

Estudo da dinâmica de nutrientes em solos de várzea da Ilha do Careiro no estado do Amazonas*

de

S.S. Alfaia & N.P. Falção

M.Sc. S.S. Alfaia & M.Sc. N.P. Falção, INPA, Caixa postal 478, 69011-970
Manaus/AM, Brasil.

(Aceito para publicação: Setembro, 1992).

Study of nutrient dynamics in floodplain soils of the Careiro Island - Central Amazonia

Abstract

In contrast to the upland "terra firme" terrain, the floodplain *várzea* in the Amazon is the zone that is used for supporting rational agriculture without use of fertilizers. Following the dynamics of the main soil nutrients, two distinct floodplain environments were selected, namely high and low *várzea*. Soil samples were collected throughout the whole year of 1987. No significant differences were found in the concentrations of the main nutrients for samples taken during different periods. However, the concentrations of Ca, Mg, Na, Al, H, Cu, Zn and Mn in the low *várzea* were always higher than in the high *várzea*. This could be a result of the deposition effect during former flood periods, because the low *várzea* is exposed more to seasonal flooding. The study of the main nutrients analysed in the *várzea* floodplain soils shows a high natural fertility.

Keywords: Nutrient dynamics, floodplain soils, Brazilian Amazonia.

Resumo

Ao contrário da área de "terra firme", a área de *várzea* da Bacia Amazônica é onde se pode praticar uma agricultura racional sem uso de fertilizantes. Objetivando acompanhar a dinâmica dos principais nutrientes em solo de *várzea*, foi coletado ao longo do ano de 1987, material de solo em duas áreas distintas do ecossistema: *várzea* alta e baixa. Dentre os principais nutrientes analisados não foi observado diferenças significativas entre as diferentes épocas de amostragens, no entanto, para vários elementos tais como Ca, Mg, Na, Al, H, Cu, Zn e Mn os teores mais elevados foram observados na área de *várzea* baixa, o que pode ser uma consequência da reposição desses nutrientes durante o período das cheias, uma vez que esta área é mais sujeita as inundações anuais que a área de *várzea* alta. Para os principais nutrientes analisados os solos de *várzeas* estudados podem ser classificados como sendo de alta fertilidade natural.

* Trabalho financiado com recursos do Convênio INPA/ORSTOM/CEE.

Introdução

De acordo com a natureza geográfica do terreno, a grande planície Amazônica pode ser dividida em duas áreas distintas: área de "terra firme" de formação terciária e, planície de inundação propriamente dita, denominada de *várzea* ou terreno quaternário recente, FALESI (1967).

A baixa fertilidade natural da grande maioria dos solos de "terra firme" tem sido o obstáculo mais sério para introdução de uma agricultura do tipo convencional que se pratica em outras regiões tradicionalmente agrícolas. Contrastando com a "terra firme", as áreas de *várzea* possuem os solos mais férteis de toda a Bacia Amazônica devida à deposição de sedimentos advinda das inundações anuais periódicas na *várzea*, formando uma camada nova de solo fresco proveniente dos Andes. Apesar de representar em termos relativos, apenas uma pequena fração da região, a área de *várzea* é considerada apta para a exploração agrícola. As *várzea* são mais que suficientes para os programas iniciais voltados para o aumento de produção de alimento na região, que atualmente importa quase tudo que consome de outros Estados, principalmente grãos.

As características peculiares do ecossistema de *várzea* tem despertado o interesse da comunidade científica. A variação do nível das águas determina o aspecto físico do sistema bem como o comportamento da sua biota, SIOLI (1984). Portanto as inundações periódicas dos solos de *várzea* podem causar certas mudanças na química do solo decorrentes das condições de redução, FREIRE & NOVAIS (1980). Assim, o presente trabalho teve como objetivo estudar a dinâmica dos principais nutrientes do solo em área de *várzea* na Ilha do Careiro situada na região da Amazônia Central.

Material e métodos

O trabalho foi conduzido em área de *várzea* do Careiro, uma Ilha de aproximadamente 470 km² de superfície, situada após a confluência do rio Solimões e rio Negro na região da Amazônia Central. A área escolhida para o estudo foi a localidade denominada Costa de Terra Nova (Figura 1), uma zona da Ilha onde o sistema de cultivos perenes ocupa uma área bastante significativa. Esse tipo de cultivo, que pode ser classificado como um sistema agroflorestal, associa um grande número de espécies perenes, formando uma estrutura complexa, pluriestratificada. Estas associações permitem uma boa utilização do recursos do meio, fornecendo diferentes produtos, principalmente frutos destinados ao consumo local e também ao mercado de Manaus.

Ao longo do ano de 1987, durante os meses de março, maio, julho, setembro e novembro, coletou-se material de solo em duas áreas distintas do ecossistema de *várzea* (Figura 2). A primeira área, constituída de solo típico de *várzea* alta, localiza-se próxima ao rio. Nessa área as partículas mais grossas sedimentam primeiro, sendo por isso melhor drenada, FALESI (1967). Situada à um nível topográfico mais alto, essa zona normalmente fica protegida das enchentes periódicas, sendo por isso predominantemente cultivada com plantas perenes, como fruteiras e outros cultivos tais como seringueira (*Hevea brasiliensis*), cacau (*Theobroma cacao*), etc. A medida que entram para o interior, as partículas que sedimentam vão se tornando mais finas e o terreno apresenta-se com o nível topográfico mais baixo, formando a *várzea* baixa FALESI (1967), zona mais sujeita às inundações periódicas, sendo por isso cultivada principalmente com plantas anuais, tais como cereais, hortaliças diversas, mandioca, (*Manihot esculenta* CRANTZ), juta (*Corchorus capsularis* L.), malva (*Urena lobata* L.), etc.

Na *várzea* alta um pomar com uma área de aproximadamente 1,0 hectare foi amostrado, enquanto que na *várzea* baixa a amostragem foi efetuada numa área de aproximadamente 0,2 hectares. O solo foi coletado nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, sendo efetuada 15 amostragem simples na *várzea* alta e

10 amostragem simples na várzea baixa, cada 5 amostragens simples formaram uma amostra composta, perfazendo no total 3 amostras compostas para várzea alta e 2 para a várzea baixa. Cada amostra composta serviu como repetição para efeito de análise estatística. No ano de 1987, somente a área de várzea baixa sofreu inundação em meados dos meses de maio e junho, ficando seca o restante do ano. Não havendo diferenças significativas nas duas profundidades amostradas, os dados foram agrupados em um único valor, ou seja, o valor médio das duas profundidades.

As análises químicas dos macro e micronutrientes foram processadas no laboratório de fertilidade do solo do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (Piracicaba, SP). As seguintes determinações analíticas foram efetuadas: pH, hidrogênio e alumínio trocáveis, cálcio, magnésio, potássio e sódio trocáveis, zinco, cobre, manganês e ferro. As bases trocáveis foram determinadas através da extração em HCl 0,5N e a acidez trocável em KCl 1N. O pH foi determinado em água e os micronutrientes pelo método DTPA.

Resultados e discussão

1. pH e acidez trocável (Al + H)

O alumínio trocável, um dos principais problemas em área de "terra firme", mostrou uma concentração bastante baixa nas áreas de várzeas estudadas, apresentando um teor médio de 0,027 meq/100 g e amplitude de variação de 0,02 a 0,05 meq/100 g (Tabela 1, Figura 3). Esses valores são bastantes baixos quando comparados aos valores encontrados em áreas de "terra firme". SANCHEZ et al. (1982), estimaram que aproximadamente 73 % dos solos da Bacia Amazônica apresentam problemas de toxidez de Al. As maiores concentrações ocorreram na área de várzea baixa, a qual parece ter sido mais influenciada pelo nível das águas apresentando valores mais elevados no período das cheias. O mesmo comportamento foi observado para o íon H nessas condições. Para esse elemento a amplitude de variação foi de 0,22 a 0,31 meq/100 g.

O pH do solo por si só não tem efeito direto sobre o crescimento das plantas, exceto quando inferior a 4,2, onde a concentração de íons hidrogênio podem interferir e até interromper a absorção de cátions pela raiz, BLACK (1967). O valor médio observado para o pH foi de 6,36 e amplitude de variação de 5,74 a 6,73, sendo que mais de 80 % das amostras analisadas situaram-se na faixa de valores de pH considerados altos, MALAVOTA & KLIEMANN (1985).

2. Bases trocáveis (Ca, Mg, K e Na)

Dentre as bases trocáveis que compõem o sistema solo o potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) são as mais importantes. Existe muita tendência a considerá-los em conjuntos, por causa da influência que cada um exerce sobre a disponibilidades dos outros VAN RAIJ (1981). Os valores médios determinados para as bases trocáveis são apresentados na Tabela 1 e Figura 4. A média de valores para Ca trocável nas áreas estudadas foi de 12,20 e amplitude de variação de 9,48 a 14,87 meq/100 g. Considerando como adequados em Ca trocável solos que apresentem mais de 4,0 meq/100 g MALAVOLTA & KLIEMANN (1985), observa-se que os resultados encontrados situam-se muito acima deste valor e estão de acordo com os resultados de outros trabalhos conduzidos em área de várzea no Estado do Amazonas, EMBRAPA (1983), VICTÓRIA et al. (1989).

Para o cátion Mg trocável, a média foi de 2,65 meq/100 g com uma amplitude de variação de 1,85 a 3,66 meq/100 g. Esses valores situam-se dentro da mesma faixa de variação obtida no levantamento efetuado pela EMBRAPA (1983), em áreas de várzea

de seis municípios do Estado do Amazonas e enquadram-se acima do nível (1 meq/100 g) sugerido como adequado para interpretação de Mg trocável em solos, VAN RAIJ (1981).

Não foi observado diferenças significativas entre as épocas de amostragens, no entanto, observa-se que os teores médios de Ca e Mg trocáveis são mais elevados na área de *várzea* baixa, o que pode ser uma consequência da reposição desses nutrientes durante o período das cheias, uma vez que esta área é mais sujeita as inundações anuais que a área de *várzea* alta.

A amplitude de variação para o elemento potássio nas áreas estudadas variou de 0,10 a 0,49 meq/100 g, com uma concentração média de 0,24 meq/100 g, teor considerado como adequado para a maioria das culturas MALAVOLTA & KLIEMANN (1985). Os valores encontrados situam-se acima dos valores comumente encontrados para as áreas de "terra firme", onde estima-se que 56 % das áreas apresentam baixa reserva de K, SANCHEZ et al. (1982). Considerando teores abaixo de 0,15 meq/100 g como deficientes, LOPES (1983), nota-se que esse elemento pode se tornar limitante na área baixa, onde observou-se um decréscimo significativo durante o período seco (mês de novembro), o que poderia ser também uma consequência da absorção de parte desse nutriente pelas plantas e parte pela exportação das colheitas agrícolas. Os mesmos resultados foram obtidos por MARTINELLI (1986), para os elementos K e Mg, cujas concentrações foram significativamente mais elevadas no início da descida das águas, demonstrando a importância das inundações periódicas no processo de renovação de alguns elementos.

Para o elemento Na trocável o teor médio foi de 0,22 meq/100 g e amplitude de variação de 0,15 a 0,27 meq/100 g, teores que variaram de médio a alto SILVA et al. (1980).

3. Capacidade efetiva de troca de cátions (CTC efetiva)

Uma das mais importantes propriedades dos solos quanto à sua fertilidade é a capacidade de absorver e trocar cátions podendo apresentar elevada capacidade de armazenamento de nutrientes. Influenciada principalmente pelos teores de Ca e Mg, que contribuíram com mais de 90 % do total do complexo de troca, a CTC efetiva das áreas estudadas, apresentou valores considerados elevados, com amplitudes que variaram de 12,10 a 18,91 meq/100 g e teor médio de 15,66 meq/100 g. Devido ao baixo teor de Al e H, esses valores não diferenciaram muito dos valores da soma de bases. Essa elevada CTC efetiva também pode estar relacionada ao mineral de argila predominantes nos solos de *várzeas*. Segundo IRION (1984), a composição dos minerais de argila do material transportado pelo rio Amazonas sofre pouca alteração entre o local de sua origem, sendo predominante a montmorilonita que teria sua origem nas rochas básica dos Andes. ALFAIA & NOGUEIRA (1985), também observaram que a presença de minerais de argila tipo 2:1 e 2:2 foi a principal fração responsável pela CTC das amostras de um perfil de solo de *várzea* da Amazônia, classificado como Glei Pouco Húmico.

4. Micronutrientes (Zn, Cu, Mn e Fe)

Os teores médios dos micronutrientes analisados são apresentados na Tabela 1 e Figura 5. A concentração média de Zn solúvel nesses solos foi de 23,14 ppm com amplitudes que variaram de 15 a 46,50 ppm, valores situados muito acima do nível

considerado adequado (1 ppm), segundo os critérios de MALAVOLTA & KLIEMANN (1985). Na área de várzea baixa observa-se um decréscimo significativo durante o período da seca. Para o elemento Cu solúvel, a amplitude variou de 2,80 a 6,23 ppm com um teor médio de 3,9 ppm. Considerando solos com nível de Cu maior que 0,8 ppm como adequado para a maioria das culturas MALAVOLTA & KLIEMANN (1985), observa-se que esse elemento não é limitante nos solos estudados.

Observa-se respectivamente para os elementos Mn e Fe amplitudes que variaram de 13,60 a 75,40 e 53,10 a 126,40 ppm com teores médios de 42,97 e 92,61 ppm. Todos esses valores estão situados muito acima do adequado MALAVOLTA & KLIEMANN (1985). Para o Mn um decréscimo significativo é observado durante o período seco. Segundo FREIRE & NOVAIS (1980), esses elementos quando envolvidos numa reação de oxiredução, teriam suas solubilidades na água aumentadas em condições redutoras. Dependendo da natureza do solo até toxidez de Fe poderia surgir. Também a ocorrência de quantidades elevadas de Mn reduzido, prontamente disponível às plantas tem sido observada em solos sob regime de submersão, PONNAMPERUMA (1972). No entanto, ainda não existem dados que permitam avaliar problemas de toxidez desses elementos em área de várzea na região.

Conclusão

Dentre os principais nutrientes analisados não foi observado diferenças significativas entre as diferentes épocas de amostragens, no entanto, para vários elementos tais como o Ca, Mg, Na, Al, H, Cu, Zn e Mn os teores mais elevados foram observados na área de várzea baixa, demonstrando portanto a importância das inundações periódicas no processo de renovação de alguns elemento.

Na área de várzea baixa as concentrações de K foram significativamente mais elevadas no início da descida das águas, o que pode ser uma consequência da reposição desse nutriente durante o período das cheias.

A concentração dos micronutrientes foi bastante elevada, sendo que a amplitude de variação entre os valores máximos e mínimos indica que a variabilidade nos teores de alguns micro tais como Zn e Mn é considerável.

Contrastando com os principais solos de áreas de "terra firme" que apresentam baixa fertilidade natural, para os principais nutrientes analisados, os solos de várzeas estudados podem ser classificados como sendo de alta fertilidade natural.

Referências bibliográficas

- ALFAIA, S.S. & F.D. NOGUEIRA (1985): Capacidade de troca de cátions da fração mineral e orgânica de três solos da Amazônia Central. - *Ciência e Prática* 9: 30-38.
- BLACK, C.A. (1967): *Soil plant relationships*. - 2nd. ed., J. Wiley, New York.
- EMBRAPA (1983): Relatório bienal de solos. - UEPAE/MANAUS: 65 p.
- FALESI, I.C. (1967): O estado atual dos conhecimentos sobre os solos da Amazônia Brasileira. - *Geociência* 1: 151-168.
- FREIRE, F.M. & R.F. NOVAIS (1980): Solos de várzea: característica e problemas relativos à fertilidade. - *Inf. Agropec.* 6: 24-34.

- IRION, G. (1984): Clay minerals of Amazonian soils. In: SIOLI, H. (ed.): The Amazon. Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. - W. Junk Publ. Dordrecht: 537-577.
- LOPES, A.S. (1983): Solos sob Cerrado: Características, propriedades e manejo. - Instituto da Potassa, Piracicaba: 136 p.
- MALAVOLTA, E. & H.J. KLIEMANN (1985): Desordens nutricionais no Cerrado. - Instituto da Potassa, Piracicaba: 136 p.
- MARTINELLI, L.A. (1986): Composição química e isotópica (^{13}C) de sedimentos de várzea e suas interações com alguns rios da Bacia Amazônica. - Tese de Mestrado, Univ. de São Paulo, Piracicaba: 214 p.
- PONNAMPERUMA, F.N. (1972): The chemistry of submerged soils. - Advances in Agronomy 24: 29-96.
- SANCHEZ, P.A., GICHURU, M.P., VILLACHICA, J.H. & J.J. NICHOLAIDES (1982): Amazon basin soils. Management for continuous productions. - Science 216: 821-827.
- SIOLI, H. (1984): The Amazon and its main affluents: Hydrography, morphology of the river courses and river types. In: SIOLI, H. (ed.): The Amazon. Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. - W. Junk Publ. Dordrecht: 127-165.
- SILVA, J.B.S., LOPES, A.S., GUEDES, G.A.A., FAQUIN, V. & J. CARVALHO (1980): Química e fertilidade se solo. - ESAL, Lavras: 239 p.
- VAN RAIJ, B. (1981): Avaliação da fertilidade do solo. - Instituto da Potassa, Piracicaba: 142 p.
- VICTORIA, R.L., MARTINELLI, L.A., RICHEY, J.E., DEVOL, A.H., FORSBERG, B.R. & M. DE N.G. RIBEIRO (1989): Spatial and temporal variations in soil chemistry on the Amazon floodplain. - Geo Journal 19: 45-52.

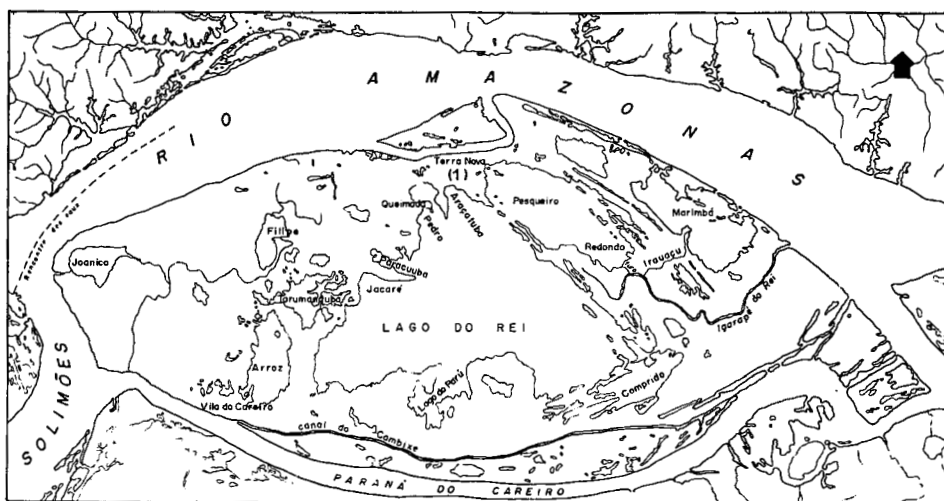


Figura 1:
Localização da área amostrada (1) na Ilha do Careiro.

Rio Solimões

Várzea alta

Várzea baixa

Lago

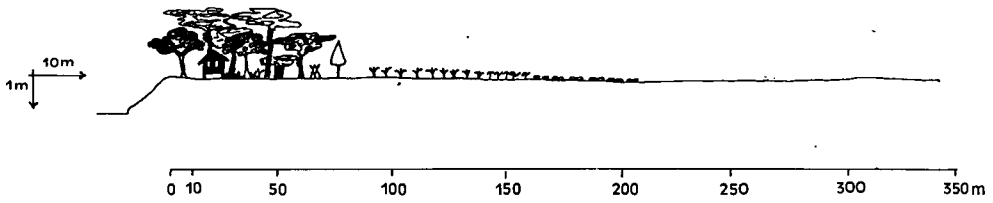


Figura 2

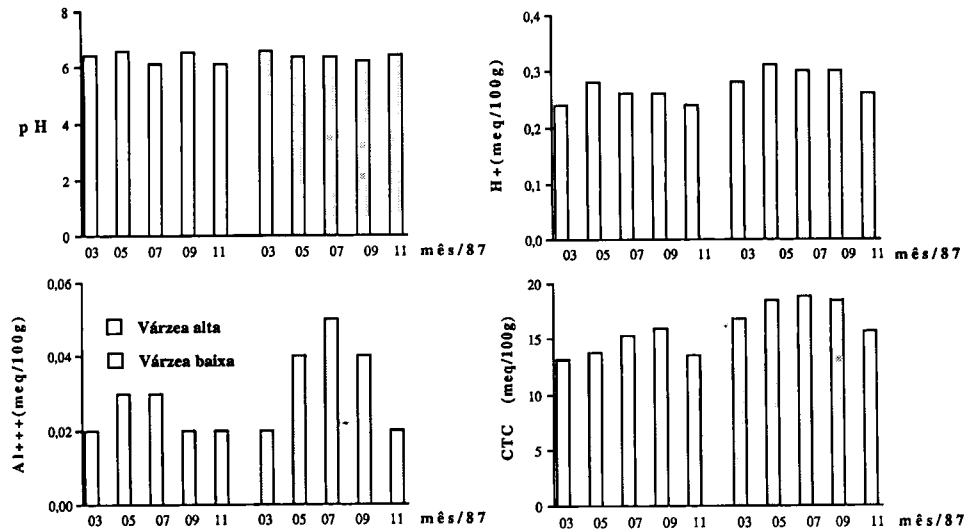


Figura 3:

Varição sazonal nos teores médio de pH, H⁺, Al³⁺ e CTC em solo de várzea da Ilha do Careiro no ano de 1987.

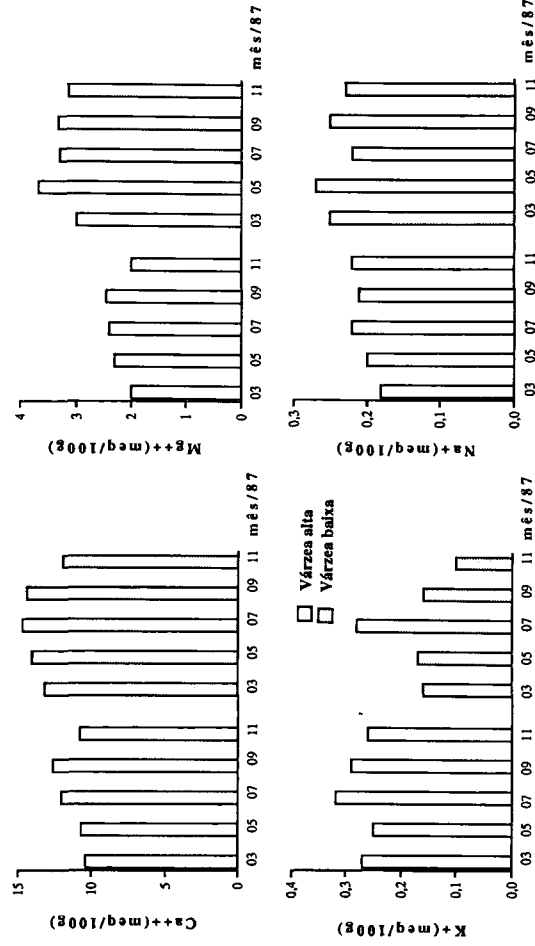


Figura 4:
Variação sazonal nos teores médios de cátions trocáveis em solo de várzea da Ilha do Careiro no ano de 1987.

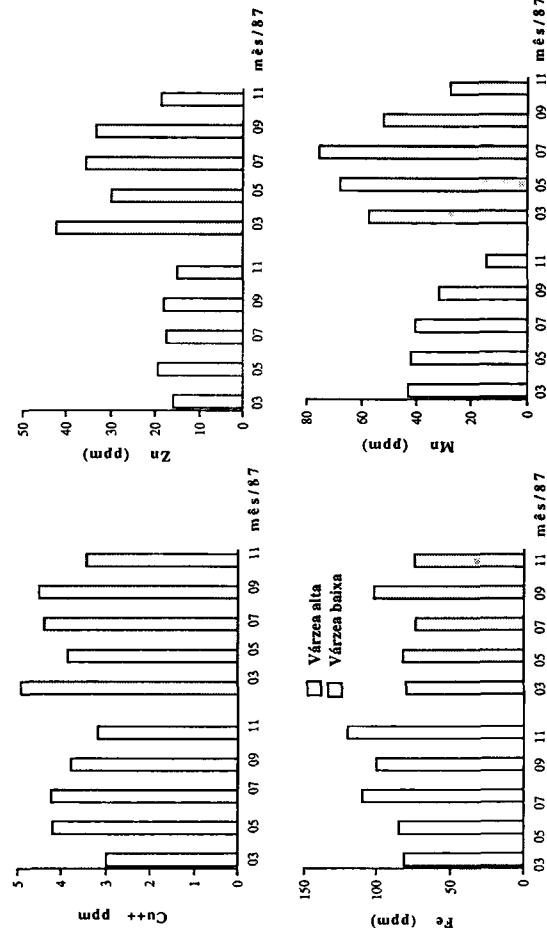


Figura 5:
Variação sazonal nos teores médios de micronutrientes em solo de várzea da Ilha do Careiro no ano de 1987.

Tabela 1: Valores médios dos nutrientes analisados em solo de várzea da Ilha do Careiro no Estado do Amazonas no ano de 1987.

Ano	pH	Bases trocáveis			meq/100 g solo Na ⁺	Acidez		CTC	Micronutrientes ppm			
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺		Al ³⁺	H ⁺		Zn	Cu	Mn	Fe
1987												
						<i>Várzea alta</i>						
Março	6,42ab	10,43	2,22	0,27	0,18	0,02b	0,24	13,36	15,97	3,00	42,95a	81,20b
Maió	6,58a	10,73	2,30	0,25	0,20	0,03a	0,28	13,79	19,30	4,20	42,13a	85,10b
Julho	6,09b	12,08	2,41	0,32	0,22	0,03a	0,26	15,32	17,50	4,24	40,33a	110,27ab
Setembro	6,51ab	12,64	2,46	0,29	0,21	0,02b	0,26	15,87	18,23	3,78	31,83a	99,90ab
Novembro	6,09b	10,75	1,99	0,26	0,22	0,02b	0,24	13,47	15,07	3,18	14,60b	120,33a
Média	6,34	11,33	2,23	0,28	0,20	0,02	0,26	14,32	17,21	3,68	34,37	99,36
CV (%)	2,80	11,08	9,1	38,2	25,1	11,1	6,1	10,3	9,5	19,4	13,5	12,2
						<i>Várzea baixa</i>						
Março	6,59	13,18	2,98	0,16ab	0,25ab	0,02ab	0,28b	16,86	42,25a	4,93	57,35b	79,95
Maió	6,36	14,08	3,66	0,17ab	0,27a	0,04ab	0,31a	18,53	30,00a	3,85	68,10a	82,20
Julho	6,39	14,76	3,28	0,28a	0,22b	0,05a	0,30ab	18,88	35,75a	4,38	73,50a	73,70
Setembro	6,22	14,46	3,31	0,16ab	0,25ab	0,04ab	0,30ab	18,50	33,40a	4,51	52,38b	102,30
Novembro	6,40	11,90	3,14	0,10b	0,23b	0,02b	0,26c	15,65	18,80b	3,43	28,00c	74,25
Média	6,39	13,67	3,27	0,17	0,24	0,03	0,29	17,68	32,04	4,22	55,87	82,48
CV (%)	3,3	7,0	11,1	22,5	4,4	16,6	2,4	6,40	11,2	21,9	5,8	19,7

As médias seguidas das mesmas letras, e na mesma coluna, não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de NEWMAN-KEULS.

