

VARIAÇÃO SAZONAL DOS MACRO E MICROELEMENTOS NO GÊNERO *HUMIRIANTHERA* (ICACINACEAE), EM FUNÇÃO DA IDADE.

Maria de Jesus Coutinho Varejão ⁽¹⁾

Maria Nilce de Sousa Ribeiro ⁽¹⁾

Maria das Graças Bichara Zoghbi ⁽¹⁾

RESUMO

Foram analisados 26 espécimens de *H. ampla* e 09 de *H. rupestris*, nas idades jovem e adulta, coletados nas estações seca e chuvosa, quanto ao teor total de N, P, K, Ca, Mg, Mo, Cu, Zn, Mn, Fe, B, Al, Co, Cr, Na, Pb, Si e Sr nas diferentes partes vegetativas das plantas. A concentração dos macro elementos nas folhas, caules e tubérculos de *H. ampla* e *H. rupestris* obedece a relação $N > Ca > Mg > P > K$. A concentração média desses elementos indica que não há variabilidade significativa nos órgãos analisados e nem em relação às idades, com exceção do N que apresenta maior teor nas folhas e em relação aos outros elementos. Os microelementos apresentam uma distribuição uniforme nos diversos órgãos, sendo os de maior concentração Fe, Al e Na. Nesse estudo foi possível verificar o equilíbrio mineral entre as espécies, pelos elementos e pelas relações K/Na , K/Mg , $K/Ca + Mg + 100/Mn + 10/Cu$. Análise dos resultados mostra que nas espécies pesquisadas não houve um equilíbrio perfeito nas várias relações, com exceção de $K/Ca + Mg$. Analisou-se os solos onde as plantas se desenvolveram quanto aos teores totais dos macro e microelementos.

INTRODUÇÃO

Na região amazônica, os maiores prejuízos aos rebanhos bovinos são provocados por ingestão de plantas tóxicas. As principais plantas responsáveis pela morte do gado são: *Pallicourea marcgravii* St. Hil. ('cafézinho', 'erva de rato'), *Arrabidaea bilabiata* (Sprague) Sandw. ('gibata') e *A. japurensis* (D. C.) Bur & KSchum. A espécie *Humirianthera ampla* (Miers) Baehni ('batata mairá'), considerada pelos criadores de gado da região como planta tóxica, teve sua toxicidade comprovada experimentalmente por Tokarnia et al. (1979), que relataram no entanto, desconhecer se sob condições naturais ocorre intoxicação por esta planta.

Os tubérculos de *H. ampla* e *H. rupestris* Ducke, únicas representantes do gênero, são constituídos principalmente por diterpenóides γ -lactônicos denominados humiriantenolídeos (Zoghbi et al., 1981, 1983). Testes farmacológicos realizados com o humiriantenolídeo C indicaram tratar-se de substância de alta toxicidade (Ubatuba, não publicado). Além dos constituintes orgânicos foram isolados cristais de tiocianato e de nitrato e nitrito de sódio e potássio no tubérculo e caule de *H. ampla*, em quantidades consideráveis, sendo que as folhas das duas espécies apresentam concentrações elevadas de nitrato (Zoghbi et al., 1988). A ocorrência destes constituintes inorgânicos tóxicos levou-nos ao estudo das concentrações de

¹ Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Manaus - AM, Alameda Cosme ferreira, 1756, CP 478.

N, P, K, Ca, Mg, Mo, Cu, Zn, Mn, Fe, B, Al, Co, Cr, Na, Pb, Si e Sr nas diferentes partes vegetativas das duas espécies em época seca e chuvosa, assim como o estudo das correlações entre estes elementos.

A literatura registra que para manutenção da qualidade do metabolismo nos vegetais, é necessário que os teores de macro e micronutrientes no solo apresentem valores adequados e que certas relações não devem ser alteradas significativamente (Malavolta, 1980; Voisin, 1973). O desvio desses valores é traduzido por um desequilíbrio mineral que afetará o desenvolvimento da planta.

No presente trabalho estuda-se a variação da composição mineral em plantas do gênero *Humirianthera* em diferentes partes vegetativas em época seca e chuvosa, assim como os solos onde as mesmas se desenvolveram.

O equilíbrio mineral nas espécies estudadas foi verificado pela variação das concentrações dos elementos e das relações: K/Na, K/Mg, K/Ca + Mg e K/Ca + Mg + 100/Mn + 10/Cu.

MATERIAIS E MÉTODOS

As coletas dos espécimens vegetais de *H. ampla* e *H. rupestris*, foram efetuadas em dois períodos: fevereiro-março/86 (época chuvosa) e em novembro/86 (época seca). Os locais de coleta foram a cidade de Itacoatiara (AM), na rodovia Torquato Tapajós (AM-010), nos quilômetros 190, 201 e 233 e no Campus do INPA. As amostras foram identificadas por comparação com as exsicatas 48615 e 46811 existentes no herbário do INPA.

Foram coletadas folha, caule e tubérculo das espécies em diferentes idades fisiológicas (jovem e adulta), assim como o solo a uma distância de 20 cm do local onde as mesmas se desenvolveram.

O material vegetal (folha e caule) foi inicialmente seco à temperatura ambiente, pulverizado em moinho tipo Wiley, e separado em alíquotas: 1) determinação do conteúdo de umidade (103 2 C) (ASTM, 1981); 2) digestão por via úmida com ácido nítrico + ácido perclórico em bloco digestor para determinação de P, Ca, Mg, Mo, Cu, Zn, Fe, B, Al, Co, Cr, Pb, Si e Sr para posterior análise por espectrometria de emissão de plasma (Krug et al., 1977), modelo Jarrel Ash ICP 96950; Na e K foram determinados por espectrometria de absorção atômica usando chama ar-acetileno (Perkin-Elmer 2380); 3) para a determinação de N-total procedeu-se a digestão com água oxigenada 30% + sulfato de lítio + selênio em pó + ácido sulfúrico, para a redução de nitrogênio a amônia e determinação espectrofotométrica ($\lambda = 630$ nm) pela reação de Bertholet (Reis, apud Zagatto, 1981). Os tubérculos foram lavados inicialmente em água corrente e após, secos com papel absorvente, procedendo-se em seguida tratamento idêntico ao efetuado para folha e caule.

Os solos, secos à temperatura ambiente foram peneirados a 80 Mesh e digeridos de modo idêntico ao material vegetal (Allen et al., 1974; Golley et al., 1978).

Todos os reagentes foram de grau analítico e água deionizada foi usada para todos os experimentos. Os dados foram processados em computador compatível com IBM PC-XT.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Analisando a Tabela 1 verifica-se que não há grande variabilidade na concentração dos macroelementos entre os órgãos analisados quanto às épocas seca e chuvosa e idade fisiológica das espécies, com exceção do N que apresenta maior concentração na idade jovem e época seca.

A concentração dos macronutrientes nas folhas, caules e tubérculos, obedece a relação N > Ca > Mg > P > K para *H. ampla* e *H. rupestris* e mostra os seguintes intervalos de variação: N (0,53-3,30%), Ca (0,23-1,01%), Mg (0,05-0,64%), P (0,03-0,23%) e K (0,03-0,30%).

O baixo teor de K obtido no gênero *Humirianthera*, não corresponde aos valores encontrados para tuberosas, onde este elemento é o que se apresenta em maior concentração (Chaves et al., 1985). No caule de *H. rupestris* os teores dos macronutrientes apresentam-se em concentrações mais elevadas na idade jovem independente da época de coleta.

Nos tubérculos, observa-se que na idade adulta, as concentrações dos macronutrientes de *H. rupestris* são superiores em época chuvosa, enquanto que para *H. ampla* não há diferença significativa na mesma época, exceto N; o mesmo padrão de comportamento não foi observado para as duas espécies e épocas, para os outros elementos determinados.

Considerando a planta toda, em época chuvosa, e levando-se em conta os valores médios das concentrações dos macronutrientes, nos órgãos analisados (gráficos 1-5), observou-se que, em *H. ampla*, o teor de N, na idade jovem é 44,9% vezes maior que na adulta; as concentrações

Tabela 1 - Concentração média de macronutrientes de *H. ampla* e *H. rupestris*

Espécie	Época	Idade	Órgão	N	P	K	Ca	Mg
<i>Humirianthera ampla</i>	CHUVOSA	A	F	2,38	0,15	0,06	0,81	0,35
			C	1,20	0,09	0,04	0,33	0,13
			T	1,55	0,13	0,06	0,73	0,14
		J	F	2,66	0,15	0,08	0,88	0,40
			C	1,38	0,09	0,33	0,34	0,18
			T	1,96	0,13	0,03	0,43	0,18
	SECA	A	F	3,18	0,14	0,14	0,96	0,19
			C	1,21	0,06	0,09	0,73	0,08
			T	1,50	0,14	0,14	0,11	0,25
		J	F	3,23	0,13	0,16	0,73	0,25
			C	1,03	0,08	0,13	0,65	0,08
			T	1,60	0,08	0,14	0,69	0,10
<i>Humirianthera rupestris</i>	CHUVOSA	A	F	2,55	0,23	0,08	0,71	0,48
			C	0,80	0,09	0,05	0,55	0,24
			T	0,65	0,18	0,18	0,70	0,48
		J	F	3,00	0,21	0,09	0,23	0,25
			C	1,80	0,11	0,09	0,26	0,30
			T	1,20	0,10	0,09	0,74	0,64
	SECA	A	F	3,16	0,13	0,14	0,71	0,33
			C	1,33	0,09	0,13	0,40	0,13
			T	0,53	0,04	0,06	0,34	0,10
		J	F	3,30	0,18	0,15	0,84	0,28
			C	1,14	0,05	0,12	0,90	0,05
			T	1,64	0,03	0,12	0,01	0,38

Obs: Dados em % na matéria seca
 F - Folha; C - Caule; T - Tubérculo
 A - Idade Adulta; J - Jovem

de P, Mg e K mantiveram o mesmo padrão de comportamento nos órgãos isoladamente; o teor de Ca é levemente superior na idade adulta. Em época seca, idade adulta, as concentrações de N, Mg e Ca não apresentaram variações significativas; o elemento K é 61,5% vezes maior que na época chuvosa e P é levemente superior. Para a espécie *H. rupestris*, em época chuvosa, observa-se que N, Mg e P obedecem o mesmo padrão de distribuição que *H. ampla*; para Ca, P e K os valores de concentração são maiores na idade adulta; em época seca, os teores de todos os elementos estudados são superiores na idade jovem, sendo que as concentrações de P e Mg são 66,7% e 104,7% inferiores, em relação à época chuvosa.

Análise da Tabela 2, mostra que de modo global, o teor de micronutrientes, nas duas espécies obedece a relação tubérculo > folha > caule. Os elementos Fe, Al e Na apresentam-se em maiores concentrações seguidos, em ordem decrescente, de Mn, Pb, B, Zn, Si, Sr, Cr, Cu, Mo e Co, distribuídos de modo uniforme quanto às idades fisiológicas e épocas de coleta.

Da Tabela 3 pode-se observar que os valores da relação K/Na para a planta toda são muito baixos (o valor ideal situa-se em torno de 5,0) sendo obtido o índice máximo para *H. ampla* em época seca e para *H. rupestris* em época chuvosa e nas duas idades fisiológicas.

Em geral, a relação K/Mg se apresentou em *H. ampla*, mais próxima do valor ideal (2,25).

Para a relação K/Ca + Mg, os valores encontrados estão na faixa ideal (< 1,80), exceção para *H. rupestris* em época chuvosa e idade jovem, cujo valor é 2,05. Os valores da relação $K/Ca + Mg + 100/Mn + 10/Cu$ foram muito variáveis e somente as folhas apresentaram-se no limite do valor ideal (< 3,50).

Quanto ao solo, o teor de N variou de 0,12-0,70%, e as concentrações de Ca, Mg e P apresentaram valores abaixo dos esperados e K, teor levemente superior. Os elementos Fe e Zn têm valores superiores enquanto B, Cu e Na estão no intervalo registrado pela literatura (Allen et al., 1974; Mengel & Kirkby, 1982). O pH (H₂O) se apresenta na faixa 4,2-4,8, conforme latossolos da região amazônica (Haag et al., 1984).

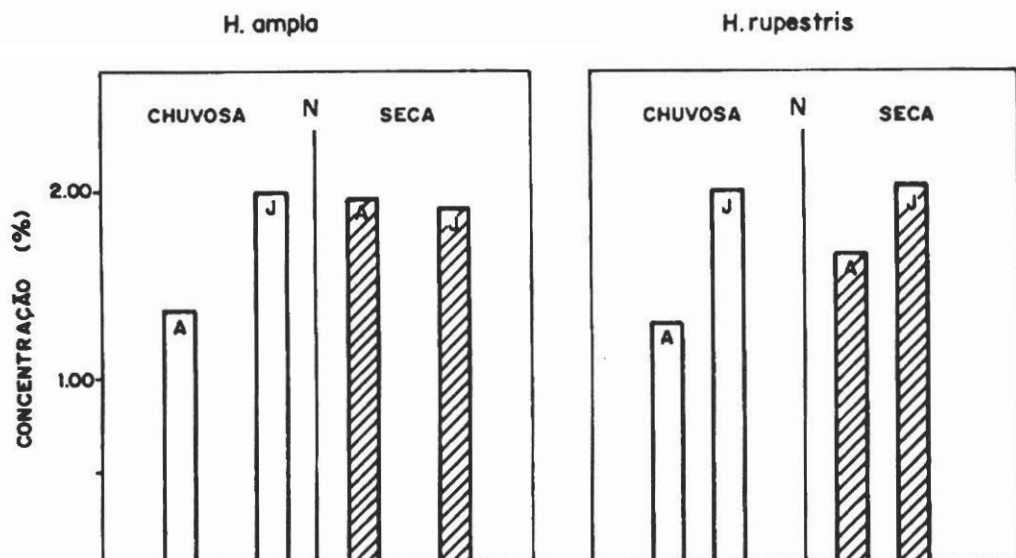


Gráfico 1 - Teor de N em *H. ampla* e *H. rupestris* nas épocas chuvosa e seca. (Planta toda, em %)

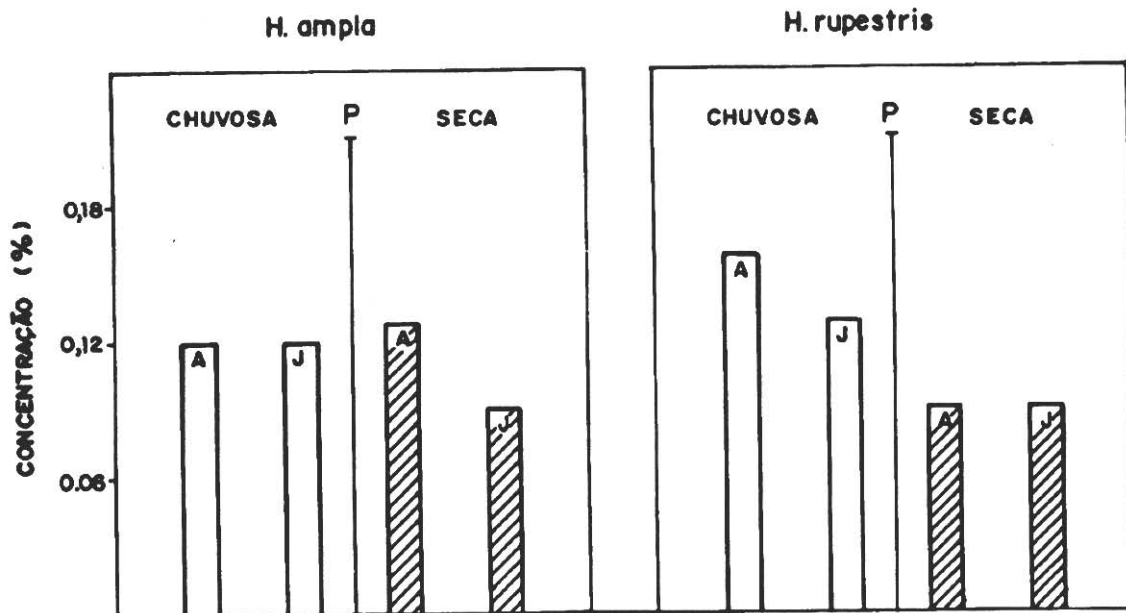


Gráfico 2 - Teor de P em *H. ampla* e *H. rupestris* nas épocas chuvosa e seca. (Planta toda, em %)

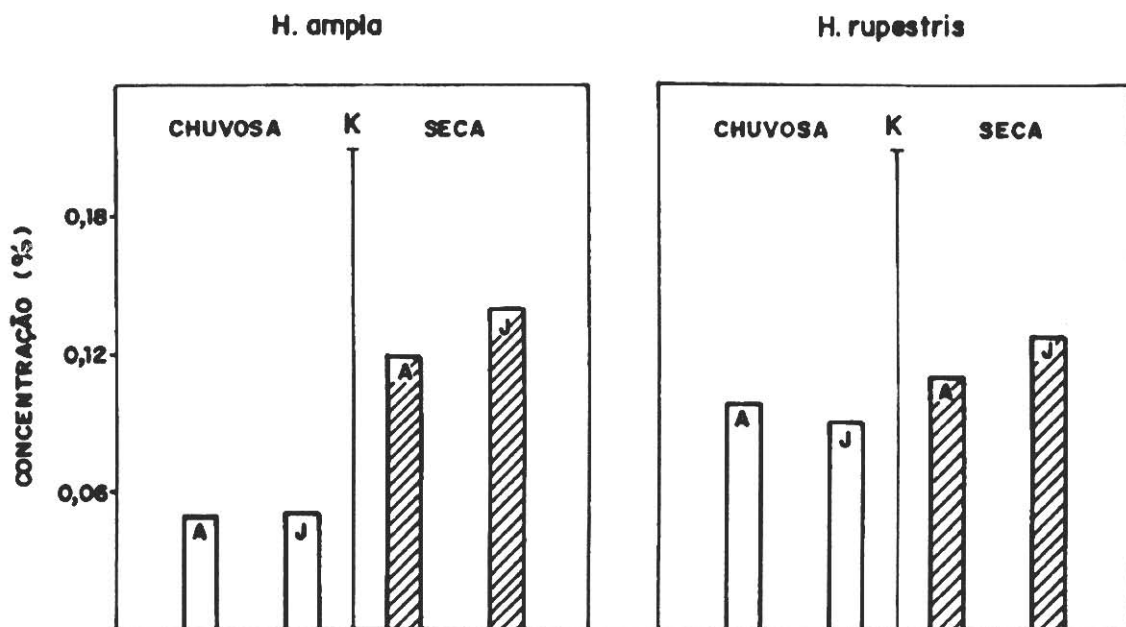


Gráfico 3 - Teor de K em *H. ampla* e *H. rupestris* nas épocas chuvosa e seca. (Planta toda, em %)

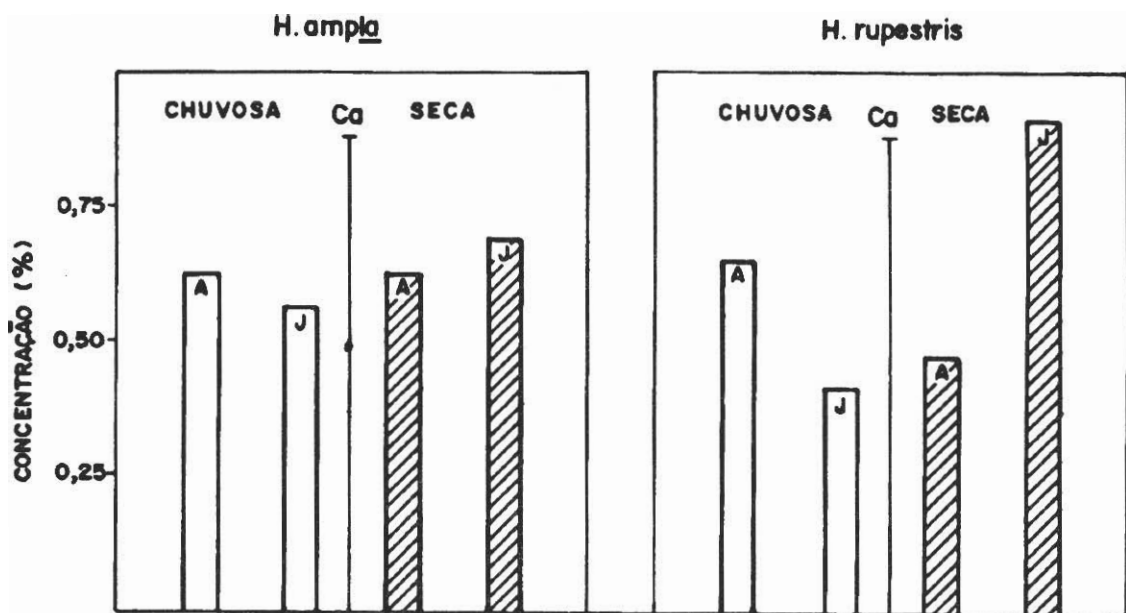


Gráfico 4 - Teor de Ca em *H. ampla* e *H. rupestris* nas épocas chuvosa e seca. (Planta toda, em %)

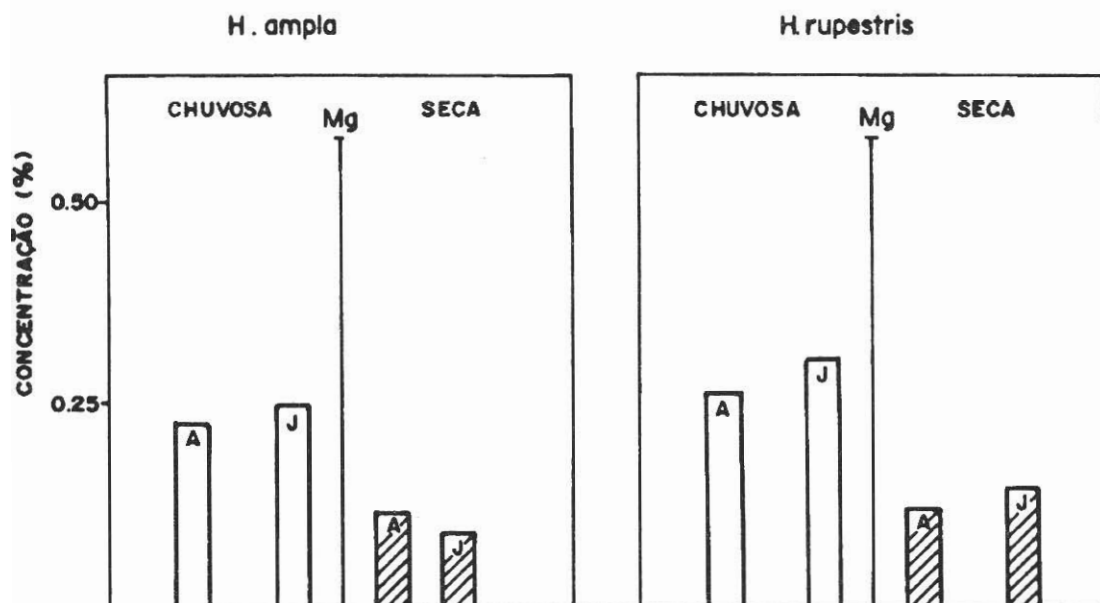


Gráfico 5 - Teor de Mg em *H. ampla* e *H. rupestris* nas épocas chuvosa e seca. (Planta toda, em %)

Tabela 2 - Concentração média de microelementos de *H. ampla* e *H. rupestris*

Espécie	Época	Idade	Orgão	Al	B	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Mo	Na	Pb	Si	Br	Zn
<i>Humirianthera ampla</i>	CHUVOSA	A	F	538,9	85,3	3,4	14,8	10,3	402,1	115,9	7,8	773,4	49,1	31,9	60,7	37,9
			C	254,8	18,6	3,9	10,7	9,1	342,1	21,5	8,3	425,7	53,0	27,7	28,5	28,8
			T	714,8	27,7	4,0	18,0	10,5	539,2	22,3	9,1	1198,3	53,8	34,8	68,9	72,5
		J	F	1400,4	49,8	6,5	19,9	14,0	664,7	66,1	11,6	2122,3	66,4	43,4	45,9	41,1
			C	838,7	23,8	7,1	19,3	11,8	514,7	42,2	11,3	1219,3	80,9	36,4	25,9	40,3
			T	1638,6	30,0	7,2	19,9	10,9	1074,7	49,6	12,4	2931,3	71,7	42,2	50,0	97,6
	SECA	A	F	510,0	36,7	7,5	7,5	10,3	400,0	86,3	1,3	784,0	43,0	138,9	52,0	15,1
			C	610,0	10,7	n.d.	n.d.	15,8	350,0	15,2	n.d.	859,0	n.d.	n.d.	n.d.	71,4
			T	1450,0	25,3	16,7	36,4	14,6	1180,0	26,2	20,7	861,0	127,8	99,3	67,4	119,3
		J	F	920,0	36,3	0,0	20,8	12,5	1970,0	55,8	1,9	570,0	8,2	279,0	65,8	34,0
			C	1970,0	7,2	n.d.	n.d.	15,9	900,0	13,6	n.d.	727,0	n.d.	n.d.	n.d.	38,3
			T	1100,0	24,7	3,6	32,9	12,3	520,0	20,8	2,9	1037,0	21,3	112,2	80,4	46,1
<i>Humirianthera rupestris</i>	CHUVOSA	A	F	475,7	58,3	12,3	24,3	15,8	461,9	148,9	15,7	1223,9	99,5	72,3	84,9	66,1
			C	1080,1	28,8	12,5	28,9	9,9	341,7	41,7	16,8	734,4	105,9	58,7	59,6	66,1
			T	1047,0	29,3	12,4	29,6	11,8	803,8	30,2	16,3	1090,1	103,9	64,0	104,6	123,7
		J	F	2189,0	40,0	12,4	30,7	18,4	2275,0	96,7	17,7	2932,0	99,9	62,5	26,9	135,7
			C	235,4	30,7	12,3	20,4	14,7	363,0	32,2	14,7	257,8	99,3	58,5	28,8	65,1
			T	757,4	31,0	12,4	25,8	14,7	984,9	37,0	16,1	1456,0	104,7	71,8	122,3	231,8
	SECA	A	F	310,0	42,2	0,0	10,6	13,2	490,0	38,7	4,2	978,0	25,4	41,8	60,1	29,5
			C	540,0	13,8	n.d.	n.d.	17,3	360,0	10,0	n.d.	1135,0	n.d.	n.d.	n.d.	83,6
			T	1000,0	5,0	n.d.	n.d.	13,2	260,0	5,0	n.d.	1800,0	n.d.	n.d.	n.d.	170,7
		J	F	1190,0	32,3	0,0	14,4	9,9	490,0	43,7	4,2	900,0	23,5	53,7	48,5	21,8
			C	2170,0	14,4	n.d.	n.d.	18,1	940,0	12,9	n.d.	780,0	n.d.	n.d.	n.d.	39,2
			T	1430,0	13,9	n.d.	n.d.	25,4	450,0	7,0	n.d.	1260,0	n.d.	n.d.	n.d.	323,8

Obs: Dados em ppm na matéria seca
 F - Folha, C - Caule, T - Tubérculo
 n.d. não determinado

As concentrações dos macro e microelementos no solo (Tabela 4), apresentam-se em quantidades apropriadas para que as espécies vegetais se desenvolvam, e os teores guardam entre si certas relações que não modificam seu desenvolvimento (Malavolta, 1980).

A análise de variância a 95% de probabilidade mostrou que houve variação na composição química dos macroelementos quanto aos fatores analisados (espécie, idade, órgão e época). K apresentou significância para todos os fatores; P e Ca quanto a espécie e idade; N para espécie e época e Mg apenas quanto à idade.

CONCLUSÕES

As espécies do gênero *Humirianthera* mostraram-se sensíveis à variações sazonais, uma vez que as flutuações que ocorreram se devem ao movimento ascendente de elementos durante o crescimento, e o processo inverso ocorre próximo a senescência, mesmo cada elemento diferindo individualmente em suas mobilidades. Estas variações foram mais evidentes quando se tratava de folha adulta e jovem.

A diminuição de K com a idade ocorreu conforme registra os dados da literatura (Allen et al., 1974), mas N não sofreu variabilidade significativa. O efeito de diminuição de P em *H. rupestris* foi acentuado na época seca.

O efeito do Mg, conforme Allen (1974), não é bem definido, mas houve decréscimo nas espécies estudadas na época seca. De modo geral a diferença de composição mineral entre *H. ampla* e *H. rupestris* não é tão marcante e as variações que ocorrem no comportamento entre

Tabela 3 - Relações de equilíbrio mineral em *H. ampla* e *H. rupestris*.

Espécie	Época	Idade	Órgão	K/Na	K/Mg	K/Ca + Mg	K/Ca+Mg + 100/Mn+10/Cu
<i>Humiranthra ampla</i>	CHUVOSA	A	F	0,77	1,71	0,42	2,25
			C	0,94	0,31	0,25	6,10
			T	0,50	0,43	0,22	5,65
		J	F	0,37	0,20	0,49	2,84
			C	2,46	1,67	1,06	4,28
			T	0,10	0,17	0,25	3,19
	SECA	A	F	1,79	0,74	0,34	2,82
			C	1,37	1,12	0,20	7,41
			T	1,25	0,44	0,38	4,88
		J	F	2,80	0,64	0,47	3,06
			C	1,79	1,62	0,28	8,26
			T	1,35	1,40	0,30	5,92
<i>Humiranthra rupestris</i>	CHUVOSA	A	F	0,65	0,17	0,59	1,89
			C	0,68	0,21	0,33	3,74
			T	1,74	0,40	0,75	4,60
		J	F	0,32	0,36	0,64	2,21
			C	3,49	0,30	0,65	4,44
			T	0,62	0,14	0,76	4,14
	SECA	A	F	1,43	0,42	0,52	3,85
			C	1,14	1,00	0,46	11,03
			T	0,33	0,60	0,28	21,04
		J	F	1,67	0,58	0,44	3,85
			C	1,58	2,40	0,18	8,50
			T	0,95	0,32	0,50	15,19

Obs: F - Folha, C - Caule, T - Tubérculo
A - Idade adulta, J - Idade jovem

Tabela 4 - Concentração média de macro e microelementos em amostras de solos.

ESPÉCIE	ÉPOCA	IDADE	N ¹	P ¹	K ¹	Ca ¹	Mg ¹	Al ²	Fe ²	Na ²	B ²	Cu ²	Mn ²	Zn ²
<i>H. ampla</i>	CHUVOSA	A	0,60	0,04	0,03	0,04	0,04	4,9	3,1	0,09	13,8	28,1	53,3	75,6
		J	0,70	0,50	0,03	0,03	0,02	4,3	2,8	0,07	9,9	21,4	49,3	67,4
	SECA	A	0,15	0,04	0,02	0,05	0,05	4,8	3,0	0,11	15,5	30,1	51,1	260,7
		J	0,20	0,05	0,05	0,04	0,04	5,3	2,6	0,11	10,1	33,3	55,3	97,4
<i>H. rupestris</i>	CHUVOSA	A	0,70	0,04	0,02	0,04	0,04	8,3	2,8	0,04	10,0	35,5	69,5	163,8
		J	0,70	0,05	0,02	0,04	0,03	5,9	2,2	0,08	12,2	16,7	46,4	126,7
	SECA	A	0,12	0,02	0,01	0,04	0,02	2,7	8,3	0,04	5,0	25,6	27,0	57,8
		J	0,14	0,02	0,02	0,02	0,02	3,2	9,3	0,11	5,3	25,3	31,4	26,5

OBS.: 1. Dados em %
2. Dados em ppm
A - Idade adulta, J - Idade jovem

as espécies do gênero podem advir da distribuição geográfica, pois não há sobreposição de ocorrência das mesmas nas áreas em estudo. Enquanto *H. rupestris* ocorre na cidade de Manaus e na rodovia Torquato Tapajós até o km 230, *H. ampla* está restrita às cercanias da cidade de Itacoatiara, que apresenta melhor condição edáfica, e, da própria bioquímica da planta (Luizão et al., 1987).

Apesar da diferença da composição de macro e micronutrientes pelas duas espécies, não há interferência no processo de desenvolvimento das mesmas, de acordo com as relações minerais encontradas.

Independente da época e idade das plantas em estudo o N é encontrado no solo como o elemento mais abundante, já o K manteve-se em menor concentração.

SUMMARY

In this paper 26 specimens of *H. ampla* and 09 specimens of *H. rupestris* of young and old ages were analysed regarding to the total contents of N, P, K, Ca, Mg, Mo, Cu, Zn, Mn, Fe, B, Al, Co, Cr, Na, Pb, Si and Sr from different vegetative parts of the plants. The macroelements concentration from the leaves, stems and tubers from *H. ampla* and *H. rupestris* follows the relation $N > Ca > Mg > P > K$. The average concentration of these elements shows that there is no significative variability neither to the analysed organs nor to their ages, except of N which presents higher concentration in the leaves when compared to the other elements. The microelements show an uniform distribution in its several organs, however, Fe, Al and Na exhibit higher concentration. The mineral equilibrium was verified trough the variation of the concentration of the elements and by the ratios K/Na , K/Mg , $K/Ca + Mg + 100/Mn + 10/Cu$. The results suggested that *H. ampla* and *H. rupestris* species there is not a perfect equilibrium in the several studied ratios, with the exception of the $K/Ca + Mg$ ratio. Futhermore, the soils where the plants grew up regarding to the total contents of macro and microelements were determined.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Dr. William A. 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 of Ecological Materials**. London, Blackwell. 565p.
- ANNUAL BOOK OF AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS - 1981. Wood; Adhesives; part two. p. 601-608.
- Chaves, L. H. G.; Pereira, H. H. G. - 1985. **Nutrição e Adubação de Tubérculos**. Campinas, Fundação Cargill. 97p.
- 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. 255p.
- Haag, Henrique Paulo (coord.) - 1985. **Ciclagem de Nutrientes em Florestas Tropicais**. Campinas, Ed. Fundação Cargill. 144p.

- Luizão, F. J.; Ribeiro, E. F.; Schubart, H. O. - 1987. **Química, Farmacologia e Ecologia do Gênero Humirianthera**. Relatório FINEP. p. 90-107.
- Malavolta, E. - 1980. **Elementos de Nutrição Mineral em Plantas**. São Paulo, Agronômica Ceres Ltda. 251p.
- Mengel, K.; Kirkby, E. A. - 1982. **Principles of Plant Nutrition**. 2. Switzerland, Ed. International Potash Institute. 593p.
- Tokarnia, C. H.; Döbereiner, J.; Silva, M. F. - 1979. **Plantas Tóxicas da Amazônia à Bovinos e outros Herbívoros**. Manaus, INPA. 95p.
- Voisin, A. - 1973. **Adubos: novas leis científicas de sua aplicação**. São Paulo, Mestre Jou. 363p.
- Zagatto, E. A. G.; Jacinto, A. O.; Reis, B. F.; Krug, F. J.; Pessenda, L. C. R.; Mortatti, J.; Giné, M. F. - 1981. **Manual de Análises de Plantas e Águas Empregando Sistemas de Injeção em Fluxo**. Piracicaba/SP, USP/CENA. 44p.
- Zoghbi, M. G. B.; Roque, N. F.; Gottlieb, H. E. - 1981. Humirianthenolides, new degraded diterpenoids from *Humirianthera rupestris*. *Phytochemistry*, 20:1669.
- Zoghbi, M. G. B.; Roque, N. F.; Cabral, J. A. S. - 1983. Estudo Químico de *Humirianthera ampla* (Miers) Baehni (Icacinaceae). *Acta Amazonica*, 13(1):215.
- Zoghbi, M. G. B.; Varejão, M. J. C.; Ribeiro, M. N. S. - 1988. A presença de substâncias inorgânicas tóxicas no gênero *Humirianthera*. *Acta Amazônica*, 18(1-2):61.

(Aceito para publicação em 14.05.1992)