

# Ecofisiologia de plantas da Amazônia

## 1 - Anatomia foliar e ecofisiologia de *Pogonophora schomburgkiana* Miers. (Euphorbiaceae)

Angela Ma. C. Leite \*

Eduardo Lleras \*\*

### Resumo

Foi testada a hipótese de que em estratos mais expostos de uma árvore, porém em condições mais xéricas, as folhas apresentam estrutura mais xeroescleromorfa. Notou-se, da base para o ápice da árvore, que o número estomático por mm<sup>2</sup> aumentou; os mesófilos aumentaram de espessura; as folhas diminuíram de tamanho, características todas estas que tendem a apoiar a hipótese formulada.

### INTRODUÇÃO

Dentro do nosso projeto de estudo de Ecofisiologia de plantas amazônicas, com relação especial ao estudo de folhas, apresentamos aqui os dados obtidos em *Pogonophora schomburgkiana* Miers.

O objetivo do trabalho foi testar alguns postulados da lei de Zalenski, (citado em Lleras, 1978), as observações de Lleras (1977, 1978), assim como as Salisbury (1927).

Tendendo as condições microclimáticas nos estratos superiores da floresta a apresentar condições mais extremas quanto às altas temperaturas, baixa umidade relativa e alta luminosidade (Selleck & Shuppert, 1957; Lleras, 1977, 1978), sendo que isto representa condições mais xerofíticas com relação aos estratos inferiores, esperávamos encontrar características gradualmente mais xeroescleromorfas da base ao ápice da árvore. Entre estas características, segundo a Lei de Zalenski, podemos citar: paredes menos sinuosas das células epidérmicas, maior número de estômatos, mesófilo mais espesso, parênquima paliçádico mais organizado e sistema vascular mais desenvolvido.

### MATERIAL E MÉTODO

Em cada um dos três estratos da árvore, basal (1,60m), mediano (2,80m) e apical (4,60m) foram retiradas dez (10) folhas para determinação da área foliar e, dentre estas, foram escolhidas ao acaso cinco (5) para estudos anatômicos e determinação do número estomático. Em cada uma destas cinco (5) folhas, foram retiradas impressões epidérmicas nas partes basal, mediana e apical. Na parte mediana da folha, foram feitos cortes transversais e longitudinais tanto da nervura central quanto da lâmina foliar, para estudos anatômicos.

O material foi incluído em parafina, cortado, colorido e montado segundo técnicas anatômicas usuais. Os esquemas e desenhos foram feitos utilizando câmara clara. Os resultados de número estomático e área foliar foram analisados estatisticamente utilizando o teste de Mann-Whitney U (Siegel, 1956). Para efeitos do teste estatístico, foi utilizado o número total de contagens (50) para cada classe.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### ÁREA FOLIAR

As folhas da base apresentaram uma área foliar significativamente maior ( $p < 0,001$ ) em relação tanto ao ápice quanto ao meio da árvore. Não há diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os tamanhos das folhas do meio e o ápice (Tabela 1, Fig. 1).

(\*) — Museu Paraense Emílio Goeldi, INPA/Belém.

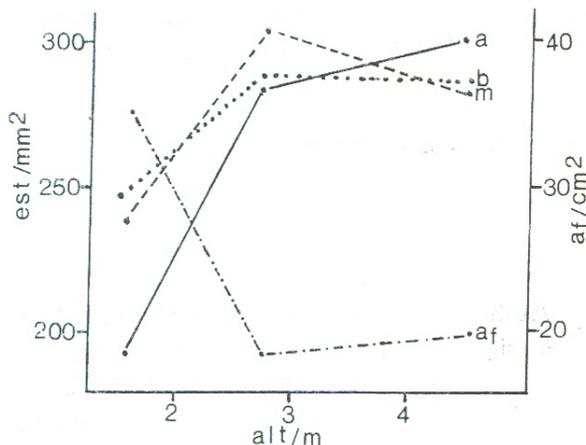
(\*\*) — Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

**TABELA 1** — *Pogonophora schomburgkiana* — Área foliar em estratos basal, médio e apical da planta

Área foliar			
Folha	Ápice	Meio	Base
1	15,22	15,27	53,38
2	17,08	20,20	40,91
3	25,48	22,68	16,92
4	20,88	21,07	42,88
5	22,90	21,41	34,15
6	26,85	21,37	35,12
7	15,41	15,75	31,51
8	13,51	13,55	34,38
9	16,68	17,74	30,30
10	13,51	12,52	27,28
Média	18,752	18,156	34,683

NÚMERO DE ESTÔMATOS. (Tab. 2, Fig. 1).

Dois tipos de comparação foram feitos: 1) entre partes semelhantes da folha em diferentes estratos e 2) entre as diferentes partes da folha no mesmo estrato. A tabela 2 apresenta as médias dos números estomáticos nas diferentes folhas e nos seus estratos.



**Fig. 1** — *Pogonophora schomburgkiana*. Representação gráfica da área foliar (abscissa da direita) e do número estomático (abscissa da esquerda) a diversas alturas. a, ápice foliar; b, base foliar; m, meio da folha; af, área foliar.

**TABELA 2** — *Pogonophora schomburgkiana* — Médias do número estomático nas três regiões da folha e nos estratos estudados

Parte da Árvore	Folha N.º	$\bar{x}$ do Número de Estômatos por mm <sup>2</sup>		
		REGIÃO DA FOLHA		
		Ápice	Meio	Base
APICE	1	270,5	276,8	266,7
	2	297,5	323,9	326,1
	3	316,7	229,8	309,6
	4	322,6	280,8	263,4
	5	280,9	291,3	246,1
	$\bar{x}$	297,64	280,52	282,38
MEIO	1	254,8	235,5	205,4
	2	299,9	316,5	235,7
	3	280,1	315,7	298,4
	4	291,2	326,9	327,7
	5	289,5	319,9	352,4
	$\bar{x}$	283,10	302,9	283,92
BASE	1	176,6	206,2	224,6
	2	200,6	242,0	237,3
	3	182,2	256,4	208,6
	4	266,1	234,9	295,9
	5	196,6	253,0	262,6
	$\bar{x}$	196,42	238,50	245,80

1) -- Ao comparar partes equivalentes de folhas em diferentes estratos, nota-se em termos gerais (Tab. 3) que a maior diferença estatística em número estomático foi entre os estratos da base e do meio da árvore ( $p \triangleq 0,0001$ ). A diferença entre os estratos do meio e ápice foi menos marcada ou estatisticamente não significativa ( $p$  entre 0,029 e 0,496). Isto também pode ser observado na Fig. 1.

**TABELA 3.** comparação estatística do número estomático de regiões equivalentes de folhas entre os diferentes estratos da árvore, aplicando o teste Mann-Whitney U. p = probabilidade.

Região da Folha	Parte da Árvore	valor p
ápice	ápice/meio	0,0618
	ápice/base	< 0,00003
	meio/base	< 0,00003
meio	ápice/meio	0,029
	ápice/base	< 0,00003
	meio/base	< 0,00003
base	ápice/meio	0,49
	ápice/base	0,0011
	meio/base	0,001

2. Ao comparar diferentes regiões da folha no mesmo estrato da árvore, conclui-se ainda que, se existem diferenças estatísticas significativas (Tab. 4), estas não são consistentes.

Salisbury (1927) postulou que o número estomático em diferentes partes de uma mesma folha aumenta gradativamente da base para o ápice, e que isto está correlacionado com a distância ao sistema vascular. Nesta espécie, assim como em outras que estão atualmente sendo pesquisadas, temos observado uma estabilização ou queda no número estomático dos ápices das folhas com relação ao meio. (Fig. 1). Isto pode ser explicado pelo fato de que o estreitamento da folha no ápice necessariamente determina uma redução da distância com relação à nervura central. É possível então apresentar estes dados que podem parecer discordantes como maior evidência para apoiar o postulado básico de Salisbury que foi "distância ao sistema vascular". É necessário, assim, ter-se muito cuidado ao referir-se ao sistema vascular da folha, quando for discutido este fenômeno, e não pressupor que se refere ao sistema vascular "da planta".

**TABELA 4.** Comparação estatística do número estomático entre regiões diferentes da folha no mesmo estrato da árvore, aplicando o teste de Mann-Whitney U. p = probabilidade.

Parte da Árvore	Região da Folha	valor p
ápice	ápice/meio	0,0618
	ápice/base	0,016
	meio/base	
meio	ápice/meio	0,0011
	ápice/base	0,42
	meio/base	0,039
base	ápice/meio	< 0,00003
	ápice/base	< 0,00003
	meio/base	0,238

#### SINUOSIDADE DAS CÉLULAS EPIDÉRMICAS

No estrato basal, as células apresentam sinuosidade marcada, tornando-se gradativamente menos sinuosas e mais regulares em direção ao ápice da planta (Fig. 2, d-f). A possível causa deste fenômeno já foi discutida em outro trabalho (Lleras, 1978).

#### ESPESSURA DO MESÓFILO

A espessura do mesófilo aumenta gradativamente da base para o ápice (fig. 2, a — c), apresentando-se um incremento de quase 30% em espessura.

Como no caso anterior, as implicações ecológicas e fisiológicas deste fenômeno foram discutidas por Lleras (1978).

Acompanhando o aumento de espessura do mesófilo, observa-se também um aumento no tamanho das células do parênquima paliçádico, assim como no tamanho das lacunas.

#### NERVURA CENTRAL E PECÍOLO

Nestas estruturas, não foram observadas alterações marcantes ao comparar os três diferentes estratos (fig. 3).

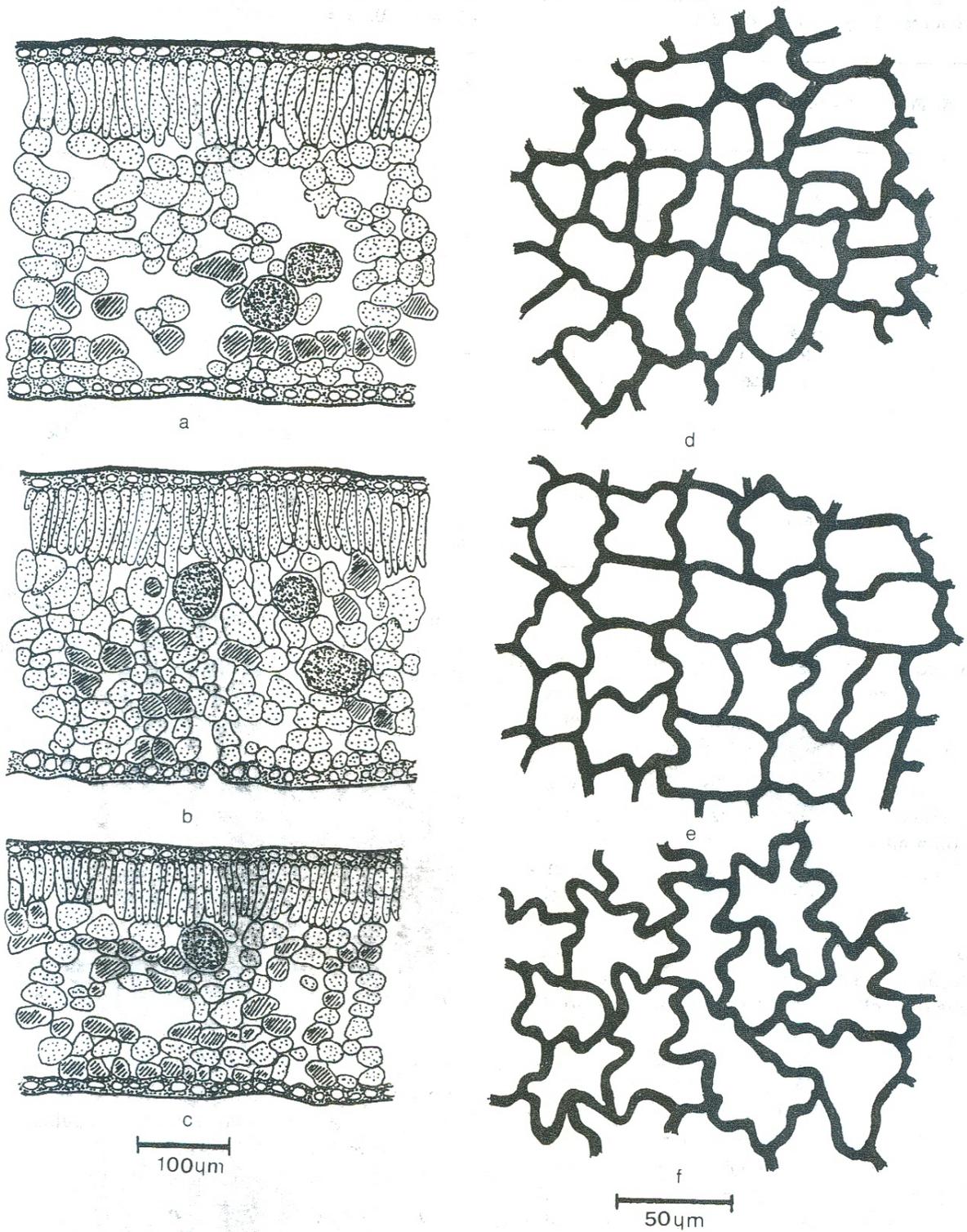


Fig. 2 — *Pogonophora schomburgkiana*. a-c, secção longitudinal da lâmina foliar. a, copa da árvore; b, meio da árvore; c, base da árvore. d-f, epiderme superior; d, copa da árvore; b, meio da árvore; f, base da árvore.

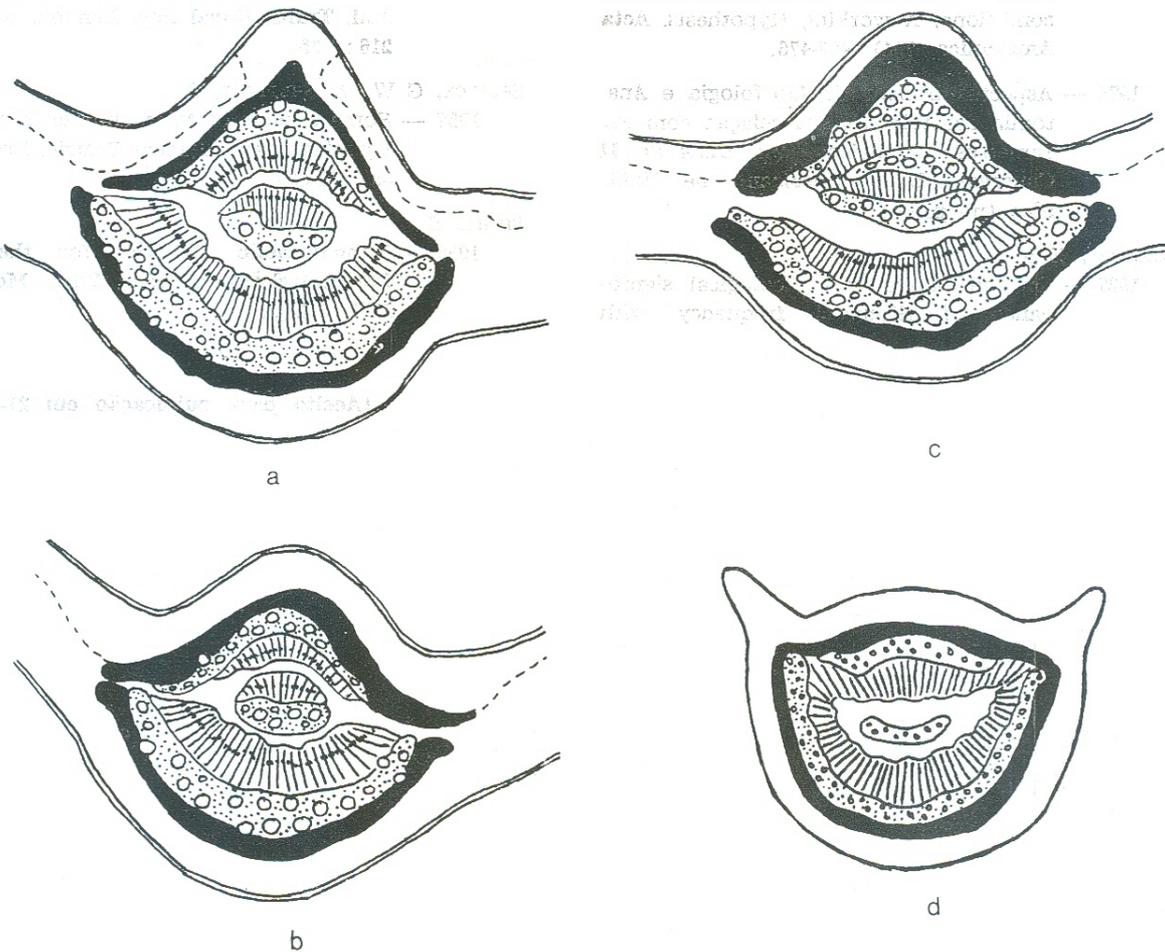


Fig. 3 — *Pogonophora schomburgkiana*, a-c, nervura central. a, ápice da árvore; b, meio da árvore; c, base da árvore; d, pecíolo. Todos em corte longitudinal.

Em termos gerais, os dados apresentados neste trabalho apoiam os postulados básicos da Lei de Zalenski.

Concluimos, assim, que os diversos estratos da árvore são gradativamente mais xerofíticos, em termos microclimáticos, da base ao ápice, e a estrutura das folhas acompanha este xerofitismo. As possíveis causas ecológicas e fisiológicas das mudanças das diversas características são discutidas em outro trabalho (Lleras 1978) do segundo autor.

É evidente, porém, que mais pesquisas, e estas mais pormenorizadas ainda, são necessários para uma completa elucidação do problema.

#### SUMMARY

The hypothesis that the more exposed the strata of a tree, the more xeric the conditions and thus the more xeroscleromorphic the structure of the leaves was here tested using *Pogonophora schomburgkiana*. It was found that from the base to the canopy of the tree, the number of stomata/mm<sup>2</sup> increased, the mesophyll became thicker, and the leaves decreased in size, these among other characters, that indicate xerophyly.

All of these character changes support the hypothesis tested.

#### BIBLIOGRAFIA CITADA

- LLERAS, E.  
1977 — Differences in Stomatal number per Unit Area Within the Same species

- under different Micro-environmental conditions: A working Hypothesis. *Acta Amazonica*, 7(4) : 473-476.
- 1978 — Aspectos básicos da Morfologia e Anatomia das folhas e sua relação com Parâmetros fisiológicos. In: *Anais do II Congresso Latino-Americano de Botânica* (no prelo).
- SALISBURY, E.S.  
1927 — On the causes and Ecological significance of Stomatal frequency with special reference to the Woodland Flora. *Phil. Trans. Royal Soc. London, Ser. B*, 216 : 1-65.
- SELLECK, G.W. & SHUPPERT, K.  
1957 — Some aspects of Microclimate in a Pine Forest and an Adjacent Prairie. *Ecology*, 38 : 650-653.
- SIEGEL, S.  
1956 — *Nonparametric statistics for the Behavioral Sciences*. New York, McGraw Hill. 312 p.

(Aceito para publicação em 21-06-78)