manejo, foi registrado o mais baixo teor de enxofre prontamente disponível às plantas nas duas camadas superficiais.

Na Figura 2, observa-se a rápida perda de S-SO<sub>4</sub> das parcelas preparadas com queima, provocada pela lixiviação do solo no período de maior intensidade das chuvas e por não apresentarem proteção ao solo. A queima da vegetação provoca, também, o aumento das concentrações de Ca e Mg, elementos que mais participam do transporte vertical do enxofre até às camadas mais profundas (CHABALIER, 1984). O teor de S-SO<sub>4</sub> torna a se elevar com a diminuição das chuvas já no mês de maio. O mesmo ocorre com os manejos de cobertura morta e de capoeira, mas, neste segundo, estes teores continuam em queda até o final dos estudos. A incorporação imobilizou grande quantidade de S-SO<sub>4</sub> na implantação, entretanto, a partir de janeiro a mineralização foi mais intensa.



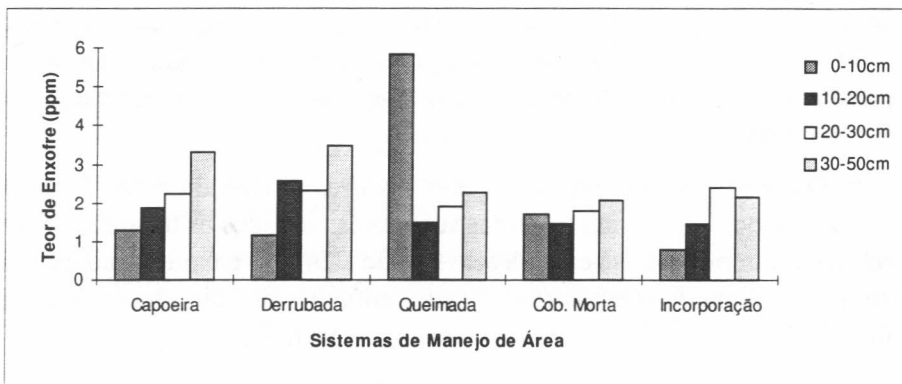


Figura 1 - Efeito dos manejos de preparo de área sobre o teor de enxofre do solo.

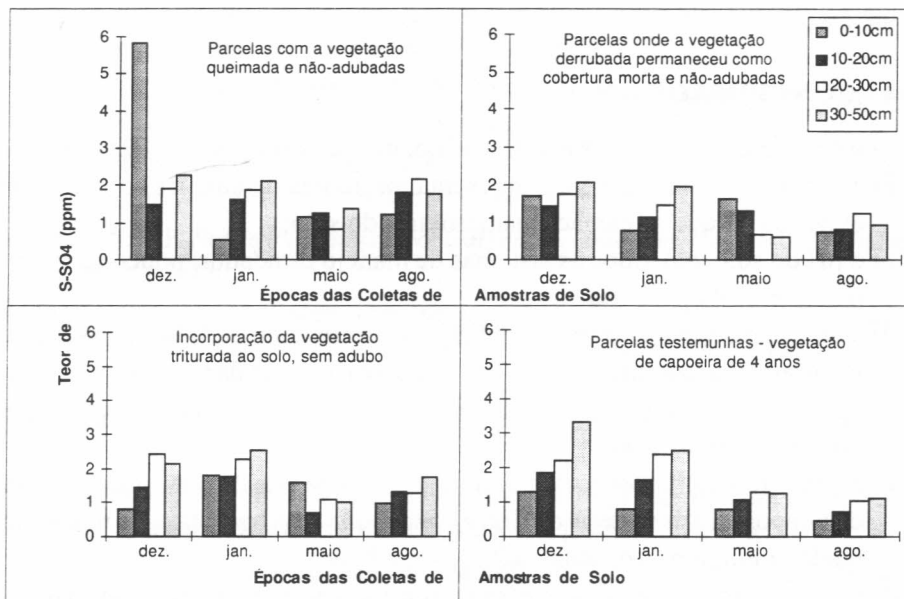


Figura 2 - Dinâmica do S-SO<sub>4</sub> nos sistemas de manejo de área.

Na segunda profundidade estudada (10-20cm), não houve grandes diferenças entre os manejos empregados, os quais começaram com quase os mesmos teores de enxofre, no mês de dezembro, diminuindo durante o inverno

devido à lixiviação promovida pelas chuvas, para, em seguida, em agosto, voltarem a crescer, com exceção da capoeira. Estes níveis retornaram a valores próximos aos originais somente no transcorrer do ano, como tendenciam os demais tratamentos.

O mesmo comportamento teve o enxofre, na camada de 20-30cm de profundidade, só que com os teores superiores em todos os tratamentos, em relação a anterior. Isso se explica pelo fato do elemento enxofre se concentrar em maior quantidade em camadas mais profundas do solo, devido sua alta mobilidade através do solo e maior adsorção (MORAES, 1991).

A dinâmica na profundidade de 30-50cm reintera a tendência que o nutriente enxofre possui na forma de sulfato, de se acumular nas camadas mais profundas do solo.

#### 4 - CONCLUSÃO

- a) o teor de enxofre, na forma de sulfato, da área estudada é muito baixo;
- b) as camadas subsuperficiais apresentaram teores de enxofre solúvel mais elevadas do que as camadas superficiais do solo;
- c) o pH do solo, em todos os sistemas de manejo estudados, pouco variou no transcorrer da pesquisa;
- d) a prática da queima promove um grande incremento de  $S-SO_4$  ao solo pela incorporação das cinzas, que é rapidamente lixiviado da camada superficial do solo para as subjacentes, através da percolação das águas pluviais, por ser altamente solúvel;
- e) a cobertura morta provoca a diminuição das perdas do nutriente, e a lenta decomposição da matéria orgânica condiciona uma baixa taxa de reposição, tendo, a longo prazo, seus melhores resultados;
- f) houve imobilização do enxofre com a incorporação ao solo do material vegetal triturado.

(Aprovado para publicação em 14.01.98)

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, J.A. et al. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo: efeito sobre a forma da estrutura do solo ao final de sete anos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.19, n.1, p.115 -119, jan./abr., 1995.
- BASTOS, T.X., COSTA, M.X., SÁ, T.D.A. *Climatic condition and its influence on the agricultural process at northeast Pará - study case of Igarapé-Açu, State of Pará*. Belém: EMBRAPA - CPATU, 1995. 6 p.
- CAMPOS, B.C. de et al. Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejos de solo. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, Campinas, v.19, n.1, p.121-126, jan./abr. 1995.
- CHABALIER, P.F. Comparaison de deux méthodes de mesure de La lixiviation en sol ferrallitique. *L'Agronomie Tropicale*, v.39, n.1, p.22-29, 1984.
- COUTO, W.S. *Curso de atualização em fertilidade do solo. matéria orgânica: nitrogênio e enxofre*. Belém: FCAP, 1979. 20 p.
- FASSBENDER, H.W., BORNEMISZA, E. *Química de suelos*, con énfasis en suelos de América Latina. San José (Costa Rica): IICA, 1987. 420 p.
- HOEFT, R.G. et al. Evaluation of various extractants for available soil sulfur. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, v.37, n.3, p.401 - 404, may/jun. 1973.
- JORDAN, C.F. *Nutrient cycling in tropical forest ecosystems*. Chichester: J. Willey, 1985. p.1-13.
- MALAVOLTA, E. *Nitrogênio e enxofre nos solos e culturas brasileiras*. São Paulo: Centro de Pesquisa e Promoção de Sulfato de Amônio, 1982. 54 p.
- MEDINA, E. Deforestation in the tropics: evaluation of experiences in the Amazon Basin focusing on atmosphere-forest interactions. In: MOONEY, H. A. et al. *Ecosystem experiments*. New York: J. Willey, 1991. p.23-27.
- MORAES, J.F. Movimento de nutrientes em Latossolo Vermelho-Escuro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.26, n.1, p. 85 -97, jan. 1991.
- SANCHEZ, P.A. Phosphorus, silicon, and sulfur. In: \_\_\_\_\_. *Properties and management of soils in the tropics*. New York, J Wiley, 1976. 618 p. p.286-293.
- VIEIRA, L.S., SANTOS, P.C.T.C. dos. *Amazônia: seus solos e outros recursos naturais*. São Paulo: Agronômica Ceres, , 1987. 420p.
- VOLKOFF, B., CERRI, C.C. Húmus em solos da floresta amazônica na região do Rio Madeira. *Revista Brasileira da Ciência do Solo*. Campinas, v.5, n.1, p.15-21, maio, 1981.