

VARIAÇÃO SAZONAL DE SULFATO, ENXOFRE TOTAL E MATÉRIA ORGÂNICA NO GÊNERO *HUMIRIANTHERA*, EM FUNÇÃO DA IDADE.

Maria de Jesus Coutinho Varejão ⁽¹⁾

Maria das Graças Bichara Zoghbi ⁽¹⁾

Renato Eugênio Oliveira Diniz ⁽¹⁾

Maria Nilce de Sousa Ribeiro ⁽¹⁾

RESUMO

No período de janeiro a dezembro de 1986 foram coletados 28 (vinte e oito) espécimens de *H. ampla* e 09 (nove) de *H. rupestris*, nas idades adulta e jovem, para determinação dos teores de SO_4^{--} e S-total em folha, caule, tubérculo e no solo onde as mesmas se desenvolveram. Em *H. ampla* o teor de SO_4^{--} variou de 0,22-0,78% e em *H. rupestris* de 0,22-1,38%. O teor de S em *H. ampla* variou de 0,74-0,96% e em *H. rupestris* de 0,75-1,02%. O teor de SO_4^{--} em *H. ampla* obedece a relação folha>tubérculo>caule independente da época e idade fisiológica, enquanto em *H. rupestris* a relação é tubérculo>folha>caule. O S apresenta um comportamento diferente, mantendo a relação tubérculo>caule>folha para *H. ampla* e tubérculo>folha>caule para *H. rupestris*. No solo onde *H. ampla* se desenvolveu não se observou variação do teor de SO_4^{--} (0,52%) enquanto para *H. rupestris* a variação foi de 0,27-0,63% sendo maiores na época chuvosa. Devido a interrelação vegetação-solo analisou-se os teores de C-orgânico no material vegetal e no solo.

INTRODUÇÃO

O enxofre é um nutriente essencial às plantas, predominando sob a forma de sulfato (Schiff & Hodson, 1973). A assimilação do mesmo ocorre através das raízes, podendo também ser absorvido como óxido de enxofre pelas folhas (Siman & Jonsson, 1976). Os solos geralmente contêm altos teores de S (0,01-0,05%), mas nem todas as plantas necessitam dessa quantidade para o seu desenvolvimento. A maior parte do S inorgânico absorvido é convertido em S orgânico e usado para a síntese de proteínas, que contém 80% de S e N orgânicos (Rennenberg, 1984).

O estudo químico de plantas do ponto de vista mineral, nos trópicos, referem-se principalmente à dados de biomassa (Klinge & Rodrigues, 1968), (Klinge, 1977), (Golley et al., 1978), (Bazilevich & Rodin, 1966) e (Stark, 1970), havendo escassez na literatura sobre composição mineral de espécies nativas.

Os solos da bacia amazônica, pobres em minerais, têm como um dos fatores responsáveis pela existência de sua densa floresta, a matéria orgânica, permitindo a reciclagem de nutrientes e minimizando as perdas por lixiviação (Klinge & Fittkau, 1972; Jordan & Herrera, 1981).

¹ Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Manaus, AM, Alameda Cosme Ferreira, 1756.

As espécies de *Humirianthera*, são lianas, possuindo tubérculos que podem pesar até 100 kg, ricos em amido e comestíveis após lavagens com água, por conterem substâncias tóxicas (Hegnauer, 1966; Rizzini & Mors, 1976). A espécie *H. ampla*, comprovadamente tóxica à bovinos, ocorre em terra firme, na mata, capoeira e em pastagens, em solos argilosos (Tokarnia et al., 1979).

Como as espécies de *Humirianthera* possuem entre seus constituintes químicos substâncias inorgânicas sulfuradas (Zoghbi et al., 1988) fez-se uma análise do teor de sulfato e enxofre nas duas espécies que constituem o gênero (*H. ampla* e *H. rupestris*) as quais foram analisadas nas idades adulta e jovem e nas estações seca e chuvosa, como descrita anteriormente por Varejão et al., 1989. Analisou-se também o solo onde as mesmas se desenvolveram.

MATERIAIS E MÉTODOS

O material vegetal e os solos foram coletados na rodovia Torquato Tapajós, nas proximidades do município de Itacoatiara e Campus do INPA (Manaus/AM). Coletou-se folha, caule e tubérculo das espécies vegetais nos estágios adulto e jovem, nas estações seca e chuvosa. As amostras do solo, foram coletadas à 20 cm de profundidade de onde as plantas se desenvolveram. O material botânico foi identificado por comparação com exsicatas do herbário do INPA.

O material vegetal foi moído após secagem à temperatura ambiente e as amostras dos solos peneiradas a 80 Mesh. As amostras foram digeridas com mistura nitro-perclórica na proporção de 1:1. Para determinação de sulfato usou-se método turbidimétrico, utilizando-se um sistema de injeção em fluxo acoplado à um espectrofotômetro UV-Vis (Zagatto et al., 1981) e S-total por espectrometria de emissão de plasma (Allen et al., 1974; Golley et al., 1978; Zagatto et al., 1981).

O carbono orgânico total foi determinado por combustão úmida com $K_2Cr_2O_7$, em meio ácido e posterior titulação em Fe_2SO_4 (Walkley-Black, 1934), e a matéria orgânica, calculada usando o fator 1,72 (Manual da EMBRAPA, 1979). N-total foi determinado pela reação de Bertholet por espectrofotometria do composto indofenol azul (Zagatto et al., 1981).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os teores médios de SO_4^{--} (Tabela 1) para folha, caule e tubérculo de *H. ampla* e *H. rupestris* apresentaram um intervalo de variação de 0,22-1,38%, numa relação folha>tubérculo>caule, sendo superiores na idade adulta e época chuvosa. Em *H. ampla*, a concentração de SO_4^{--} variou de 0,22-0,78% e em *H. rupestris* de 0,22-1,38%, sendo levemente superiores para *H. rupestris* independente da idade fisiológica e época de coleta. O teor de S-total em *H. ampla*, obedeceu a relação tubérculo>caule>folha independente da idade da planta e época de coleta. Em *H. rupestris*, época chuvosa observou-se um comportamento diferente: folha, tubérculo>caule também independente da idade; em época seca, o comportamento foi bastante variável. De maneira geral o teor de S-total mostrou-se superior em folha adulta, sendo maiores em época chuvosa (Tabela 1).

O valor do carbono orgânico para *H. ampla*, na época seca, obedeceu a relação folha>caule>tubérculo; este comportamento não foi observado para *H. rupestris* na mesma época, onde a relação observada foi folha>tubérculo>caule. A matéria orgânica apresentou um intervalo de variação de 50,9-77,6% para *H. ampla* e de 52,6-78,4% para *H. rupestris*, sendo superiores em época chuvosa. A relação C/N para *H. ampla* variou de 10,8-32,8% numa relação caule>tubérculo>folha, conforme dados de N-total obtidos por Varejão et al., 1989. Para *H. rupestris*, o intervalo de variação foi de 11,2-62,3% não tendo sido observado o mesmo padrão de comportamento (Tabela 2).

Tabela 1. Concentrações médias de SO_4^{--} e S-total em *H. ampla* e *H. rupestris*.

Espécie	Idade	No. de amostras	Época	Orgão	SO_4^{--}	D.P.	S
<i>H. ampla</i>	ADULTA	4	C	F	0,68	0,14	0,74
			H	C	0,22	0,14	0,78
			U	T	0,84	0,81	0,94
			V				
	ADULTA	13	S	F	0,78	0,15	0,93
			E	C	0,32	0,08	n,d
			C	T	0,52	0,05	n,d
			A				
	JOVEM	7	C	F	0,66	0,10	0,83
			H	C	0,24	0,07	0,89
			U	T	0,49	0,19	0,86
			V				
JOVEM		3	S	F	0,63	0,06	0,81
			E	C	0,30	0,11	n,d
			C	T	0,41	0,16	n,d
			A				
<i>H. rupestris</i>	ADULTA	2	C	F	0,68	0,18	1,02
			H	C	0,28	0,08	0,75
			U	T	0,78	0,81	1,01
			V				
	ADULTA	3	S	F	0,70	0,30	0,81
			E	C	0,33	0,14	n,d
			C	T	0,78	0,14	n,d
			A				
	JOVEM	2	C	F	0,78	0,03	0,96
			H	C	0,22	0,03	0,78
			U	T	0,79	0,04	1,00
			V				
JOVEM		2	S	F	0,65	0,11	0,83
			E	C	0,30	0,01	n,d
			C	T	1,38	1,09	n,d
			A				

Obs: Dados em % na matéria seca
 F - folha; C - Caule; T - tubérculo
 DP - desvio padrão; n,d. não determinado
 Chuv - chuvosa

Quanto aos solos, o teor de N-total apresentou um intervalo de variação de 0,12-0,70%, sendo inferiores em época seca. A concentração de SO_4^{--} não apresentou variação no solo onde *H. ampla* se desenvolveu, nas diferentes idades fisiológicas e épocas de coleta, enquanto no solo onde *H. rupestris* se desenvolveu os teores de SO_4^{--} foram variáveis em relação à idade e época de coleta, apresentando um intervalo de variação de 0,27-0,63%, conforme dados da Tabela 3. O carbono orgânico, para as duas espécies variou de 0,56-1,59%, sendo mais elevado no solo onde *H. ampla* se encontrava na idade jovem independente da época de coleta; estes valores situam-se numa faixa de baixo a médio segundo Fassbender (1975). Para *H. rupestris* ocorreu o efeito oposto, observando-se valores mais elevados na idade adulta. A matéria orgânica apresentou um intervalo de variação de 1,03-2,73%. Quanto a relação C/N a faixa de variação

foi de 2,13-6,88% no solo de *H. ampla*, correspondendo à um acréscimo de 223% e, de 0,80-11,42% para *H. rupestris* correspondendo à 1327,5%; sendo maior na época seca para as duas espécies. Os valores encontrados para a relação C/N estão abaixo dos citados por Fassbender (1975) para solos tropicais, que pode ser devido ao teor de N- No_3 encontrado no solo do local onde as duas espécies foram coletadas, sendo 11,6 mg/100 g para o solo de Itacoatiara (AM) e 1,5 g/100 g para o solo do Campus do INPA. O pH dos solos nas regiões de estudo variou de 4,2-4,8 (Tabela 3), característicos dos latossolos amarelos (Haag, 1985).

Tabela 2. Concentrações médias de N-total e C - orgânico de *H. ampla* e *H. rupestris*.

Espécie	No. de amostras	Época	Idade	Orgão	N-total	C-orgânico	M.O	C/N	
<i>H. ampla</i>	7	CHUVOSA	A	F	2,38	42,4	72,9	17,8	
				C	1,20	39,0	87,1	32,5	
				T	1,55	n.d.	n.d.	n.d.	
	4		J	F	2,66	41,9	72,1	15,8	
				C	1,38	45,1	77,6	32,7	
				T	1,96	n.d.	n.d.	n.d.	
	13	SECA	A	F	3,18	37,1	63,8	11,7	
				C	1,21	32,1	55,2	26,5	
				T	1,50	29,6	50,9	19,7	
			4	J	F	3,23	35,0	60,2	10,8
					C	1,03	33,8	58,1	32,8
					T	1,60	31,0	52,3	19,4
<i>H. rupestris</i>	2	CHUVOSA	A	F	2,55	41,3	71,0	16,2	
				C	0,80	41,6	71,6	52,0	
				T	0,65	n.d.	n.d.	n.d.	
	3		J	F	3,00	45,6	78,4	15,2	
				C	1,80	43,9	75,5	24,4	
				T	1,20	n.d.	n.d.	n.d.	
	2	SECA	A	F	3,16	43,5	73,8	13,8	
				C	1,33	30,6	52,6	23,0	
				T	0,53	33,0	56,8	62,3	
			2	J	F	3,30	36,8	63,3	11,2
					C	1,14	31,7	54,5	27,8
					T	1,64	32,1	55,2	19,6

Obs: Dados em % na matéria seca
 F - folha; C - caule; T - tubérculo
 A - adulta; J - jovem
 M. O. - matéria orgânica; n.d. - não determinado

CONCLUSÕES

A absorção de SO_4^{--} por *H. ampla* e *H. rupestris* individualmente não depende da sazonalidade, conforme o fator de correlação 0,89 e 0,82 respectivamente; no entanto, a absorção de SO_4^{--} entre as espécies é significativa, apresentando um coeficiente de correlação de 0,49.

Considerando-se o teor de SO_4^{--} entre as espécies e o solo constatou-se que há diferenças acentuadas entre as duas espécies, com fator de correlação de 0,93 para *H. ampla* e -0,59 para *H. rupestris*. Estas variações podem ser devido à rocha-mãe, topografia, pluviosidade e outros fatores do meio que dão origem a diferenças no solo, com a conseqüente variação na composição química das espécies e no seu metabolismo. O coeficiente de correlação de S-total entre *H. ampla* e *H. rupestris*, na época chuvosa foi -0,36, indicando baixa correlação entre as duas espécies.

Quanto ao teor de carbono orgânico nas duas espécies constatou-se haver um alto índice de correlação (0,88) entre as mesmas.

Pelas abundâncias relativas dos macro e microelementos em *H. ampla* e *H. rupestris* e o solo, concluiu-se que as mesmas discriminam Mg, Al, Fe e Na (Tabela 4).

Tabela 3. Características físico-químicas do solo (valores médios) a 0-30 cm de profundidade.

Espécie	No. de amostras	Época	Idade	pH(H ₂ O)	N	SO ₄ ⁻	C-org.	M.O.	C/N
<i>H. ampla</i>	4	C	A	4,6	0,44	0,52	1,24	2,13	2,82
	7		J	4,6	0,70	0,52	1,49	2,56	2,13
	7	S	A	4,6	0,16	0,52	1,10	1,88	6,88
	3		J	4,5	0,22	0,52	1,32	2,27	6,00
<i>H. rupestris</i>	2	C	A	4,6	0,68	0,44	1,59	2,73	2,34
	2		J	4,4	0,70	0,63	0,56	1,03	0,80
	2	S	A	4,7	0,12	0,27	1,37	2,35	11,42
	2		J	4,4	0,14	0,31	0,85	1,12	3,57

Obs: Dados em % na matéria seca
A - adulta; J - Jovem
C - chuvosa; S - seca

Tabela 4. Concentração total de minerais na camada do solo (valores médios).

Espécie	No. de amostras	Época	P	K	Ca	Mg	Na	Mn	Fe	Al	Zn
<i>H. ampla</i>	11	C	445,6	254,2	354,7	281,6	793,7	50,7	2,9	4,6	68,5
	9	S	429,4	257,3	372,4	349,0	980,6	49,5	2,6	4,9	171,2
<i>H. rupestris</i>	3	C	428,3	226,7	376,0	368,0	721,3	54,1	2,4	6,7	138,9
	4	S	199,3	120,1	262,3	163,0	749,3	29,0	0,8	3,0	65,7

Obs: 1 - Dados em % na matéria seca
2 - Dados em ppm na matéria seca
C - chuvosa; S - Seca

SUMMARY

Twenty eight (28) *H. ampla* and nine (09) *H. rupestris* adult and young specimens were collected to determine the levels of SO_4^{2-} and total-S in leaf, stem, tuber and in the soil where they grow. In *H. ampla* the level of SO_4^{2-} varied from 0.22-0.78% and in *H. rupestris* from 0.22-1.38%. The level of S in *H. ampla* varied from 0.74-0.96% and in *H. rupestris* from 0.75-1.02%. The level of SO_4^{2-} in *H. ampla* follows the pattern leaf>tuber>stem independent of time of year and physiological age, while in *H. rupestris* the pattern is tuber>leaf>stem. The S shows a different behavior, maintaining the pattern tuber>stem>leaf for *H. ampla* and tuber>leaf>stem for *H. rupestris*. In the soil where *H. ampla* grows no variation in level of SO_4^{2-} (0.52%) was observed while for *H. rupestris* the variation was from 0.27-0.63% being higher in the rainy season. Due to the vegetation-soil interrelationship the levels of organic C, N, P, K, Ca, Mg, Na, Mn, Fe, Al and Zn were analyzed in the vegetative material and in the soil.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Dr. William Rodrigues pela identificação do material botânico, e, à Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) pelo auxílio financeiro concedido.

Referências bibliográficas

- Allen, S. E.; Grimshaw, H. W.; Quarmby, C. - 1974. **Chemical Analysis Ecological Materials**. London, Blackwell. 565p.
- Bazilevich, N. I.; Rodin, L. E. - 1966. The Biological Cycle of Nitrogen and Ash Elements in Plant Communities of the Tropical and Subtropical Zones. **Forest Abstracts**, 27(3):357-368.
- EMBRAPA - 1979. **Manual de métodos de análises do solo. II. Análises químicas**. Rio de Janeiro. s/p.
- Fassbender, H. W. - 1975. **Química de Suelos**. IICA-OEA, Costa Rica.
- Golley, F. B.; McGinnis, J. T.; Clements, R. G.; Child, G. I.; Duever, M. J. - 1978. **Ciclagem de Minerais em um Ecossistema de Floresta Tropical Úmida**. São Paulo, EPU/EDUSP. 265p.
- Haag, H. P. - 1985. **Ciclagem de Nutrientes em Florestas Tropicais**. Campinas, Fundação Cargill. 97p.
- Hegnauer, R. - 1966. **Chemotaxonomie der Pflanzen**. V. IV. Berlim, Birkhäuser, Verlag. 277p.
- Jordan, C. F. & Herrera, R. - 1981. Les Forets Ombrophiles Tropicales: les Elements Nutritifs, sont ils Reellement un Facteur Critique? **Nature et Ressources**, 17(2):8-15.
- Klinge, H. - 1977. Preliminary data on nutrient release from decomposing leaf litter in a neotropical rain forest. **Amazoniana**, VI(2):193-202.
- Klinge, H. & Rodrigues, W. A. - 1968. Litter production in a area of Amazonian terra firme forest I, II. **Amazoniana**, 1:287-302.
- Klinge, H. & Fittkau, E. J. - 1972. Filter-funktionen in okosystem des zentralamazonischen regenwoldes. **Mittlerlgn. Dtsch. Bodenkundel Gesellschm.**, 16:130-135.
- Meiwes, K. J. & Khanna, P. K. - 1981. Distribution and cycling of sulphur in the vegetation of two forest ecosystem in an acid rain environment. **Plant and Soil**, 60:369-375.

- Rennemberg, H. - 1984. The fate of excess sulfur in higher plants. *Ann. Rev. Plant Physiol*, 35:121-153.
- Rizzini, C. T. & Mors, W. B. - 1976. *Botânica econômica brasileira*. Editora da Universidade de São Paulo. p.181
- Schiff, J. A. & Hodson, R.C. - 1973. The metabolism of sulfate. *Ann. Rev. Plant Physiol*. 24:381-414.
- Siman, G.; Jonsson, S. L. - 1976. Sulphur exchange between and atmosphere with special attention to sulphur release directly to the atmosphere. II. The role of vegetation in sulphur exchange between soil and atmosphere. *Swedish J. Agric. Des.*, 6:135-144.
- Stark, N. - 1970. The nutrient content of plants and soils from Brazil and Surinam. *Biotropica*, 2:51-60.
- Tokarnia, C. H.; Döbereiner, J.; Siwa, M. F. - 1979. *Plantas Tóxicas da Amazônia a Bovinos e outros Herbívoros*. Manaus, INEA. 95p.
- Varejão, M. de J. C.; Ribeiro, M. N. de S.; Zoghbi, M. das G. B. - 1989. Variação sazonal dos macro e microelementos no gênero *Humirianthera* (Icacinaceae). *Acta Amazonica* [no prelo].
- Walkley, A. & Black, I. A. - 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromatic and titration method. *Soil Sci.*, 37:29-38.
- William, W. A.; Loomis, R. S.; Alvin, P. de T. - 1972. Environments of evergreen rain forests on the lower Rio Negro, Brazil. *Trop. Ecol.*, 13:65-78.
- Zoghbi, M. G. B.; Varejão, M. J. C.; Ribeiro, M. N. S. - 1988. A presença de substâncias inorgânicas tóxicas no gênero *Humirianthera* (Icacinaceae). *Acta Amazonica*, 18(1-2):61-66.

(Aceito para publicação em 29.05.1992)