

**NUTRIENTES NOS SOLOS
DE FLORESTA PRIMÁRIA E PASTAGEM
DE *Brachiaria humidicola* NA AMAZÔNIA CENTRAL**



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA
Vinculada ao Ministério da Agricultura
Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido – CPATU
Belém, PA

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente : José Sarney

Mínistro da Agricultura :

Iris Rezende Machado

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária — EMBRAPA

Presidente :

Ormuz Freitas Rivaldo

Diretores :

Ali Aldersi Saab

Derli Chaves Machado da Silva

Francisco Ferrer Bezerra

Chefia do CPATU :

Emeleocípio Botelho de Andrade — Chefe

Francisco José Câmara Figueiredo — Chefe Adjunto Técnico

Dilson Augusto Capucho Frazão — Chefe Adjunto de Apoio

BOLETIM DE PESQUISA Nº 98

ISSN 0100-8102

Março, 1989

**NUTRIENTES NOS SOLOS
DE FLORESTA PRIMÁRIA E PASTAGEM
DE *Brachiaria humidicola* NA AMAZÔNIA CENTRAL**

*Leopoldo Brito Teixeira
Joaquim Braga Bastos*



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA
Vinculada ao Ministério da Agricultura
Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido – CPATU
Belém, PA**

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à

EMBRAPA-CPATU

Trav. Dr. Enéas Pinheiro s/n

Telefones: (091) 226-6612, 226-6622

Telex: (091) 1210

Caixa Postal 48

66240 Belém, PA

Tiragem: 1000 exemplares

Comitê de Publicações:

Célio Francisco Marques de Melo (Presidente)

Dilson Augusto Capucho Frazão

Emanuel Adilson Souza Serrão

Joaquim Ivanir Gomes

Milton Guilherme da Costa Mota

Permínio Pascoal Costa Filho (Vice-Presidente)

Sebastião Hühn

Walmir Sales Couto

Raimundo Freire de Oliveira - Coord. revisão técnica

Célia Maria Lopes Pereira - Normalização

Ruth de Fátima Rendeiro Palheta - Revisão Gramatical

Apoio datilográfico:

Bartira Franco Aires

Teixeira, Leopoldo Brito

Nutrientes nos solos de floresta primária e pastagem de **Brachia**
ria humidicola na Amazônia Central por Leopoldo Brito Teixeira e
Joaquim Braga Bastos. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1989.

3lp. il. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 98).

1. Solo florestal - Nutriente - Brasil - Amazônia. 2. Solo - Nu
triente - Brasil - Amazônia. I. Bastos, Joaquim Braga. II. EMBRAPA.
Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido, Belém, PA. III.
Título. IV. Série.

CDD: 631.42209811

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Eng. Agrônomo Jasiel Nunes de Souza, Coordenador do Campo Experimental de Zootecnia da UEPAE de Manaus, pelo apoio durante a realização das atividades de campo e aos laboratoristas da UEPAE de Manaus pelos trabalhos de análises de solo e planta.

S U M Á R I O

INTRODUÇÃO	9
MATERIAL E MÉTODOS	10
RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
CONCLUSÕES	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

NUTRIENTES NOS SOLOS DE FLORESTA PRIMÁRIA E PASTAGEM
DE *Brachiaria humidicola* NA AMAZÔNIA CENTRAL

Leopoldo Brito Teixeira¹
Joaquim Braga Bastos²

RESUMO: Estudaram-se os nutrientes disponíveis e totais em Latossolo Amarelo textura muito argilosa de baixa fertilidade, em ecossistemas de floresta primária e pastagem de *Brachiaria humidicola* com um, dois, seis, sete e oito anos de formadas. Foram coletadas amostras de solo nas camadas 0-10, 10-20, 20-40 e 40-100 cm. Do fósforo total, 5% aproximadamente é representado por fósforo assimilável e a maior parte (95%) encontra-se como fósforo não assimilável. O fósforo total aparece nos solos de floresta e pastagem com oito anos com 244 e 270 kg/ha, respectivamente. Os níveis de potássio trocável e total no solo de floresta primária, nas diversas camadas estudadas, apresentam-se estatisticamente inferiores ($P < 0,05$) aos níveis encontrados nos solos das pastagens. Na profundidade de um metro, o potássio trocável na área de floresta primária é 30% do potássio total, enquanto na pastagem com oito anos é 55%. Foram encontrados 111 e 360 kg/ha de potássio trocável, e 336 e 650 kg/ha de potássio total, respectivamente nos solos de floresta primária e pastagem. Do cálcio total, 60% é de cálcio trocável em ambos ambientes. No ecossistema de floresta primária o magnésio trocável é 40% do total e 55% na pastagem com oito anos. O magnésio total aparece com estoques de 301 e 406 kg/ha nos ecossistemas de floresta primária e pastagem de oito anos, respectivamente. Os valores de S e V na floresta primária são estatisticamente

¹ Eng. Agr. Doutor. EMBRAPA-CPATU. Caixa Postal 48. CEP 66240. Belém, PA.
² Quím. M.Sc. EMBRAPA-CPATU.

ticamente inferiores ($P < 0,05$) quando comparados aos valores nas pastagens. Para CTC não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os ecossistemas. Os valores de Al e saturação de Al na floresta primária foram estatisticamente superiores aos obtidos nas pastagens. O valor de pH na floresta primária é estatisticamente inferior quando comparado aos valores nas pastagens com um, sete e oito anos, não sendo encontradas diferenças entre os valores na floresta primária e pastagem com dois e seis anos.

Termos para indexação: Latossolo, ecossistema, fósforo, potássio, cálcio, magnésio.

SOIL NUTRIENT CONTENT OF RAINFOREST AND *Brachia* *ria humidicola* PASTURE IN THE CENTRAL AMAZON

ABSTRACT: Total and available nutrients of a very clayey textural yellow latosol (oxisol) of low fertility, in rainforest and *Brachiaría humidicola* pasture environments were studied. The pastures were one, two, six, seven and eight years old. Soil samples were collected at 0-10, 10-20, 20-40 and 40-100 cm depths. Total phosphorus (TP) was 244 and 270 kg/ha for the forest and the eight-year old pasture soil, respectively. Only about 5% of TP was available. Exchangeable and total potassium (K) levels in the forest soil were lower than those of the pasture soil in all layers ($P > 0.05$). At the one-meter depth, exchangeable K was 30% of the total K for the forest and the eight-year old pasture, respectively. Exchangeable K was 111 and 360 kg/ha, and total K was 366 and 650 kg/ha, respectively for the forest and the eight-year old pasture. From the total amount of calcium, 60% was exchangeable in both environments. 42% exchangeable magnesium was found in the forest ecosystem and 55% in the eight-year old pasture. The total amounts of magnesium were 301 and 406 kg/ha, respectively, for the forest and the eight-year old pasture. The values of the total exchangeable cations and base saturation in the forest were lower than in the pasture ($P > 0.05$). There was no significant difference in CEC. The values of aluminum (Al) and Al saturation were higher for the forest soil ($P > 0.05$). The pH values were lower for the forest and for the two and the six-year old pastures.

Index terms: Oxisol, phosphorus, potassium, calcium, magnesium.

INTRODUÇÃO

A região amazônica tem uma floresta primária exuberante de trópico úmido que, apesar de heterogênea, apresenta ecossistema bem equilibrado de modo a utilizar os nutrientes existentes na biomassa que ao cair ao solo, é incontinentemente decomposta pela ação da fauna e microorganismo do solo, principalmente. Essa eficiência na ciclagem de nutriente é importante em razão da maior parte dos nutrientes desse ecossistema encontrar-se na biomassa vegetal

A floresta primária na Amazônia, em grande parte, está assentada em Latossolos (Oxisol) e Podzólicos (Ultisol) que apresentam potencialidade química natural reduzida, evidenciada pela baixa soma de bases trocáveis, baixa capacidade de troca catiônica e elevada saturação de alumínio. Segundo Cochrane & Sanchez (1982), 90% dos solos da região amazônica são deficientes em fósforo e 16% têm elevada capacidade de fixação desse nutriente. Essa situação é bastante alterada ao se queimar a biomassa vegetal. Smyth & Bastos (1984) observaram, com a queima da biomassa da floresta primária, elevação de bases trocáveis e sensível redução da acidez do solo. Com a elevação do pH do solo as condições de fixação do fósforo são atenuadas, ficando o nutriente, apesar de pouco, mais disponível.

A implantação de pastagens na região segue, quase sempre, o sistema tradicional de preparo de área pela derrubada da vegetação, queima da biomassa vegetal e plantio da gramínea, geralmente colonião (***Panicum maximum***) e o quicuío-da-amazônia (***Brachiaria humidicola***, Rendle).

Este trabalho foi realizado sobre Latossolo Amarelo muito argiloso onde são encontrados limitações de fertilidade, acidez elevada, baixa capacidade de troca de cátions, deficiências de fósforo, nitrogênio, cálcio e magnésio e pH baixo. Jordan (1985) cita que devido à lixiviação e intensidade de intemperização, a disponibilidade de nutrientes nos solos do trópico úmido é geralmente baixa, e que esse problema é praticamente crítico nas regiões central e oriental da bacia amazônica e está associado à história geológica da região.

As pastagens, nos primeiros anos, apresentam alta produtividade em decorrência da fertilização do solo pela deposição, através das cinzas, de nutrientes que estavam estocados na biomassa vegetal da floresta primária. Após alguns anos de utilização (quatro a seis anos), são observados declínios acentuados na produtividade das pastagens e conseqüentemente surgem grandes infestações de plantas invasoras, causando quase sempre a degradação das pastagens.

Este estudo objetiva identificar as quantidades de nutrientes trocáveis e totais, nos solos de ecossistemas de floresta primária e pastagens de **Brachiaria humidicola**, em várias camadas.

MATERIAL E MÉTODOS

Os estudos foram conduzidos no Campo Experimental de Zootecnia da Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Manaus (UEPAE de Manaus), situada no km 54 da BR-174 (Manaus-Boa Vista), área compreendida entre as coordenadas de 2°30' a 2°31' de latitude Sul e de 60°01' a 60°02' de longitude a Oeste de Greenwich.

Foram utilizadas três áreas contíguas, respectivamente, formando um conjunto de sete ecossistemas: 1) floresta primária (Flor.); 2) floresta primária queimada (FQ) (quatro meses após a queima); 3) pastagem com um ano de formada (Past. 1); 4) pastagem com dois anos de formada (Past. 2); 5) pastagem com seis anos de formada (Past. 6); 6) pastagem com sete anos de formada (Past. 7) e 7) pastagem com oito anos de formada (Past. 8).

Para o estabelecimento dos sete ecossistemas, inicialmente escolheram-se seis hectares de floresta primária, não perturbada, típica da Amazônia Central. Desta área foram derrubados quatro hectares em maio de 1983 e em setembro foi efetuada a queima, ficando dois hectares de floresta primária como controle. O processo de derrubada foi o tradicionalmente utilizado na região, com o uso de motosserra e machado deixando na área o resto de biomassa vegetal não queimada. Em março de 1984 foi plantado capim quicúio-da-amazônia, através de mudas, com espaçamento de um metro entre covas. Em área anexa foram

utilizados quatro hectares de pastagem com o mesmo capim. Esta área originalmente era coberta por floresta primária que foi derrubada em março de 1977, queimada em outubro do mesmo ano e plantada com capim quicúio-da-amazônia em março de 1978. A pastagem estava sendo manejada normalmente, desde a sua implantação obedecendo esquema semelhante ao utilizado no presente trabalho.

As análises foram feitas no Laboratório de Solos da UEPAE de Manaus. A descrição detalhada dos métodos utilizados nas análises de solos está contida no Manual de Métodos de Análises de Solos (Empresa... 1979). As análises foram realizadas em amostras dos sete ecossistemas estudados, retiradas sempre no mês de março de cada ano, utilizando-se trado tipo tubular, com 2" de diâmetro, nas profundidades de 0-10, 10-20, 20-40 e 40-100 cm. A amostragem de solo foi feita de acordo com metodologia descrita por Teixeira et al. (1984 e 1986). Foram retiradas quatro amostras compostas para cada ecossistema, e acondicionadas em sacos individuais, para a determinação da acidez, bases trocáveis e totais e fósforo assimilável e total.

A fim de se determinar a concentração dos nutrientes fósforo assimilável, potássio, cálcio, magnésio e alumínio trocáveis e pH no solo logo após a queimada foi coletada uma amostra composta na profundidade de 0-10 cm 24 horas após a queima da vegetação.

A coleta de cinza da biomassa queimada da floresta primária, foi efetuada através de 24 bandejas de ferro galvanizado com 0,50 m x 0,50 m, distribuídas, ao acaso, na área antes da queima.

Os dados obtidos para os nutrientes no solo (P, K, Ca e Mg), soma de bases, capacidade de troca catiônica, alumínio trocável, saturação de bases, saturação de alumínio e pH foram analisados estatisticamente tendo por base o delineamento inteiramente casualizado. Foram feitas análises de variância e testes de comparação de médias (Sokal & Rohlf 1979).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os solos da região amazônica, em grande parte, são pobres em nutrientes como decorrência do material originário e do alto grau de intemperismo que apresentam. A maior parte dos nutrientes no ecossistemas de floresta primária está retido na biomassa vegetal formada por folhas, galhos, troncos, flores e frutos. A queima desse material adiciona ao solo, através das cinzas, grandes quantidades de nutrientes como reportaram Smyth & Bastos (1984) e Seubert et al. (1977). Em área onde foi realizado este trabalho, 24 horas após a queima da vegetação da floresta primária, foi encontrada grande quantidade de nutrientes disponíveis, como também, elevada redução da acidez do solo, na camada de 0-10 cm.

Com a queima da biomassa vegetal da floresta primária, os nutrientes conservados na biomassa são levados a aumentar o estoque de nutrientes nos solos, nos tecidos das plantas e boa parte é perdida por lixiviação, erosão ou exportada por produtos de origem animal e/ou vegetal. Smyth & Bastos (1984), na região de Manaus em área de floresta primária e Seubert et al. (1977), na Amazônia peruana, em capoeira de 17 anos, encontraram valores consideráveis de nitrogênio, cálcio, magnésio e fósforo, nas cinzas após a queima. Neste trabalho, foram registrados nas cinzas de floresta primária 0,51% de fósforo, 2,51% de potássio, 7,81% de cálcio e 2,31% de magnésio, correspondendo, respectivamente, 19, 92, 286 e 85 kg/ha.

A análise do solo da camada de 0-10 cm, retirado 24 horas após a queima da vegetação, apresentou os seguintes valores: fósforo 17 ppm; potássio 181 ppm; sódio 65 ppm; cálcio 1,79 meq/100 g; magnésio 1,45 meq/100 g; alumínio 0,5 meq/100 g e pH 5,4. Foram observados aumentos nas concentrações de fósforo de 639%, potássio de 570%, cálcio 1277% e magnésio de 867%, quando comparados com os valores originais da área de floresta primária.

Os dados analíticos e quantitativos de fósforo assimilável e total no solo, em quatro camadas, dos ecossistemas de floresta primária, floresta primária queimada e pastagens com um, dois, seis, sete e oito anos de formadas são mostrados na Tabela 1 e Fig. 1.

TABELA 1- Valores médios de fósforo assimilável e fósforo total, em solos de floresta primária, floresta primária queimada e pastagens com várias idades, nas camadas de 0-10, 10-20, 20-40 e 40-100 cm.

Ecossistema	Fósforo assimilável				Fósforo total			
	0-10	10-20	20-40	40-100	0-10	10-20	20-40	40-100
	ppm							
Floresta primária	2,3 b	1,8ab	1,0 b	1,0a	46,0 b	36,0a	19,3a	16,5a
Floresta primária queimada	9,8a	2,8a	2,3a	1,5a	99,8a	35,3a	19,5a	17,3a
Past. um ano	3,3 b	2,3ab	1,8ab	1,0a	64,8 b	35,3a	18,8a	18,3a
Past. dois anos	2,0 b	2,0ab	1,0 b	1,0a	60,0 b	36,0a	19,0a	18,0a
Past. seis anos	2,8 b	2,0ab	1,0 b	1,0a	60,0 b	36,0a	18,8a	16,5a
Past. sete anos	2,3 b	1,8ab	1,3ab	1,0a	61,0 b	35,3a	18,0a	17,3a
Past. oito anos	2,0 b	1,3 b	1,0 b	1,0a	62,3 b	34,5a	19,8a	18,0a
Coefficiente de variação (%)	30,70	26,64	34,04	20,37	20,92	18,76	17,59	19,18

Médias seguidas da mesma letra, na vertical, não diferem estatisticamente de acordo com teste de Tukey ao nível de erro de 0,05.

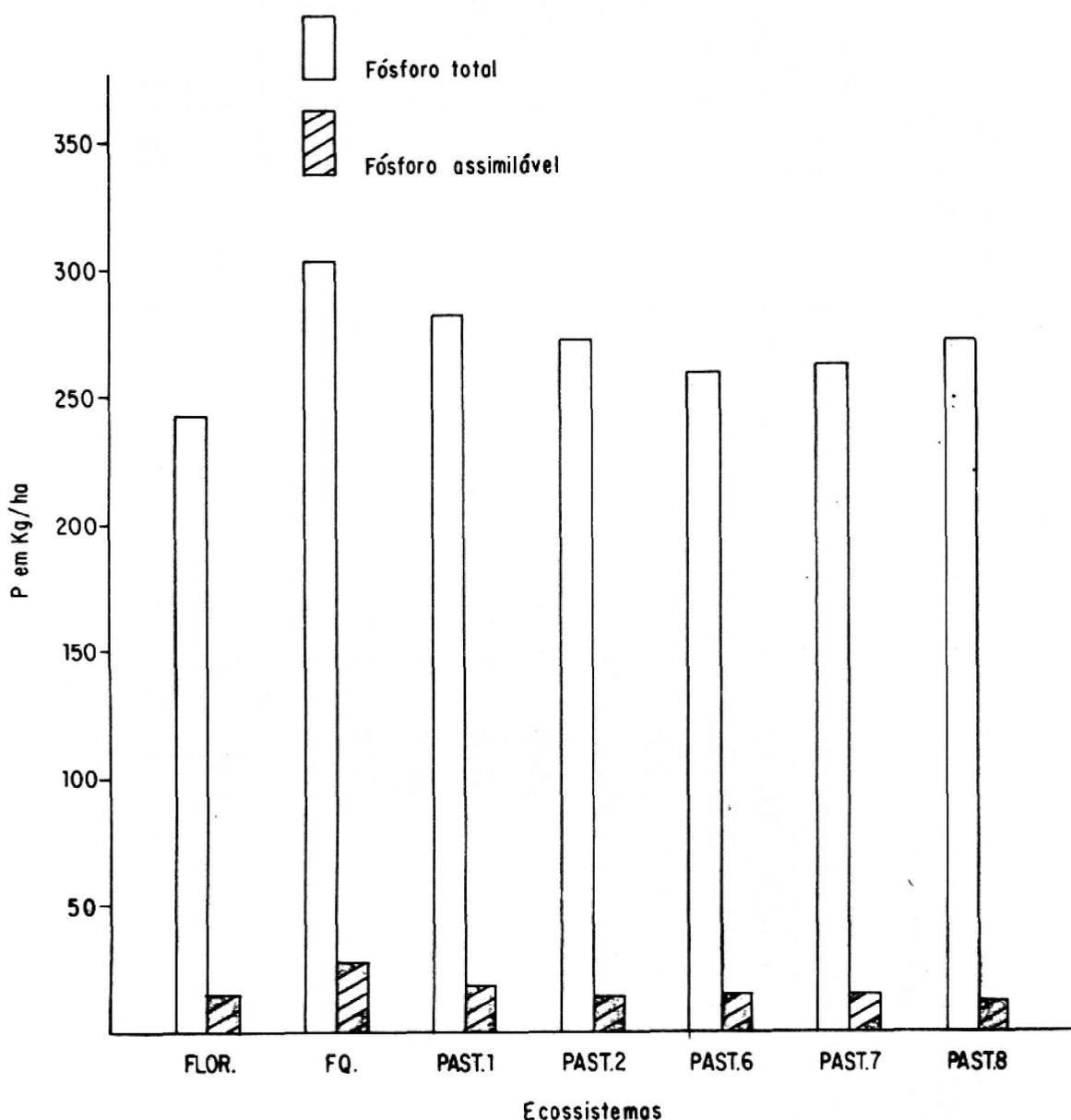


FIG.1- Fósforo total e assimilável no solo, em Kg/ha, até a profundidade de um metro, em diversos ecossistemas.

Os níveis de fósforo assimilável e fósforo total, na camada de 0-10 cm, apresentam-se estatisticamente superiores ($P < 0,05$) na floresta primária queimada quando comparados aos níveis das outras áreas. Na camada de 10-20 cm, o nível de fósforo assimilável na pastagem com oito anos é significativamente inferior ($P < 0,05$) ao da floresta queimada, porém é igual aos níveis da floresta e dos demais ecossistemas com pastagens. Na camada de 20-40 cm não são observadas diferenças significativas

nos níveis de P assimilável entre a floresta primária queimada e pastagens com um e sete anos. Os níveis de fósforo total, na camada de 10-20, 20-40 e 40-100 cm, são estatisticamente iguais ($P > 0,05$) em todos os ecossistemas estudados.

O fósforo assimilável aparece com valores baixos em todos os ecossistemas, à exceção do valor de 9,8 ppm observado na floresta primária queimada, na camada de 0-10 cm. No entanto, o fósforo total aparece em todas as áreas com valores acima de 45 ppm na camada de 0-10 cm, sendo também observado na floresta primária queimada o maior valor. Do fósforo total, 5,0% aproximadamente é representado por fósforo assimilável e a maior parte (95%) encontra-se como fósforo não assimilável.

Quatro meses após a queima da biomassa vegetal de floresta primária, na camada de 0-10 cm, houve redução do fósforo assimilável em 42,35%, provavelmente pela adsorção desse nutriente pelos polímeros de ferro e alumínio presentes no solo. Mesmo assim, a concentração de fósforo assimilável e total no solo permanecia em 326 e 117%, respectivamente, superiores aos encontrados inicialmente na floresta primária. Smyth & Bastos (1984) encontraram aumentos de 200% em floresta primária e de 100% em capoeira de dez anos para fósforo assimilável na camada de 0-20 cm, em consequência da queima da biomassa vegetal.

Apesar de não se ter detectado diferença significativa entre os ecossistemas de floresta primária e floresta primária queimada para fósforo assimilável nas camadas de 10-20 cm e 40-100 cm, observou-se aumento em valores absolutos desse nutriente na área de floresta primária queimada (Tabela 1). Os ecossistemas de pastagens tiveram o fósforo assimilável decrescendo de 3,3 ppm, com um ano de implantação, até 2,0 ppm na pastagem com oito anos, na camada de 0-10 cm.

O fósforo ficou em 1,3 ppm; 1,0 ppm e 1,0 ppm, respectivamente, nas camadas de 10-20 cm, 20-40 cm e 40-100 cm, na pastagem com oito anos. Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Falesi (1976), Chauvel (1982) e Hecht (1983).

Quando se compara os ecossistemas de pastagens com o ecossistema de floresta primária queimada, observa-se diferença significativa para fósforo total na zona (0-10 cm) de maior concentração de raízes absorventes da gramínea e com isso, maior retirada de fósforo para formação de biomassa. O fósforo total, nessa camada, se estabilizou na pastagem com oito anos em 62,3 ppm, equivalente a 62,4% do fósforo total encontrado na floresta primária queimada. Nas demais camadas não houve diferença no fósforo total entre os ecossistemas de pastagens e de floresta primária queimada (Tabela 1).

Resultados de análise mostram valores de fósforo total, na camada até um metro de profundidade, da ordem de 244, 300 e 270 kg/ha, respectivamente para os ecossistemas de floresta primária, floresta primária queimada e pastagem de oito anos (Fig. 1). Entretanto, esses valores somente uma pequena parcela pode ser aproveitada pelas plantas na forma disponível, com dados de 13, 29 e 13 kg/ha para floresta primária, floresta primária queimada e pastagens, respectivamente. Estudos na região de Manaus, desenvolvidos por vários pesquisadores, mostraram resultados coerentes aos obtidos neste trabalho. Chauvel (1982) encontrou para área de floresta primária 17 kg/ha de fósforo assimilável e 327 kg/ha de fósforo total e pouco mais para uma área de cultivo, 33 e 364 kg/ha para fósforo assimilável e total, respectivamente. Klinge (1976) encontrou valor mais baixo para fósforo total em área de floresta primária (147 kg/ha).

Nos ecossistemas bem estabilizados, como o da floresta amazônica, o nível de fósforo no solo parece ser suficiente para mantê-los. Porém, deve-se mencionar o fator preponderante da ciclagem de nutrientes como limitador da fixação do fósforo pelos óxidos-hidróxidos de ferro e alumínio existentes no solo. Raij (1981) comenta que os solos podem apresentar centenas a milhares de quilogramas de fósforo total na camada arável e, mesmo assim, encontram-se deficientes no elemento para as culturas. Os dados da Tabela 1 permitem inferir que as pastagens com o quicuío-da-amazônia, desde que, bem manejadas, podem manter-se em solo com baixos valores de fósforo assimilável à semelhança do ecossistema de floresta primária na região da Amazônia Central.

Os valores médios de potássio trocável e potássio total, em ppm, nas profundidades de 0-10, 10-20, 20-40 e 40-100 cm são mostrados na Tabela 2. A Fig. 2 mostra os valores, em kg/ha, de potássio total até a profundidade de um metro.

Os níveis de potássio trocável e potássio total no solo de floresta primária, na camada de 0-10 cm, apresentam-se estatisticamente inferiores ($P < 0,05$) quando comparados aos níveis dos outros ecossistemas. Não são observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) nos níveis de potássio trocável e potássio total nos ecossistemas de pastagens com um, dois, seis, sete e oito anos e floresta primária queimada, com exceção da pastagem com dois anos na camada 10-20 cm onde o nível de potássio total é significativamente inferior ($P < 0,05$) ao da pastagem com oito anos.

O potássio trocável apresenta-se com valores baixos na floresta primária, nas quatro camadas estudadas. Na floresta primária queimada e nas pastagens, na camada de 0-10 cm o potássio trocável é alto, na camada 10-20 cm apresenta-se com valores médios e nas camadas 20-40 e 40-100 cm os valores são baixos.

O potássio total, na camada de 0-10 cm, apresenta-se com valor médio na floresta primária e alto nos outros ecossistemas e nas camadas 10-20, 20-40 e 40-100 cm este aparece com valores médios e baixos nos solos da floresta primária, floresta primária queimada e pastagens.

Na região amazônica, em grande parte dos solos, o potássio trocável se mantém em equilíbrio na floresta primária em torno de 30 ppm. Após a queima da biomassa vegetal da floresta primária, o potássio trocável ultrapassa 100 ppm na camada superficial. Os resultados mostram que, 24 horas após a queima da biomassa florestal, o potássio trocável elevou-se a 181 ppm na camada de 0-10 cm. Porém sofreu redução de 49,72% quatro meses depois, mantendo-se, ainda, 237% superior ao encontrado originalmente na área de floresta primária, estabilizando-se nos anos seguintes nas áreas de pastagens (Tabela 2). Durante o tempo gasto na estabilização da pastagem houve mudanças no teor de potássio trocável do solo, mantendo-se aos oito anos da implantação em 97, 55, 26 e 24

TABELA 2- Valores médios de potássio trocável e total, em solos de floresta primária, floresta primária queimada e pastagens com várias idades, nas camadas de 0-10, 10-20, 20-40 e 40-100 cm.

Ecossistema	Potássio trocável				Potássio total			
	0-10	10-20	20-40	40-100	0-10	10-20	20-40	40-100
	----- ppm -----							
Floresta primária	27 b	16 b	10 b	6 b	55 b	45 c	25 b	30 b
Floresta primária queimada	91a	54a	30a	23a	130a	65abc	40ab	40ab
Past. um ano	108a	53a	27a	19ab	130a	65abc	40ab	35ab
Past. dois anos	91a	42ab	32a	13ab	110a	60 bc	60a	45ab
Past. seis anos	87a	51a	27a	23a	115a	70abc	50ab	35ab
Past. sete anos	97a	49a	26ab	21a	115a	75ab	40ab	50ab
Past. oito anos	97a	55a	26ab	24a	125a	90a	60a	60a
Coeficiente de variação (%)	21,68	25,77	29,16	38,24	20,54	17,80	27,00	26,91

Médias seguidas da mesma letra, na vertical não diferem estatisticamente de acordo com o teste de Tukey ao nível de erro de 0,05.

ppm de K, respectivamente, nas camadas de 0-10, 10-20, 20-40 e 40-100 cm. Baena (1978) encontrou, em pastagem de colômbio, potássio trocável diminuindo com a profundidade.

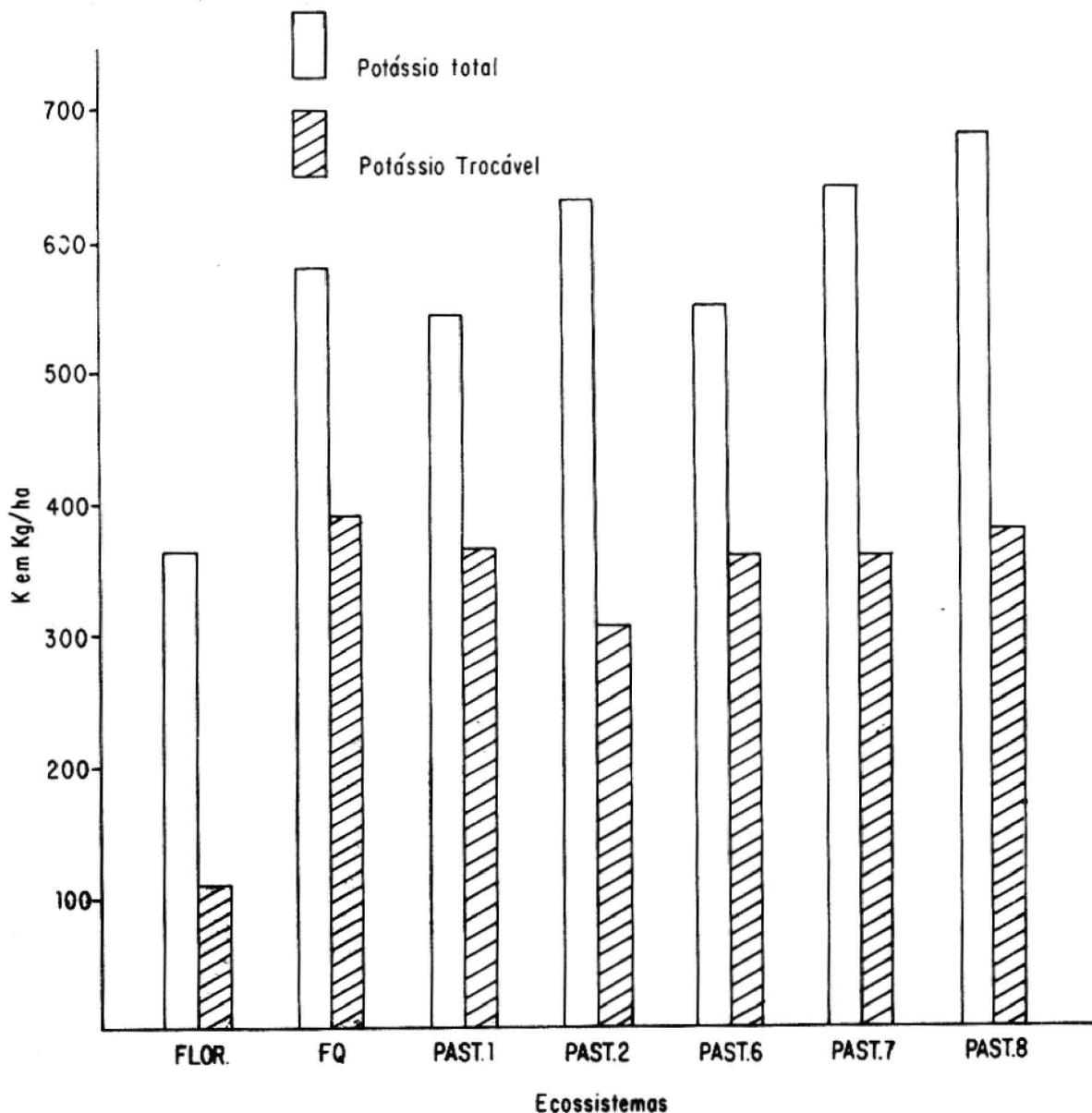


FIG. 2 - Potássio total e trocável no solo, em Kg/ha, até a profundidade de um metro, em diversos ecossistemas.

Ao se comparar os valores de potássio trocável nos ecossistemas floresta primária e floresta primária queimada, em quatro camadas de solo (Tabela 2), verifica-se que neste último houve aumento do potássio, evidenciando lixiviação e possível perdas desse nutriente do sistema. Resultados semelhantes foram obtidos por Falesi (1976) Baena (1978) em pastagens de colônia na região de Paragominas-PA, Souza et al. (1979) em solo de cerrado após a aplicação de 300 kg de K_2O /ha e Bastos et al. (1981) em cultivo de milho e caupi, num Latossolo Amarelo argiloso de Manaus, após a aplicação de 120 kg de K_2O /ha. Essa lixiviação é mais intensa quanto maior o teor de potássio trocável no solo.

Na camada de 0-10 cm, o potássio trocável na área de floresta primária é aproximadamente 30% do potássio total, enquanto na pastagem com oito anos é de 55% (Fig. 2). Com o desmatamento da floresta primária e a implantação da pastagem, o equilíbrio coloidal do solo da pastagem parece ter capacidade de retenção superior à da floresta primária. Foram encontrados 111 kg/ha de potássio trocável e 336 kg/ha de potássio total no solo de floresta primária e em torno de 360 e 650 kg/ha, respectivamente, para potássio trocável e total no solo de pastagem. O potássio trocável é superior ao encontrado por Klinge (1976) e Chauvel (1982). Porém, o potássio total é superior ao obtido por Klinge (1976) e inferior ao de Chauvel (1982).

As concentrações médias de cálcio trocável e cálcio total, em meq/100 g, nas camadas de 0-10, 10-20, 20-40 e 40-100 cm, são mostrados na Tabela 3. Na Fig. 3 são mostrados os valores, em kg/ha, de cálcio trocável e cálcio total até um metro de profundidade.

Os níveis de cálcio trocável e cálcio total na floresta primária, na camada 0-10 cm, são estatisticamente inferiores ($P < 0,05$) quando comparados aos níveis dos outros ecossistemas. Não são observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) para o cálcio trocável entre os ecossistemas nas outras três camadas. Já o cálcio total aparece, nas camadas 10-20, 20-40 e 40-100 cm, com níveis superiores na pastagem com oito anos quando comparados aos níveis na floresta primária.

TABELA 3- Valores médios de cálcio trocável e total, em solos de floresta primária, floresta primária queimada e pastagens com várias idades, nas camadas de 0-10, 10-20, 20-40 e 40-100 cm.

Ecosistema	Cálcio trocável				Cálcio total			
	0-10	10-20	20-40	40-100	0-10	10-20	20-40	40-100
	----- meq/100g -----							
Floresta primária	0,13 b	0,13a	0,13a	0,12a	0,20 b	0,20 b	0,20 b	0,20 b
Floresta primária queimada	0,99a	0,14a	0,11a	0,12a	1,73a	0,36ab	0,25ab	0,24 b
Past. um ano	0,91a	0,29a	0,12a	0,11a	1,56a	0,54ab	0,26ab	0,24 b
Past. dois anos	0,85a	0,26a	0,15a	0,11a	1,18a	0,45ab	0,28ab	0,21 b
Past. seis anos	0,76a	0,27a	0,16a	0,16a	1,32a	0,58ab	0,26ab	0,20 b
Past. sete anos	0,72a	0,22a	0,12a	0,16a	1,28a	0,44ab	0,27ab	0,27ab
Past. oito anos	0,75a	0,25a	0,16a	0,15a	1,30a	0,65a	0,36a	0,32a
Coefficiente de variação (%)	35,22	35,81	23,72	23,67	23,41	41,31	27,74	17,24

Médias seguidas da mesma letra, na vertical, não diferem estatisticamente de acordo com o teste de Tukey ao nível de erro de 0,05.

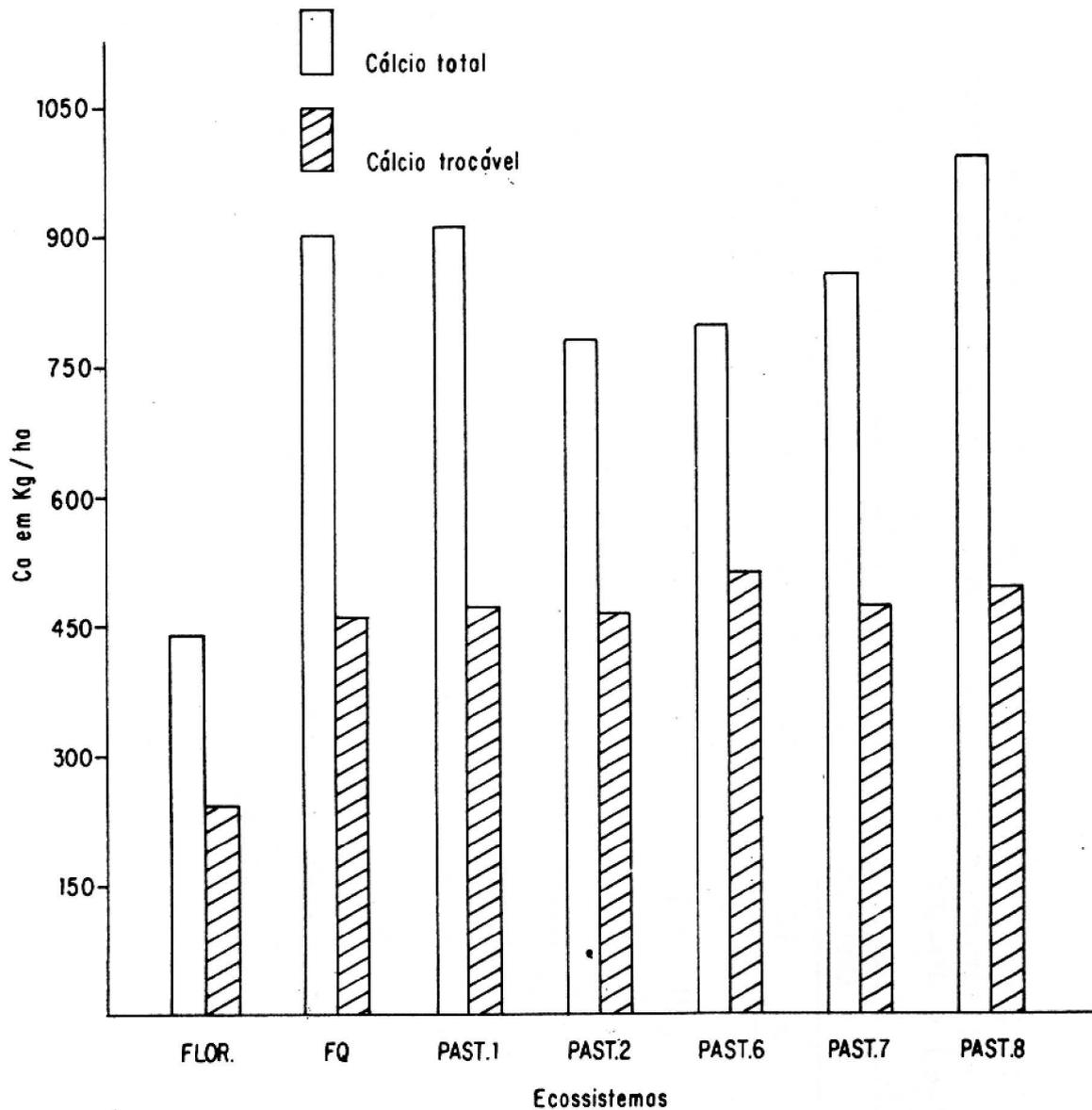


FIG.3 - Cálcio total e trocável no solo, em Kg/ha, ate a profundidade de um metro, em diversos ecossistemas.

Os níveis de cálcio trocável são variáveis nos ecossistemas, em todas as camadas estudadas. O cálcio aparece com nível médio, na camada 0-10 cm na floresta primária queimada e pastagem com um ano e níveis baixos, nos outros ecossistemas e nas outras três camadas.

Na Fig. 3 nota-se que do cálcio total, 60% aproximadamente é de cálcio trocável e 40% de cálcio não trocável. As quantidades de cálcio trocável e cálcio total na

floresta primária queimada e nas pastagens são praticamente o dobro das observadas na floresta primária.

O cálcio trocável do solo, 24 horas após a queima da vegetação, na camada de 0-10 cm, ficou em 1,79 meq/100 g de TFSA. Esse valor é treze vezes superior ao existente em solo de floresta primária e 80% mais alto que o encontrado no ecossistema de floresta primária queimada após quatro meses da queima. Mesmo havendo redução do cálcio trocável em quatro meses, ainda assim, é 7,5 vezes superior ao obtido no ecossistema de floresta primária com 0,12 meq/100 g (Tabela 3). Com a queima da vegetação da floresta primária, há um aumento substancial na soma de bases (848%) na camada de 0-10 cm para a qual o cálcio contribui com cerca de 45%. Nos ecossistemas de pastagens o cálcio trocável se mantém bem acima do encontrado na floresta primária, ficando, praticamente, estável em 0,75, 0,25, 0,16 e 0,16 meq/100 g nas camadas de 0-10, 10-20, 20-40 e 40-100 cm, respectivamente (Tabela 3). Esses valores estão de acordo aos encontrados por Falesi (1976), Hecht (1983) e Smyth e Bastos (1984).

O cálcio total aparece no solo em floresta primária, na camada de 0-10 cm, com 0,20 meq/100 g de TFSA, enquanto no solo da floresta primária queimada este valor foi 1,73 meq/100 g de TFSA, com incremento de 765%. A partir da pastagem com dois anos, o cálcio total aparece na profundidade de 0-10 cm, com valores em torno de 1,30 meq/100 g de TFSA. Como pode ser visto na Tabela 3, apesar de não ter havido diferença estatística, constata-se incrementos, em valores absolutos, do cálcio nas camadas mais profundas.

Os resultados quantitativos para cálcio trocável e total, até a profundidade de um metro, mostram que o cálcio trocável aparece com cerca de 60% do valor do cálcio total na floresta primária e aproximadamente 55% nas áreas de floresta primária queimada e pastagens com diversas idades. O cálcio trocável, à semelhança do potássio trocável, aparece no solo de pastagens com valores bem superiores do observado na floresta primária, mostrando também que uma pastagem bem manejada é capaz de manter a estabilização do elemento através de ciclos de nutrientes. Foram observados valores de 268 kg/ha para

cálcio trocável e 445 kg/ha para cálcio total na floresta primária, correspondendo a 58,9% e 49,4% aos da floresta primária queimada, respectivamente. Chauvel (1982), na região de Manaus (AM), encontrou 383 kg/ha para cálcio trocável e 9,6 t/ha para cálcio total, também em área de floresta primária. Por outro lado, Bernhard-Reversat citado por Chauvel (1982) estudando floresta primária, na Costa do Marfim, encontrou até 0,5 m de profundidade 97 kg/ha para cálcio trocável.

Na Tabela 4 são mostrados os valores médios de magnésio trocável e total, em meq/100g, nas camadas de 0-10, 10-20, 20-40 e 40-100 cm. Na Fig. 4 são apresentados os valores, em kg/ha, de magnésio trocável e total até a profundidade de um metro.

De acordo com a Tabela 4, não há diferença significativa nos níveis de magnésio trocável nas camadas de 0-10 e 20-40 cm. Na camada de 10-20 cm, na pastagem com oito anos, o nível de magnésio trocável é significativamente superior ($P < 0,05$) aos níveis da floresta primária queimada, floresta primária e pastagem com dois anos, sendo porém, igual aos níveis de pastagem com um, seis e sete anos.

O magnésio total aparece, na camada 0-10 cm, com nível estatisticamente inferior ($P < 0,05$) na floresta primária, quando comparado aos níveis da floresta primária queimada e pastagens com um e seis anos. Não havendo, entretanto, diferenças entre os níveis da floresta primária e pastagens com dois, sete e oito anos. Na camada 10-20 cm, o nível de magnésio total, na floresta primária, é significativamente inferior aos níveis da floresta primária queimada e das pastagens com seis, sete e oito anos e nas camadas 20-40 e 40-100 cm não são observadas diferenças significativas nos níveis de magnésio total entre os ecossistemas estudados.

O magnésio trocável aparece com valores baixos em todos os ecossistemas. No entanto, o magnésio total, na camada 0-10 cm, é baixo na floresta primária, alto na área recém-queimada e médio nas pastagens. Nas outras três camadas o magnésio total é baixo em todos os ecossistemas.

TABELA 4- Valores médios para magnésio trocável e total, em solos de floresta primária, floresta primária queimada e pastagens com várias idades, nas camadas de 0-10, 10-20, 20-40 e 40-100 cm.

Ecossistema	Magnésio trocável				Magnésio total			
	0-10	10-20	20-40	40-100	0-10	10-20	20-40	40-100
	----- meq/100g -----							
Floresta primária	0,15a	0,10 b	0,11a	0,09ab	0,29 b	0,24 b	0,20a	0,22a
Floresta primária queimada	0,29a	0,12 b	0,11a	0,07 b	1,02a	0,34a	0,30a	0,20a
Past. um ano	0,35a	0,21ab	0,16a	0,15a	0,91a	0,32ab	0,22a	0,24a
Past. dois anos	0,34a	0,17 b	0,15a	0,14ab	0,77ab	0,28ab	0,38a	0,21a
Past. seis anos	0,35a	0,22ab	0,20a	0,15a	0,87a	0,41a	0,33a	0,23a
Past. sete anos	0,35a	0,21ab	0,16a	0,14ab	0,82ab	0,44a	0,23a	0,22a
Past. oito anos	0,31a	0,31a	0,16a	0,13ab	0,84ab	0,43a	0,24a	0,21a
Coefficiente de variação (%)	28,99	29,56	29,74	24,91	33,24	19,23	38,63	21,37

Médias seguidas da mesma letra, na vertical, não diferem estatisticamente de acordo com o teste de Tukey ao nível de erro de 0,05.

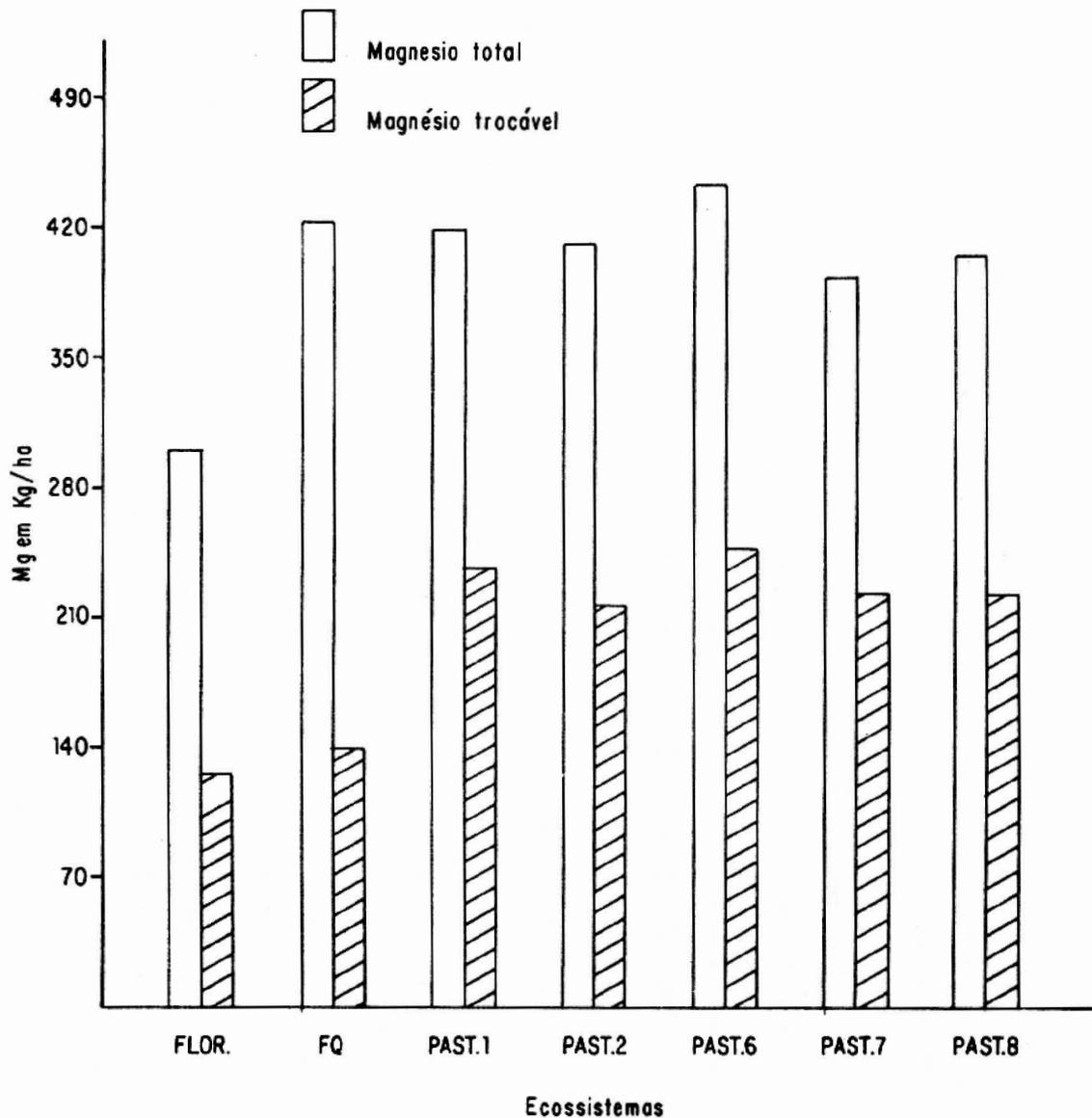


FIG. 4- Magnésio total e trocável no solo, em Kg/ha, até a profundidade de um metro, em diversos ecossistemas.

O magnésio trocável, na camada de 0-10 cm, 24 horas após a queima, foi aumentado em 866,7%. Quatro meses depois, esse valor foi bastante reduzido, ficando em 1,93 vezes ao do ecossistema de floresta primária. Nos ecossistemas de pastagens, o magnésio trocável elevou-se em relação à floresta primária queimada, estabilizando-se entre 0,31 e 0,35 meq/100 g de TFSA na camada de 0-10 cm. Apesar de não ter havido diferença significativa entre o magnésio trocável das várias camadas, nota-se aumento do

magnésio com a profundidade, mostrando a tendência de percolação desse nutriente.

O magnésio total na camada de 0-10 cm foi encontrado para os ecossistemas de floresta primária, floresta primária queimada e pastagem de oito anos com teores de 0,28, 1,02 e 0,84 meq/100 g de TFSA, respectivamente. Valores semelhantes foram encontrados por Baena (1978) e Smyth & Bastos (1984).

O magnésio trocável é 42% do total no ecossistema de floresta primária, 33% no de floresta primária queimada e 55% na pastagem com oito anos. O magnésio total aparece em termos absolutos com estoque de 301, 423 e 406 kg/ha nos ecossistemas de floresta primária, floresta primária queimada e pastagem de oito anos, respectivamente. Os resultados encontrados são superiores aos de Klinge (1976) e Chauvel (1982) para magnésio trocável, superior ao de Klinge (1976) e inferior ao de Chauvel (1982) para magnésio total.

Na Tabela 5 são mostrados os valores médios de S, CTC, Al, V, Sat. Al e pH, nos ecossistemas de floresta primária, floresta primária queimada e das pastagens por idades, na superfície do solo (0-10 cm). Os valores de S e V na floresta primária são estatisticamente inferiores ($P < 0,05$) quando comparados aos valores dos outros ecossistemas. Para CTC não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os ecossistemas. Os valores de Al e Sat. Al na floresta primária foram estatisticamente superiores aos daqueles obtidos na floresta primária queimada e nas pastagens com um, dois, seis, sete e oito anos. O valor de pH na floresta primária é estatisticamente inferior quando comparado aos valores da floresta primária queimada e pastagem com um, sete e oito anos, porém não são observadas diferenças entre os valores encontrados na floresta primária e pastagens com dois e seis anos.

A queima da floresta primária aumentou substancialmente, na camada de 0-10 cm, os valores de soma de bases e de saturação de bases. Aumentou também o pH do solo. O valor da capacidade de troca catiônica não foi alterado com a queima da biomassa da floresta primária. O valor de alumínio trocável reduziu de níveis considerados tóxicos para níveis bem menos nocivos e o teor de sa

TABELA 5- Valores médios de soma de bases (S), capacidade de troca catiônica (CTC), alumínio (Al), saturação de bases (V), saturação de alumínio (Sat. Al) e pH nos ecossistemas de floresta primária, floresta primária queimada e pastagens com diversas idades, na camada de 0-10 cm.

Ecossistema	S (meq/100g)	CTC (meq/100g)	Al (meq/100g)	V (%)	Sat. Al (%)	pH
Floresta primária	0,42 b	10,69a	1,54a	3,96 b	79a	4,38 b
Floresta primária queimada	1,63a	9,78a	0,38 b	16,66a	19 b	5,25a
Past. um ano	1,62a	10,18a	0,50 b	16,00a	25 b	5,18a
Past. dois anos	1,48a	10,05a	0,67 b	14,68a	34 b	4,85ab
Past. seis anos	1,39a	10,13a	0,55 b	13,78a	31 b	4,97ab
Past. sete anos	1,36a	10,37a	0,38 b	13,04a	23 b	5,20a
Past. oito anos	1,34a	9,32a	0,62 b	14,37a	35 b	5,08a
Coeficiente de variação (%)	23,41	10,48	31,24	21,55	27,47	5,41

Médias seguidas da mesma letra, na vertical, não diferem estatisticamente de acordo com o teste de Tukey ao nível de erro de 0,05.

turação de alumínio teve uma redução, inicial bem acentuada e ficou estabilizado nos solos das pastagens com valores em torno de 30%.

O aumento da soma de bases e da saturação de bases, bem como do pH do solo, foi em decorrência do aumento das bases trocáveis no solo, já mencionado anteriormente. O valor da capacidade de troca catiônica encontrado no solo de pastagem é de aproximadamente 10,00 meq/100 g de TFSA, sendo semelhante ao determinado para o solo de floresta primária (10,69 meq/100 g de TFSA). Segundo Bittencourt (1977), a capacidade de troca catiônica nos solos da região de Manaus, deve-se principalmente à parte orgânica da fração argila.

O alumínio trocável do solo foi reduzido em função do aumento de pH devido à adição de bases existentes nas cinzas provenientes da queima da vegetação da floresta primária e o efeito do calor sobre o solo polimerizando o alumínio do solo. Dados semelhantes foram encontrados por Falesi (1978), Baena (1978), Hecht (1983) e Santos (1976). A redução do alumínio trocável, na camada de 0-10 cm, quatro meses após a queima (floresta primária queimada), foi de 75%, porém um ano depois o alumínio começava a subir, tornando-se mais estável na pastagem com oito anos (Tabela 5).

A saturação de alumínio também foi reduzida pelo enriquecimento do solo com bases trocáveis, bem como pela redução do alumínio trocável, com a deposição de cinzas, pela queima da biomassa vegetal da floresta primária. Estes dados estão de acordo com os mencionados por Falesi (1976), Baena (1978) e Hecht (1983).

CONCLUSÕES

A queima da biomassa vegetal da floresta primária proporciona acréscimos, no solo, de fósforo e bases (K, Ca e Mg); elevação do pH; redução do alumínio trocável e da saturação de alumínio.

O fósforo total aparece nos solos de floresta primária e de pastagem com valores elevados. Desse fósforo, somente pequena parte encontra-se disponível para as plantas.

O fósforo disponível em pastagens, a partir do segundo ano de implantada, mantém-se nos mesmos níveis dos encontrados originalmente na floresta.

Do potássio total nos solos de pastagens, mais de 50% está disponível para as plantas.

O potássio trocável mantém-se em equilíbrio, nos solos de pastagens, com teores três vezes superiores aos encontrados no solo de floresta primária.

O cálcio e o magnésio mantém-se em equilíbrio nos solos de pastagens com mais de 55% na forma disponível para as plantas, enquanto nos solos de floresta primária esses nutrientes são de aproximadamente 30% do total.

Os ecossistemas de pastagens bem manejadas, estabelecidos após a queima da biomassa florestal, mantém vários nutrientes em equilíbrio no solo em níveis bem superiores aos originalmente encontrados no ecossistema de floresta primária.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAENA, A.R.C. O efeito de pastagens (*Panicum maximum*) na composição química do solo em floresta tropical de terra firme. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 2, Passo Fundo, RS, 1978. *Anais*. Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, 1978. p.355-77.
- BASTOS, J.B.; CORRÊA, J.C. & WILMS, F.W.W. *Calibração de potássio em Latossolo Amarelo textura argilosa*. Manaus, EMBRAPA-UEPAE de Manaus, 1981. 2p. (EMBRAPA-UEPAE de Manaus. Pesquisa em Andamento, 27).
- BITTENCOURT, V.C. Solos tropicais. In: SEMINÁRIO DE USO E MANEJO DAS TERRAS, Manaus, AM, 1977. *Resumo das palestras*. Manaus, EMATER-AM/SUFRAMA, 1977. p.59-62. (SUFRAMA. Distrito Agropecuário da SUFRAMA, 6).
- CHAUVEL, A. Os latossolos amarelos, álicos, argilosos dentro dos ecossistemas das bacias experimentais do INPA e da região vizinha. *Acta amaz.* Manaus, 12(3):47-60, 1982. Suplemento.
- COCHRANE, T.T. & SÁNCHEZ, P.A. Land resources, soils and management in the Amazon Region: a state of knowledge report. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AMAZONIAN AGRICULTURE AND LAND USE RESEARCH, Cali, 1982. *Amazon agriculture and land use research; proceedings*. Cali, CIAT, 1982. p.137-209.

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro, RJ. Manual de métodos de análise do solo. Rio de Janeiro, 1979.
- FALESI, I.C. Ecosistema de pastagem cultivada na Amazônia brasileira. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1976. 193p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim Técnico, 1).
- HECHT, S.B. Cattle ranching in the eastern Amazon: Environmental and social implications. In: MORAN, E.F. Dilemma of amazonian development. Boulder, Westview, 1983. p.155-88.
- JORDAN, C.F. Ciclagem de nutrientes e silvicultura de plantações na bacia Amazônica. In: CABALA-ROSAND, P. ed. Reciclagem de nutrientes e agricultura de baixos insumos nos trópicos. Ilhéus, CEPLAC/SBCS, 1985. p.187-202.
- KLINGE, H. Bilanzierung von hauptnährstoffen in Okosystem tropischer regenwald (Manaus) vorläufige date. Biogeographica, 7:59-77, 1976.
- RAIJ, B. van. Avaliação da fertilidade do solo. Piracicaba, Instituto da Potassa & Fosfato/Instituto Internacional da Potassa, 1981. 142p.
- SANTOS, G. de A. Influência do tratamento térmico sobre o alumínio livre do solo. Rio de Janeiro, UFRRJ, 1976. 90p. Tese mestrado.
- SEUBERT, C.E.; SÁNCHEZ, P.A. & VALVERDE, C. Effect of land clearing methods on soil properties of an ultisol and performance in the Amazon Jungle of Peru. Trop. Agric., London, 54(4):307-21, 1977.
- SMYTH, T.J. & BASTOS, J.B. Alterações na fertilidade de um latossolo amarelo álico pela queima da vegetação. R. bras. Ci. Solo, 8:127-32, 1984.
- SOKAL, R.R. & ROHLF, F.J. Biometria princípios y métodos estadísticos em la investigacion biológica. Rosário, H. Blume, 1979. 831p.
- SOUZA, D.M.G. de; RITCHEY, K.D.; LOBATO, E. & GOEDERT, W.J. Potássio em solo de cerrado. II. Balanço no solo. R. bras. Ci. Solo, Rio de Janeiro, 3(1):33-6, 1979.
- TEIXEIRA, L.B.; RANZANI, G. & ESCOBAR, J.R. Número de amostras simples de solo para avaliação da fertilidade em alguns ecossistemas amazônicos. Manaus, EMBRAPA-UEPAE de Manaus, 1984. 19p. (EMBRAPA-UEPAE de Manaus. Boletim de Pesquisa, 4).
- TEIXEIRA, L.B.; ESCOBAR, J.R. & RANZANI, G. Amostragem de solo para fins de fertilidade em áreas de floresta e pastagem na Amazônia. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1, Belém, 1984. Amais. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1986. v.1. p.207-13. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 36).