

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS FOLHAS DE *AVICENNIA GERMINANS* (L.) STEARN, *LAGUNCULARIA RACEMOSA* (L.) GAERTN. F. E *RHIZOPHORA MANGLE* L. E SOLO DO MANGUEZAL DO RIO MUCURI-BA, SOB AÇÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS.

Sonia Sales de Oliveira¹

Herminia M. Freitas¹

Miguel da Costa Accioly¹

RESUMO: (Composição química das folhas de *Avicennia germinans* (L.) Stearn, *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. F. e *Rhizophora mangle* L. e solo do manguezal do rio Mucuri-BA, sob ação de resíduos industriais) - Foram coletadas folhas novas, senescentes e sedimento, em intervalos trimestrais, de três áreas do manguezal do estuário do rio Mucuri-Ba no período de 1992 a 1994 para avaliar a distribuição de macro e micronutrientes na planta e no sedimento sob efeito de resíduos industriais. Dosaram-se nas folhas e sedimentos os elementos químicos Ca, Mg, K, P, N, Fe, Zn, Cu, Mn. Ainda no sedimento determinaram-se o teor de matéria orgânica (MO), capacidade de troca catiônica (CTC) e soma das bases (S). Foi feita análise granulométrica pelo método da pipeta. Os resultados revelaram diferenças significativas ($p < 0.05$) nas concentrações de Ca, Mg, K, Mn, Cu e Mo entre as espécies vegetais, bem como entre os solos associados, também para os valores de CTC e S dos solos. Distinta variação sazonal foi observada na composição iônica das plantas e dos solos. Essa variação encontra-se dentro de um padrão normal observado nos ecossistemas naturais.

Palavras-chave: Manguezal; Nutrientes; Concentração mineral

ABSTRACT: (Chemical composition of leaves of *Avicennia germinans* (L.) Stearn, *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. F. and *Rhizophora mangle* L. and soil of the mangrove swamps of Mucuri River (Bahia) on the influence of industrial residues) - At three month intervals, from 1992 to 1994, young and senescent leaves and sediments were collected from three areas of the mangrove swamps in the Mucuri River, Bahia, Brazil, to evaluate the distribution of macro- and micronutrients on the plants and sediment under the influence of industrial residues. The concentrations of Ca, Mg, K, P, N, Fe, Zn, Cu and Mn were determined for both leaves and sediment. Sediment samples

¹ Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia, Depto. de Botânica, Campus Universitário de Ondina. 40170-210, Salvador, BA
E.mail: dbotanic@ufba.br

were also analysed for organic material (MO), cation exchange capacity (CTC) and the sum of bases (S). Granulometric analyses of the soil were made using the pipette method. The results revealed significant differences ($p < 0.05$) in concentrations of Ca, Mg, K, Mn and Cu between the various species as well as their associated soils, and also for MO, CTC and S of the soils. A distinct seasonal variation was observed in the ionic content of the plants examined. The variations observed were within the normal range of values in natural ecosystems.

Key words: Mangrove; Nutrients; Mineral concentration

Introdução

As regiões de mangue constituem importantes fontes de alimento não somente pelas espécies que nelas habitam como pelo papel que desempenham na produtividade das zonas costeiras. A proteção e conservação dessas áreas revestem-se de suma importância para preservação de sua estrutura vegetal e de seus componentes. Devido às condições especiais relacionadas ao equilíbrio ecológico, esse ambiente é bastante vulnerável e alterações em quaisquer de seus parâmetros podem provocar destruição irreversível (SCHAEFFER-NOVELLI, 1982).

Os estudos referentes à composição mineral da vegetação de mangue ainda são bastante escassos, principalmente no Brasil, pois a maioria das pesquisas relaciona-se à composição florística, aspectos ecológicos e sua utilização. Entretanto, algumas investigações têm sido realizadas considerando as características quanto à composição química dessa vegetação (LAMBERT, 1966; PHLEGER, 1971; JOSHI *et al.*, 1974; CLOCH & ATT WIL, 1975; WEISHAUPL, 1981; LACERDA, 1985; CHOU & CHEN-CHIN, 1990; GONG & ONG, 1990; JAYSEKERA, 1991; SABERI, 1986, 1992).

Os nutrientes constituem um fator que determina o crescimento das plantas nos ecossistemas. Considerando que os mangues recebem aporte contínuo de água do mar, parece provável que os macronutrientes não limitem o crescimento dessas plantas. O sedimento anóxico armazena grandes quantidades de elementos químicos especialmente K, Mg e Ca (SAH *et al.*, 1987).

Devido à escassez de pesquisas relacionadas à composição mineral de plantas de mangue, especialmente no Estado da Bahia, esse trabalho teve por objetivo verificar a distribuição dos elementos minerais na planta e no sedimento, sob efeito de resíduos industriais.

Material e métodos

O estudo foi feito no manguezal do estuário do Rio Mucuri, situado no extremo Sul da Bahia, aproximadamente entre as coordenadas 18°06'00" de latitude Sul e 39°33'30" de longitude Oeste. Na cidade de Mucuri se instalou, a partir de meados de 1992, uma fábrica de celulose que lança seus efluentes no Rio Mucuri. No manguezal foram selecionadas três áreas: 1- monoespecífica de *Rhizophora mangle*; 2- monoespecífica de *Laguncularia racemosa*; 3- mista com predominância de *Avicennia germinans*.

As amostragens foram realizadas em intervalos trimestrais no período de 1992 a 1994. A medida da salinidade foi feita com o uso do aparelho HIDROLAB. Os dados climáticos tais como temperatura do ar à sombra e precipitação foram registrados, diariamente, em estação montada na região próxima ao manguezal.

Em cada área citada acima foram marcadas dez árvores, correspondentes às repelições, das quais se coletaram aleatoriamente, folhas novas e senescentes. De igual modo, foram feitas amostragens do solo da rizosfera de cada árvore. No solo saturado de água, realizaram-se medidas de pH utilizando pHmetro portátil digital. O material vegetal e o sedimento foram acondicionados em caixa isotérmica com gelo e conduzidos ao laboratório.

Foram analisadas, nas amostras de folhas e sedimento, os elementos químicos Ca, Mg, K, P, N, Fe, Zn, Cu e Mn, conforme a metodologia de SANTANA *et al*, 1977. O Ca, Mg, K e micronutrientes foram dosados em espectrofotômetro de absorção atômica. O P em colorímetro a 725µm. O Nitrogênio pelo método micro Kjeldahl. Ainda no sedimento determinaram-se o teor de matéria orgânica (MO), capacidade de troca efetiva (CTC) e soma das bases (S). Para determinar-se as proporções em que se apresentaram as frações inorgânicas, tais como silte, argila e areia, foi feita a análise granulométrica dos solos, pelo método da pipeta (OLMSTEAD *et al.*, 1930 citado por THOMPSON, 1966).

Os dados químicos foram submetidos ao processo estatístico de análise de variância, aplicando-se o teste Tukey, para comparação das médias dos teores de nutrientes das folhas novas, senescentes e do sedimento, em função da espécie vegetal e do período de coleta.

Resultados e discussão

A vegetação de mangue do estuário do rio Mucuri estende-se de sua foz da costa Atlântica para o interior, num curso em meandros, com aproximadamente 7km de extensão com uma cobertura vegetal enquadrada em três tipos fisionômicos segundo LUGO & SNEDAKER (1974), ocorrendo mangues dos tipos borda em pequena faixa próxima à foz, ilha e ribeirinha, compreendendo esse último a maior superfície coberta ao longo de suas margens. Os dados climáticos da região de Mucuri no período de agosto de 1992 a junho de 1994 são mostrados na Figura 1. A temperatura média compensada variou de 23,7°C a 32,9°C. A precipitação pluviométrica total foi de 790mm no período estudado, valor inferior aos registrados nos períodos anteriores.

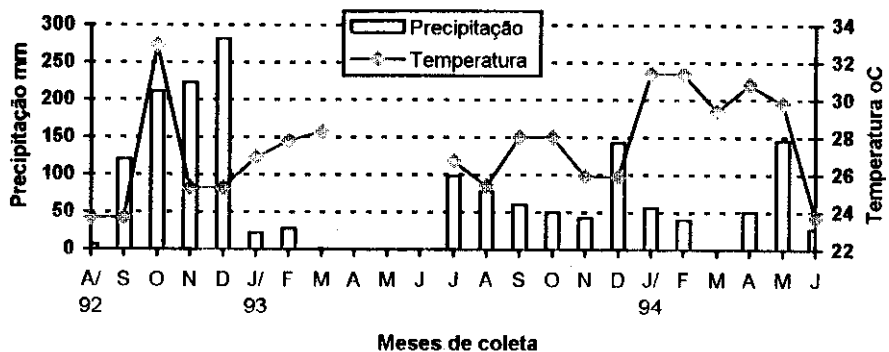


Figura 1: Precipitação e temperatura do ar compensada (valores mensais), do estuário do Rio Mucuri, no período de agosto de 1992 a junho de 1994 (Ba, Brasil).

Na Tabela 1, encontram-se representados os conteúdos médios, e as comparações por Tukey ($p < 0.05$) de macro e micronutrientes, matéria orgânica e os valores de pH, capacidade de troca e soma das bases do solo associado a três espécies vegetais obrigatórias de mangue, no período de 1992 a 1994. Os valores de pH no solo, saturado de água, variaram entre as espécies, vegetais de 6,1 a 6,5, no ano de 1994. Conforme PANNIER & PANNIER (1974) os solos de mangue tem uma variação de pH de 4,8 a 8,8. A *R. mangle* apresentou solo com pH

Tabela 1: Teores médios de macro e micronutrientes, matéria orgânica (MO), soma das bases (S), capacidade de troca (CTC) e pH, dos solos associados a três espécies vegetais do manguezal do Rio Mucuri (Ba, Brasil), no período de janeiro de 1992 a maio de 1994 (Tukey a 5%).

Especie	P ¹	Ca ¹	Mg ¹	K ¹	Zn ¹	Mn ¹	Fe ¹	Cu ¹	MO ²	S ³	CTC ³	pH
<i>A. germinans</i>	21.9 ^a	65.0	49.6	166.7	9.8 ^{ns}	95.9 ^a	1891.9	1.7 ^a	3.3	7.9	8.8	6.1 ^{ns}
<i>L. racemosa</i>	21.1 ^{ab}	143.8 ^a	95.0 ^a	320.0 ^a	10.1 ^{ns}	201.5	2668.1 ^a	1.5 ^a	4.6	16.0	16.6	6.3 ^{ns}
<i>R. mangle</i>	18.5 ^a	128.0 ^a	109.7 ^a	307.9 ^a	9.6 ^{ns}	78.6 ^a	2586.9 ^a	1.2	5.9	18.2	19.2	6.5 ^{ns}

valores seguidos pela mesma letra não diferem significativamente.

Unidades: 1 = ppm; 2 = %; 3 = meq/100 cm²

mais elevado do que o da *A. germinans*. Esse resultado tem sido confirmado pela literatura (HESSE, 1961). Ainda segundo PANNIER & PANNIER (1974) o solo da *R. mangle* ao secar e oxidar-se torna-se mais ácido, alcançando valores de pH de 3,0 a 2,2. Quanto aos teores de P, Ca, Mg, K, Mn, Fe e Cu, houve diferença significativas entre os solos de algumas espécies vegetais estudadas. Os teores de Ca, Mg e K (bases trocáveis) de *L. racemosa* e *R. mangle* não diferiram entre si, sendo ambos, significativamente, mais elevados em relação à *A. germinans*. Os valores de CTC, S e matéria orgânica foram mais altos em *R. mangle*, e ainda diferiram significativamente entre as três espécies. Os solos com CTC e S elevados são considerados ricos em bases trocáveis e possuem elevada capacidade de troca. CHOU & CHEU-CHIN (1990) também encontraram na Ásia, valores elevados de CTC para solos de mangue. HESSE (1961), reportou que o solo da *R. mangle* contém duas vezes mais matéria orgânica do que aquele de *A. germinans*, em manguezais da África. O conteúdo de matéria orgânica no solo do manguezal de Mucuri incrementou-se nos meses de verão (tabela 2), provavelmente devido a uma maior queda de folhas nessa estação e também à influência da temperatura elevada na decomposição da matéria orgânica (THOMPSON, 1966). De forma similar, os teores de P, Ca, Mg, K, Mn, e Cu foram altos nos meses de verão. Registraram-se teores mais baixos de Ca em relação aos de Mg. SAH et al. (1987) já afirmavam que o sedimento anóxico de mangue armazena grandes quantidades de K, Mg, Ca. Houve elevação significativa e contínua no conteúdo de K ($p < 0.05$) a partir de agosto de 1992 (Figuras 3, 5 e 7). Os teores de micronutrientes, matéria orgânica e os valores de S e CTC não foram registrados em janeiro e junho de 1992 em consequência de problemas no laboratório de análises.

As médias das frações inorgânicas dos solos associados às três espécies vegetais obrigatórias de mangue são mostradas na Figura 2. O percentual de argila do solo de *L. racemosa* diferiu significativamente ($p > 0.05$) daquele das demais espécies vegetais. Os solos são de textura predominantemente argilosa exceto o de *R. mangle* que, por conter 35% de argila, é considerado de textura média. Os mangues apresentam mais desenvolvimento em ambientes de elevada dinâmica energética com solo siltoso, argiloso e alto teor de matéria orgânica (ODUM et al., 1982, citado por PANITZ, 1986). Os solos franco-argilosos e argilosos limosos apresentam boa retenção de água e elevada disponibilidade de nutrientes.

Tabela 2: Teores médios de macro e micronutrientes, matéria orgânica (MO), soma das bases (S), capacidade de troca (CTC) e pH, dos solos no período de janeiro de 1992 a maio de 1994 do manguezal do Rio Mucuri, (Tukey a 5%).

Mes	P ¹	Ca ¹	Mg ¹	K ¹	Zn ¹	Mn ¹	Fe ¹	Cu ¹	MO ²	S ³	CTC ³	pH
Jan/92	13,7 ^a	118,7 ^{ab}	56,4 ^a	11,9 ^a								
Jun/92	9,7	101,9 ^{ab}	60,2 ^a	15,5 ^{ab}								
Ago/92	13,7 ^a	33,3 ^a	58,8 ^a	133,1 ^c	6,4 ^a	141,5 ^{ab}	1122,9 ^d	0,9 ^a	4,2 ^a	9,7 ^a	9,7 ^a	
Nov/92	18,6 ^b	90,4 ^{ab}	58,4 ^a	189,5 ^{cd}	7,1 ^a	149,1 ^b	1542,5 ^e	0,9 ^a	4,5 ^a	9,9 ^a	9,9 ^a	
Jan/93	19,8 ^b	96,0 ^{ab}	48,7 ^a	125,7 ^{bc}					7,9	9,3 ^a	9,8 ^a	
Ago/93	19,1 ^c	107,9 ^{ab}	30,3 ^{ab}	255,3 ^{de}	9,4 ^c	123,6 ^{ab}	2972,5 ^b	1,1 ^{ab}	4,4 ^a	12,8 ^{ab}	13,3 ^{ab}	6,5 ^a
Nov/93	20,2 ^b	130,6 ^{ab}	114,9 ^c	476,7 ^d	10,8 ^b	31,3 ^a	1634,1 ^d	2,3	4,2 ^a	17,4 ^{bc}	17,5 ^{bc}	5,6
Fev/94	31,0	132,5 ^b	119,6 ^c	402,9 ^d	12,4	130,0 ^{ab}	2950,8 ^d	1,3 ^b	4,5 ^a	17,7 ^c	20,4 ^c	6,6 ^a
Mai/94	24,3	120,9 ^{ab}	95,9 ^{bc}	328,2 ^d	10,2 ^c	151,5 ^c	2929,8 ^b	1,3 ^b	3,9 ^a	14,8 ^{bc}	15,8 ^{bc}	6,4 ^a

valores seguidos pela mesma letra não diferem significativamente.

idades: 1 = ppm; 2 = %; 3 = meq/100 cm²

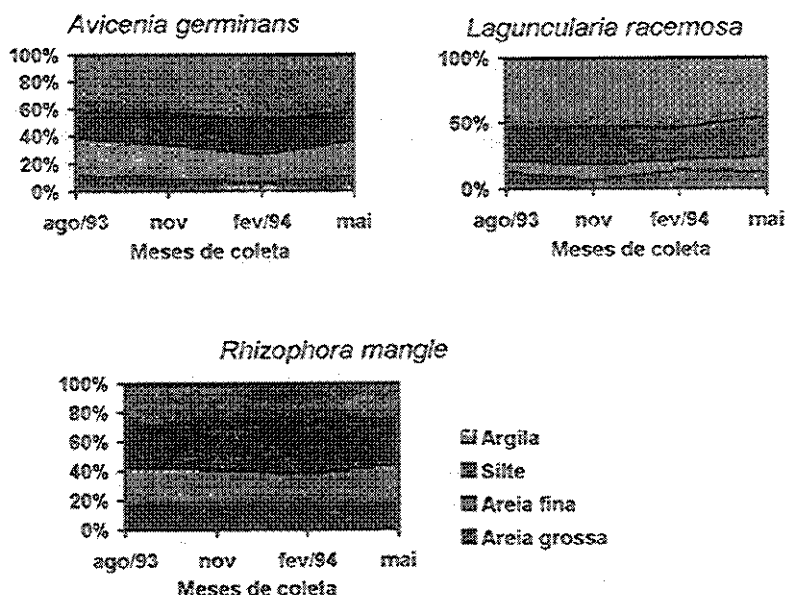


Figura 2: Frações granulométricas do solo associado a três espécies vegetais do manguezal de Mucuri no período de 1993 a 1994 (Ba, Brasil).

As Figuras 3, 4, 5, 6, 7 e 8 apresentam os teores de macro e micronutrientes das folhas novas e senescentes de três espécies vegetais de mangue, e de solos associados no período de 1991 a 1994. Observaram-se diferenças significativas, entre espécies, nos teores de quase todos os elementos químicos dosados nas folhas. *A. germinans* mostrou teores maiores de P, Mg e K, enquanto *L. racemosa* se destacou em relação ao teor de Fe, e *R. mangle* apresentou teor elevado de Mn. Os conteúdos de K nas três espécies vegetais são

compatíveis com os registrados na literatura, de 0,5 a 6% segundo (MELLO & BRASIL SOBRINHO, 1983). O magnésio é o segundo componente em abundância na água do mar porém de menor concentração nos tecidos das plantas de mangue, entretanto o K disponível em menor quantidade que o Na, alcança concentrações próximas, ou até superiores, dentro da planta (WEISHAUPL, 1981). Os mangues não têm mais do que 1% de Mg e a elevação desse elemento no tecido da planta provoca inibição do processo fotossintético e da síntese de clorofila (JOSHI et al., 1974). A concentração desse elemento nas plantas estudadas encontra-se dentro da faixa de normalidade.

As folhas novas apresentaram teores mais elevados de N, P, K. Observações similares foram feitas por CHOU & CHEN-CHIN (1990). O incremento na concentração de N nas folhas novas deve-se, provavelmente, ao metabolismo ativo nos seus tecidos. Os teores de P revelaram-se mais altos do que os normalmente encontrados nas espécies vegetais de outros ecossistemas naturais. Esses dois elementos químicos são de interesse especial devido à sua influência na produtividade dos ecossistemas naturais. WILLIAMS, (1955 citado por JOSHI et al, 1974), afirma que os ions essenciais são mais disponíveis de folhas velhas do que do meio radicular. LINK, SWANSON, 1960; OOTA, 1964; SETH., WAREING, 1967 (citados por JOSHI et al. 1974), demonstraram que compostos de fósforo e outros metabólitos são transportados de órgãos maduros para aqueles em desenvolvimento e estruturas reprodutoras. O P e K por serem elementos químicos dificilmente obtidos do solo, são, conseqüentemente, redistribuídos.

Nas folhas senescentes, principalmente de *R. mangle* e *L. racemosa*, verificaram-se teores maiores de Ca. Segundo JOSHI et al. (1974) a acumulação de cálcio em folhas senescentes encontra-se relacionada especialmente ao desenvolvimento da zona de abscisão em concordância com os processos fisiológicos verificados nas plantas em geral. Folhas senescentes não foram encontradas em todos os períodos de coleta, o que é esperado nesse ecossistema.

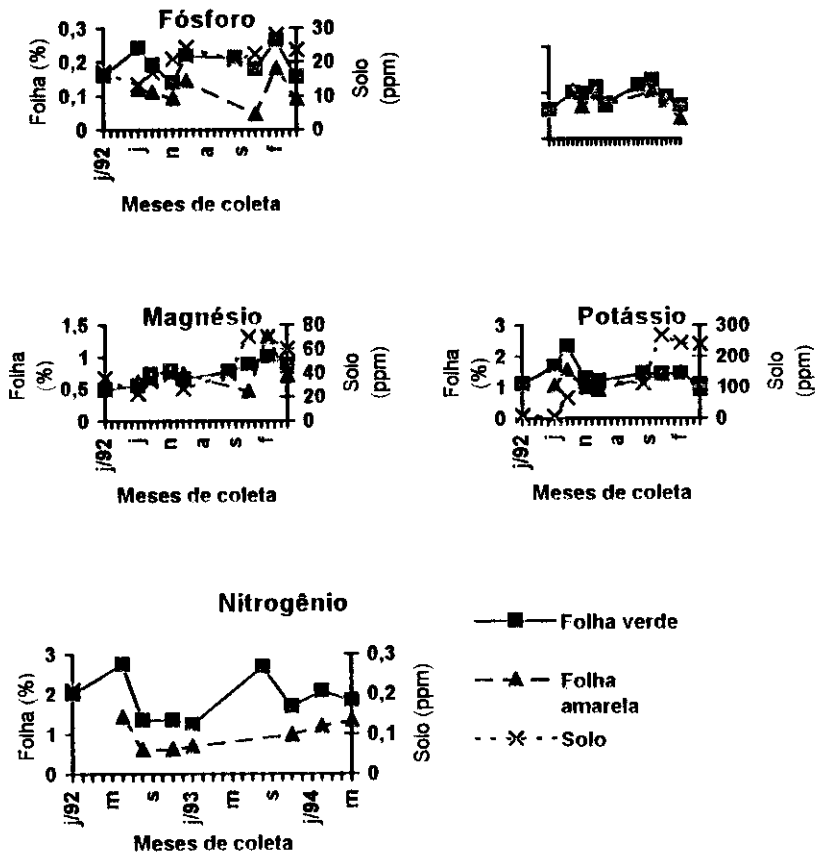


Figura 3 - Teores médios de macronutrientes no solo e tecidos foliares em *Avicenia germinans*, no período de 1992 a 1994.

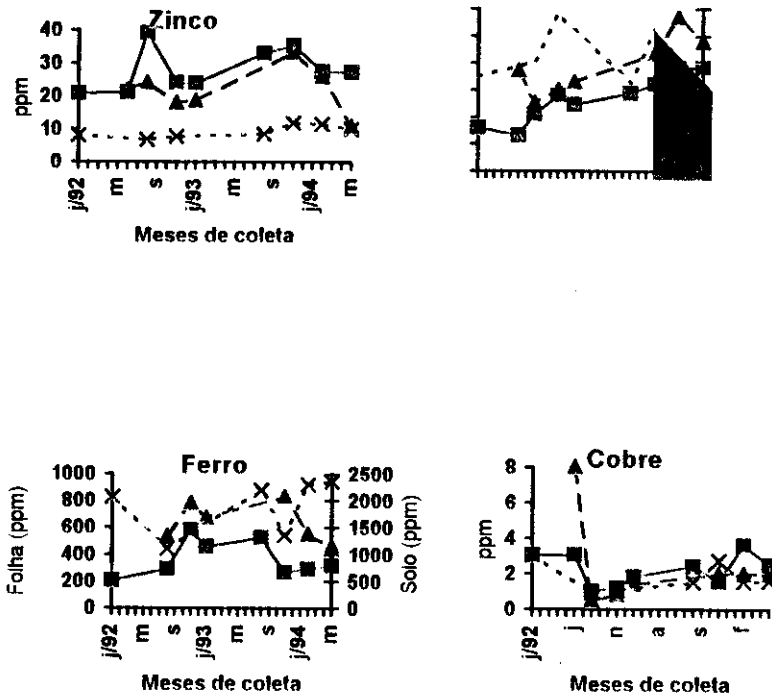


Figura 4. Teores médios de micronutrientes no solo e tecidos foliares em *Avicenia germinans*, no período de 1992 a 1994.

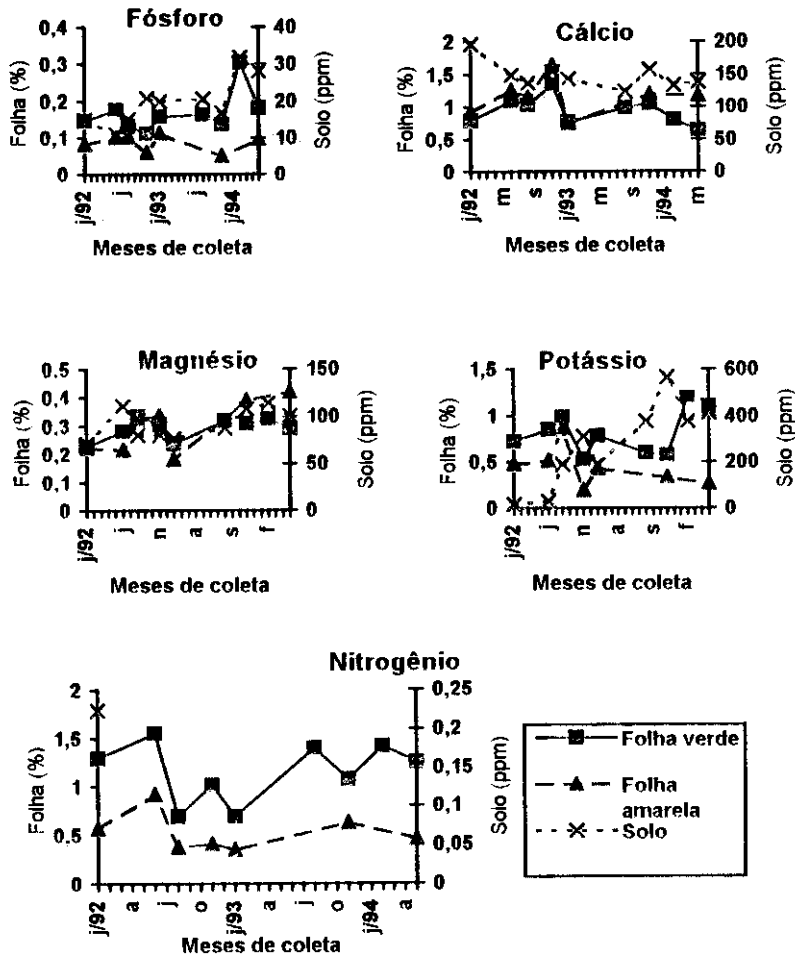


Figura 5. Teores médios de macronutrientes no solo e nos tecidos foliares de *Laguncularia racemosa*, no período de 1992 a 1994.

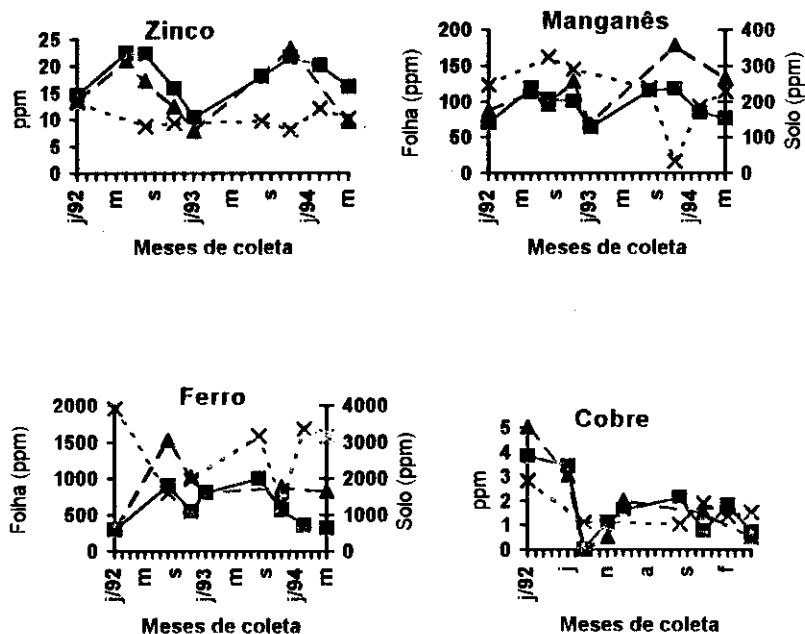


Figura 6. Teores médios de micronutrientes no solo e nos tecidos foliares de *Laguncularia racemosa*, no período de 1992 a 1994.

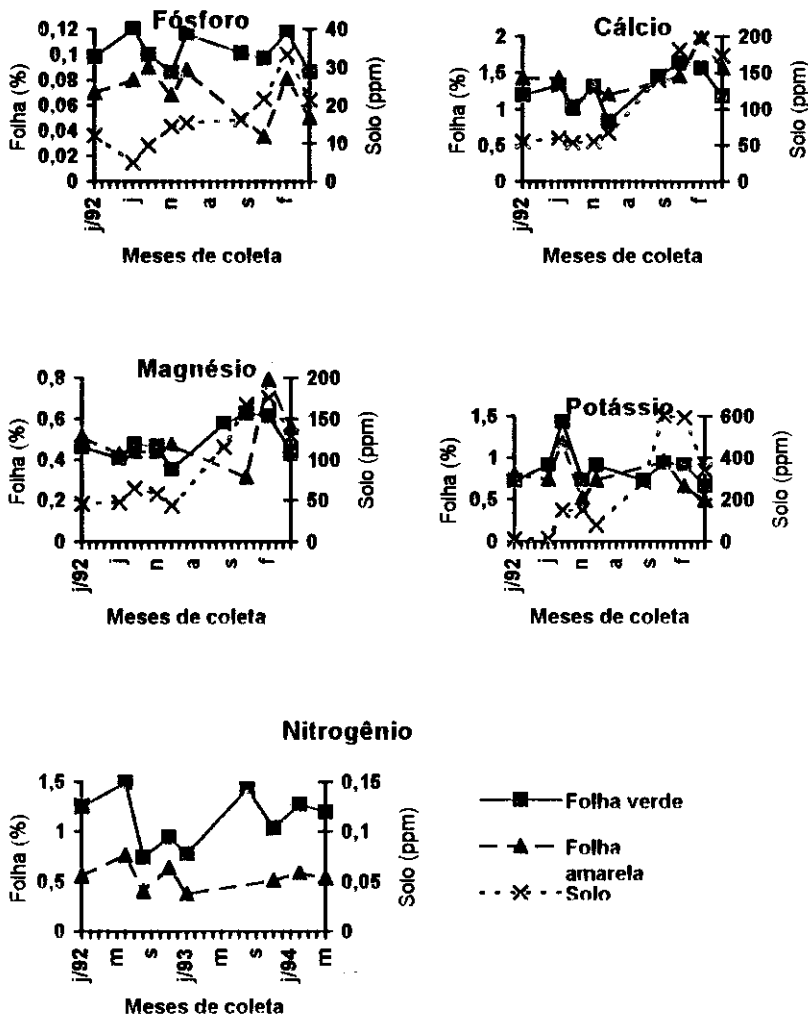


Figura 7. Teores médios de macronutrientes nos tecidos foliares de *Rhizophora mangle* e no solo associado, no período de 1992 a 1994.

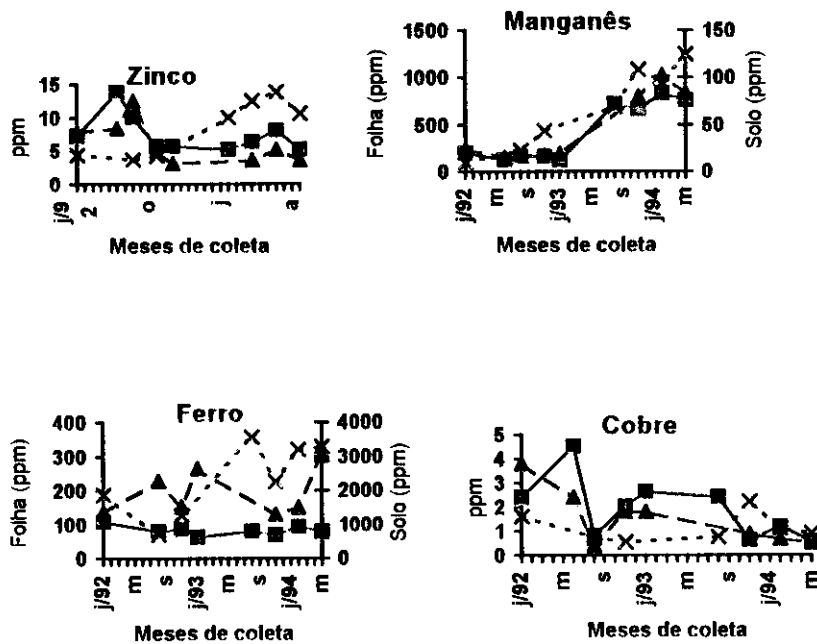


Figura 8. Teores médios de micronutrientes no solo e nos tecidos foliares de *Rhizophora mangle*, no período de 1992 a 1994.

Teores maiores de cálcio nos tecidos foliares foram notados nos meses de junho de 1992 e novembro de 1992 e agosto de 1993 e novembro de 1993. O magnésio elevou-se nos tecidos foliares nos meses de agosto de 1992 e 1993, novembro de 1993 e fevereiro de 1994. Para o K houve elevação significativa no mês de agosto de 1992, à exceção da *L. racemosa* que apresentou uma concentração mais elevada no mês de fevereiro de 1994. O conteúdo de P aumentou significativamente nas folhas novas, principalmente nos meses de janeiro de 1993 e fevereiro de 1994 e a concentração de nitrogênio elevou-se nos meses de junho de 1992, agosto de 1993 e fevereiro de 1994. Esses resultados são confirmados pela literatura quando assegura a existência de uma variação sazonal na composição iônica das plantas de mangue (CLOCH & ATT WIL., 1975).

A ocorrência de mangues altos e densos na região de Mucuri no Sul da Bahia, com árvores de *R. mangle* chegando até 20m de altura deve-se, provavelmente, dentre outros fatores, à disponibilidade de nutrientes condicionada, talvez, pela baixa salinidade. Conforme SHAEFFER-NOVELLI (1982) em condições de aparente indisponibilidade de nutrientes as árvores de *R. mangle* não excedem a dois metros de altura.

Referências bibliográficas

- CHOU, C. H. CHEU-CHIN B. Dinamic distribution of nutrients an variation of environmental fators in Tamshui estuary ecosystem. *Proc. Natl. Sci. Counc. B. Roc.*, v.14, n.3, p.131-141, 1990.
- CLOCH, B.F., ATTWILL, P.M. Nutrient cycling in community of *Avicennia marina*. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM BIOLOGY AND MANAGEMENT MANGROVE, 1975, Honolulu. *Proceedings...* Flórida: Institute Food and Agricultural Sciences, 1975. v.1, p.137-146.
- GONG, W.K., ONG, J.E. Plant Biomass and nutrient flux in a managed mangrove forest in Malasia. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, v.31, p.291-310, 1990.
- HESSE, P.R. Some differences between the soils of *Rhizophora* and *Avicennia* mangrove swamps in Sierra Leone. *Plant and soil*, v. 14, n.4, p.335-341, 1961.
- JAYSEKERA, R. Chemical composition of the mangrove, *Rhizophora mangle* L. *Journal of Plant Physiology*, v.138, n.1, p.119-121, 1991.

- JOSHI, G.V., JAMALE, B.B., BHOSALE, I. Ion regulation in mangroves. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM BIOLOGY AND MANAGEMENT MANGROVE, 1974, Honolulu. *Proceedings...* Flórida: Institute Food and Agricultural Sciences, 1974. v.2, p.595-607.
- LACERDA, L.D., REZENDE, C.E., JOSÉ, D.M.U., WASSEKMAN, S.C., FRANCISCO, M.C.F. Mineral concentration in leaves of mangrove trees. *Biotropica*, v.17, n.3, p.260-262, 1985.
- LAMBERTI, A. *Contribuição ao conhecimento do Ecologia das plantas do manguezal de Itanhaém*. São Paulo: USP, 1966. 221p. Tese (Doutoramento) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP, 1966. (Boletim, 317, Botânica, 23)
- LUGO, A. E., SNEDAKER, S.C. The ecology of mangrove. *Annual Review of Ecology and Systematic*, v.5, p.39-64, 1974
- MELLO, F. de A. F., et al. *Fertilidade do solo* 3.ed. São Paulo: Nobel, 1983. 400 p. il.
- PANITZ, C.M.N., *Produção e decomposição da serrapilheira no mangue do rio Itaícorubi, Ilha de Santa Catarina, Florianópolis (27°35'S, 48°31'W Brasil)*. São Paulo, 1986. Tese (Doutoramento)- Universidade de São Carlos, 1986.
- PANNIER, F., PANNIER, Y.R. Manglares: um enfoque fisiológico. *Anales Inst. Biol*, Ser. Bot., México, v. 45. 1974.
- PHLEGER, C.F. Effects of salinity of growth a salt marsh grass. *Ecology*, v.52, p.903-911, 1971.
- SABERI, O. Effect os salinity on the growth of mangrove plants, *Rhizophora* and *Bruguiera*. *Sains Malaysiana* 15, v.2, n.3, p.269-280, 1986.
- SABERI, O. The growth and Biomass production of *Rhizophora mucronata* in response to the varing concentrations of nitrogen and phosphorus in water culture. *Tropical Ecology*, v.33, n.2, p.164-171, 1992.
- SAH, K.D., AK SAHOO, A.K., GUPTA, S.K. Studie on some mangrove soils of the sunderban ecosystems. *Journal of Indian Society of Coastal Agricultural Research*, v.5, n.1, p.181-193, 1987.
- SANTANA, M.B.M., PEREIRA, G.C., MORAES, F.I. *Metodos de análises de solos, plantas e água utilizados no Laboratório do Setor de Fertilidade do CEPEC*. Ilhéus: CEPEC/CEPLAC, 1977, 28p. (Mimeografada)

- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. *Importância do manguezal e suas comunidades*. São Paulo. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 1982, 05p.
- THOMPSON, L. M. *El suelo y su fertilidad*. 3.ed. Reverté. Barcelona: Reverté, 1966, 399p.
- WEISHAUPL, L. *Plantas de mangue: contribuição ao conhecimento de *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. (Combretaceae)*. São Paulo: USP, 1981, 157p. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 1981.