

ASPECTOS DA ANATOMIA FOLIAR DA PIMENTA-LONGA (*Piper hispidinervium* C.DC.) SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE LUMINOSIDADE¹

EDSON JOSÉ ARTIAGA DE SANTIAGO²
JOSÉ EDUARDO BRASIL PEREIRA PINTO³
EVARISTO MAURO DE CASTRO³
OSMAR ALVES LAMEIRA⁴
HERÁCLITO EUGÊNIO OLIVEIRA DA CONCEIÇÃO⁴
MANUEL LOSADA GAVILANES⁵

RESUMO - A *Piper hispidinervium* C.DC. (Piperaceae), popularmente conhecida como pimenta-longa, desenvolve-se em áreas degradadas de campos naturais do Estado do Acre, Brasil. Suas folhas contêm estruturas de secreção ricas em safrol, que é bastante utilizado pelas indústrias como agente de fragrâncias e sinergismo de inseticidas e herbicidas biodegradáveis, que constituem de 90 a 94% dos 3 a 4% dos óleos essenciais encontrados. Objetivou-se, neste trabalho, o estudo da anatomia foliar sob diferentes condições de ambiente (radiação): pleno sol ($1439\mu\text{Einstein.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), casa-de-vegetação ($885\mu\text{Einstein.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) e sub-bosque ($192\mu\text{Einstein.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$). Amostras de folha foram seccionadas em micrótomo rotativo, submetidas ao

processo de coloração com safrablau e preparadas em lâminas permanentes. Os cortes histológicos foram feitos nas porções medianas, entre o bordo e nervura mediana das folhas coletadas. O número de células foi maior na condição de sub-bosque, havendo redução do diâmetro polar e equatorial dos estômatos quando comparado nas condições de pleno sol e casa-de-vegetação, que não diferenciaram estatisticamente, mas foram influenciados pelo aumento da intensidade luminosa. O índice estomático está restritamente relacionado com as condições do ambiente na seguinte ordem: pleno sol, casa-de-vegetação e sub-bosque. Pelos dados, ratifica-se que a radiação solar influencia a diferenciação dos tecidos vegetais.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Anatomia, piperaceae, *Piper hispidinervium* C.DC, condições de luminosidade, safrol, estômatos.

ASPECTS OF LEAF ANATOMY OF LONG PEPPER (*Piper hispidinervium* C.DC.) UNDER DIFFERENT LIGHT CONDITIONS

ABSTRACT - *Piper hispidinervium* C.DC. (Piperaceae) is popularly known as long pepper, it develops in degraded areas of natural fields in the State of Acre, Brazil. In their leaves are secreting structures rich in safrole, which range from 90 to 94%, out of 3 to 4% of the essential oil found. The goal of this work was to study the leaf anatomy under different habit of cultivation: full sunshine ($1439\mu\text{Einstein.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$),

greenhouse ($885\mu\text{Einstein.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) and under bosky ($192\mu\text{Einstein.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$). The leaves were cut in microtome, submitted to the process of staining with safralblue and prepared on permanent slides. The histological sections were done on the median parts, between the edge and the median rib of the leaves collected. The number of cells was greater under the condition of under bosky, there being the reduction of

1. Parte da Dissertação apresentada à UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS – UFLA, Cx. P. 37, 37200.000 – Lavras, MG, pelo primeiro autor, para obtenção do grau de Mestre em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia.

2. Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Agronomia/Fitotecnia-UFLA; Pesquisador da EMBRAPA/Amazônia Oriental; Cx. P. 66095.100 - Belém, PA.

3. Engenheiro Agrônomo, PhD., do Departamento de Agricultura da UFLA.
4. Engenheiro Agrônomo, Pesquisador da EMBRAPA/Amazônia Oriental.
5. Biólogo, Mestre do Departamento de Biologia da UFLA.

the polar and equatorial diameter as compared with the other two habits which didn't differ statistically, but were influenced by the increase of light intensity. Stomata index is tightly related with the habit conditions

in the following order: full sunshine, greenhouse and under bosky. The habit conditions show that solar radiation influence both the growth and development of plant tissues.

INDEX TERMS: Anatomy, piperaceae, *Piper hispidinervium* C.DC, brightness conditions, safrole, stomata.

INTRODUÇÃO

A grande maioria das plantas aromáticas e medicinais é de ervas ou arbustos de consistência herbácea que vegetam pelos campos ou sub-bosques das matas. Umam adaptam-se mais na terra firme, outras, nas várzeas; umas são consideradas invasoras de áreas cultivadas, outras aparecem nas frestas dos muros da cidade. Assim sendo, caso se pretenda iniciar o cultivo de espécies espontâneas, torna-se indispensável a perfeita identificação dessas plantas.

A pimenta-longa (*Piper hispidinervium* C.DC. - Piperaceae) desenvolve-se normalmente em áreas de pousio (capoeiras), formando populações e dominantes de grande densidade sobre as demais espécies. Possui, em suas folhas, teores que variam de 90 a 94% do óleo essencial safrol. Com base em coletas de espécies desse gênero, constatou-se que a pimenta-longa constitui uma espécie promissora para a produção de safrol (Maia *et al.*, 1987).

Gavilanes (1981) relata que pesquisas de anatomia foliar podem conduzir a soluções para problemas relacionados com a multiplicação, melhoramento e cultura dos vegetais. Plantas nativas brasileiras que eventualmente possam vir a apresentar interesses econômicos carecem de pesquisas dessa natureza.

Apesar de todo o conhecimento acumulado sobre as características morfológicas e anatômicas das folhas das espécies amazônicas (Bonates, 1993), pouca atenção tem sido dada aos aspectos morfológicos da superfície das folhas. No entanto, é exatamente desses aspectos que depende, em grande parte, a adaptação das plantas ao seu ambiente, pois são as características químicas e/ou morfológicas da superfície foliar que condicionam, por exemplo, a quantidade de luz absorvida ou refletida, o grau de hidrofobia do órgão, a pressão de vapor do ar em contato com as folhas, a eficiência do órgão em defender-se de parasitas e patógenos, a quantidade de poluentes ou defensivos absorvida e, evidentemente, a magnitude da transpiração

cuticular (Martin & Juniper, 1970; Juniper & Jefre, 1983, citados por Salatino *et al.*, 1986).

Estudos ecofisiológicos que indiquem a influência dos fatores ambientais na distribuição, sobrevivência e desenvolvimento das espécies florestais e que auxiliem na compreensão de seu papel no ecossistema tornam-se, portanto, fundamentais (Pinto *et al.*, 1993). O cultivo de espécies vegetais em sistemas de produção, seja com finalidade econômica ou conservacionista, requer uma série de cuidados que dependem do conhecimento prévio de suas características fisiológicas e exigências ecológicas nas diversas etapas de seu ciclo vital.

Amo (1985) observou que as diferenças de luz quanto a sua intensidade têm, nas condições naturais, efeitos mais significativos no crescimento das plantas do que a sua qualidade, principalmente quanto ao acúmulo de matéria seca.

A estrutura da folha pode ser grandemente influenciada pelo nível de luz durante o crescimento. A capacidade de alterar a estrutura das folhas em resposta a diferentes níveis de luz é um atributo comum das espécies que apresentam amplo potencial de aclimação (Bjorkman, 1981). A adaptação da planta ao ambiente de luz depende do ajuste de seu aparelho fotossintético, de modo que a luminosidade ambiental seja utilizada de maneira mais eficiente possível. As respostas dessas adaptações serão refletidas no crescimento global da planta. Assim, a eficiência do crescimento pode ser relacionada à habilidade de adaptação das plântulas às condições de intensidade luminosa do ambiente.

Poucas publicações voltadas para a identificação botânica das espécies amazônicas referem-se às exigências edafoclimáticas e ao método de cultivo. A avaliação decorrente das condições de cultivo é uma base para a compreensão do processo de adaptação da espécie, assim como fator importante para o estabelecimento de um manejo eficiente para a condução de sistemas de produção comercialmente viáveis.

Não foram encontrados estudos relacionados com a anatomia das folhas de *Piper hispidinervium* em diferentes condições de ambiente. Sendo assim, com o presente trabalho objetivou-se principalmente observar a influência das diferentes condições de luminosidade na anatomia foliar de pimenta-longa.

MATERIAL E MÉTODOS

A pimenta-longa (*Piper hispidinervium* C.DC.) possui folhas que apresentam filotaxia alterna dística, são pecioladas e possuem estipulas caducas adnatas ao pecíolo, as quais sofrem abscisão nas proximidades do quarto nó, a partir do ápice. O pecíolo é curto e contorcido nas plantas adultas. O limbo é membranáceo ou cartáceo ovado ou elíptico-lanceolado com 5-10 (raro até 23cm) de comprimento, e 4-7cm de largura, sendo a área foliar média de 378mm², ápice curto e acuminado, com base assimétrico-arredondada ou cordiforme e margem inteira. As folhas são opacas em ambas as faces, sendo a abaxial fina e pubescente, com tricomas quase adpressos sobre as nervuras primárias e secundárias, secretores caducos (Nascimento, 1997).

As amostras foram processadas no Laboratório de Anatomia Vegetal do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras (MG).

As plantas de pimenta-longa provenientes de estacas foram desenvolvidas em três regiões diferentes. Neste trabalho, somente foram consideradas as condições de luminosidades nos ambientes sazonais. As folhas de pimenta longa, com seis meses de cultivo, foram coletadas por volta das 9 horas nas três diferentes condições de luminosidade.

a) Plantas desenvolvidas em casa-de-vegetação, Lavras, MG, a uma altitude de 900 metros, 21°14'06" de Latitude Sul e 45° de Longitude WGr.

b) Plantas desenvolvidas a pleno sol, nas áreas experimentais do Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental, EMBRAPA (1°27' S; 48°29' WGr. e 12,8m de altitude), Belém, PA;

c) Plantas desenvolvidas em sub-bosque, nas áreas experimentais do Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental, Belém, PA.

As condições de luminosidade incidente nas diferentes condições ambientais foram obtidas no horário matutino, entre 10-11 horas, durante o mês de outubro de 1997, utilizando-se os dados originados por um sensor de radiação acoplado a um porômetro de estado dinâmico, marca LI-COR e modelo LI 1600. Os

valores da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) foram os seguintes:

- a) Em casa-de-vegetação: 885μEinstein.m⁻².s⁻¹;
- b) A pleno sol: 1439μEinstein.m⁻².s⁻¹;
- c) Em sub-bosque: 192μEinstein.m⁻².s⁻¹.

Esses valores são médias obtidas durante o período de uma semana, fazendo-se três leituras diárias por tratamento.

O estudo anatômico foi realizado com materiais fixados, e a fixação, realizada no local de coleta, em F.A.A₇₀ (Johansen, 1940) por 72 horas e, posteriormente, conservado em álcool 70°GL. Foram utilizadas folhas adultas, coletadas no quinto nó, contadas a partir do nó apical, a fim de evitar dúvidas provenientes de eventuais casos de desenvolvimento heteroblástico Cavilanes, 1981).

Para o preparo de lâminas permanentes, amostras coletadas entre o bordo e a nervura mediana nas regiões basal, mediana e apical da folha foram incluídas em parafina após desidratação em série etílica (Johansen, 1940; Sass, 1951) e seccionadas com auxílio de um micrótomo rotativo, em séries orientadas transversalmente. Os cortes foram submetidos ao processo de coloração com safrablau (safranina-azul de astra) (Bukatsh, 1972).

Foram efetuados cortes paradérmicos na superfície abaxial e cortes transversais na região da nervura central, nos quais obtiveram-se avaliações relativas ao número médio de estômatos por mm², totalizando 120 campos avaliados, diâmetro polar e equatorial do estômato, assim como o índice estomático. As observações foram realizadas com auxílio de câmara clara adaptada a um microscópio Olympus CBB, segundo a técnica de Labouriau *et al.* (1961).

O número de estômatos e células epidérmicas por unidade de área é a base para a determinação do índice estomático (IE), que foi expresso em porcentagem e calculado pela fórmula:

$$IE = \frac{N^{\circ} \text{ de estômatos}}{N^{\circ} \text{ de estômatos} + N^{\circ} \text{ de célula epidérmica}} \cdot 100$$

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com três tratamentos e cinco repetições, sendo cada parcela constituída de três plantas. Os dados obtidos foram submetidos ao teste F e as médias contrastadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade (Banzatto & Kronka, 1995). As variáveis de respostas usadas foram:

- a) Número de células epidérmicas por mm^2 (CEL);
- b) Número de estômatos por mm^2 (EST);
- c) Diâmetro polar do estômato (μm) (DP);
- d) Diâmetro equatorial do estômato (μm) (DE);
- e) Índice estomático (IE).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em vista frontal, tanto a face adaxial como abaxial são constituídas de células irregulares quanto ao tamanho, com paredes espessas, sendo a adaxial de maior espessura, podendo ser retas (folhas a pleno sol) ou sinuosa (folhas a sub-bosque), orientada perpendicularmente ao comprimento foliar. Em corte transversal (Figura 1), a epiderme da face adaxial no tratamento a pleno sol e sub-bosque é constituída de três camadas de células retangulares, ao passo que no tratamento em casa-de-vegetação é constituída de duas camadas.

O parênquima clorofiliano no tratamento a pleno sol (Figura 1) compreende duas camadas de parênquima paliçádico e é constituído por células alongadas e justapostas com pequenos espaços intercelulares, características desse tecido, sendo diferenciado do parênquima lacunoso pela composição e organização das células nas condições de sub-bosque. Observa-se também a coesão das células parenquimáticas nas condições de casa-de-vegetação. Exceto nas condições de sub-bosque (Figura 1), observa-se que o parênquima paliçádico ocupa maior proporção do mesofilo que o lacunoso. De acordo com Fahn (1985) e Esau (1985), o

parênquima lacunoso apresenta uma organização mais variada que o paliçádico e, se este último é pluriestratificado, a camada mais interna apresenta forma e disposição cada vez mais parecida com o lacunoso, como observado em *Piper hispidinervium*.

Parênquima clorofiliano bem desenvolvido, apresentando o paliçádico e o lacunoso equiparados, células epidérmicas com paredes espessas, cutículas delgadas e estômatos em alta densidade e protegidos, são características encontradas em *Piper hispidinervium*, que poderiam ser entendidas, do ponto de vista ecológico, como uma adaptação dessa espécie às condições sazonais de diferentes luminosidades. No entanto, nas campinas amazônicas, a água não é o fator limitante do crescimento vegetal, devendo-se levar em consideração outros fatores ambientais que influenciam a estrutura foliar: luz, temperatura, tipo de solo e nutrientes (Araújo & Mendonça, 1998).

Pelos resultados da Tabela 1, verifica-se que o fator tratamento, referente às condições de ambiente, foi significativo a 5%, para a variável número de células (CEL), e a 1%, para números de estômatos (EST), ao passo que para as variáveis diâmetro polar (DP) e diâmetro equatorial (DE), não foi verificada significância para nenhum dos fatores do experimento, inferindo-se que essas variáveis não foram afetadas pelas condições de luminosidade, e nem pela posição nas diferentes regiões na folha nas condições em que o trabalho foi executado.

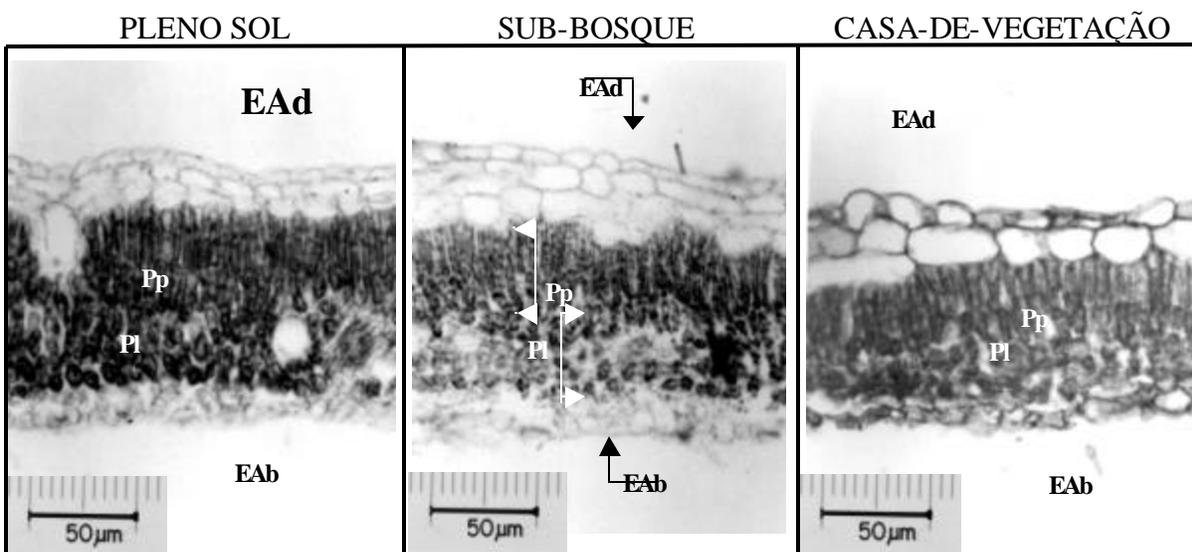


FIGURA 1 – Corte transversal da lâmina foliar de *Piper hispidinervium* sob diferentes condições de luminosidade. EAd-epiderme adaxial; EAb-epiderme abaxial; Pp-parênquima paliádico; Pl-parênquima lacunoso; IO-idioblásto oleífero (UFLA, Lavras, MG, 1999).

Pela aplicação do teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade (Tabela 2), observou-se que a condição sub-bosque propiciou um maior número de células em relação às condições de pleno sol e casa-de-vegetação, sendo que essas últimas não diferiram estatisticamente entre si. Para a variável estômatos, as condições pleno sol e casa-de-vegetação não diferiram entre si, tendo essas duas condições propiciado um maior número de estômatos quando comparadas com a condição de sub-bosque. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Voltan *et al.* (1992), que verificaram, em cultivares de cafeeiros, que o número de estômatos por unidade de área decresce literalmente com a diminuição do nível de luz. Para ambas as variáveis, não foi detectada significância do fator região da folha e de sua interação com os tratamentos.

Apesar de não haver diferença estatística entre as intensidades luminosas para as variáveis, diâmetro polar e equatorial, pelos dados, verifica-se uma tendência de apresentar células menores em relação a pleno sol e casa-de-vegetação, comparados com as condições de sub-bosque. Medri & Lleras (1980) concluem que o espessamento das paredes das células

epidérmicas é uma adaptação à perda excessiva de água nos estratos mais xerofíticos da árvore. Em *Piper hispidinervium*, pode-se relacionar esse espessamento à alta intensidade luminosa, possivelmente por causa do aumento da atividade fotossintética. Chazdon & Kaufman (1993), estudando duas espécies congênicas de *Piper*, observaram que a capacidade fotossintética estava correlacionada com a espessura do mesofilo.

Para a variável índice estomático (IE), observa-se, na Tabela 1, que o fator tratamento foi significativo ($P < 0,01$), juntamente com a interação Tratamento X Corte ($P < 0,05$). Pelo desdobramento das médias dos tratamentos dentro de cada posição de corte na folha, observa-se, pela Tabela 3, que para o corte da folha na posição-base, a condição de casa-de-vegetação apresentou o maior índice estomático, seguida da condição a pleno sol e de sub-bosque. Para o corte feito no meio da folha, na condição a pleno sol, foi verificado maior índice estomático, seguido das condições casa-de-vegetação e sub-bosque e essas não diferiram estatisticamente entre si. Para o corte no ápice da folha, verificou-se superioridade das condições a pleno sol e casa-de-vegetação, seguida da condição sub-bosque.

TABELA 1 – Resumo da análise de variância para número de células (CEL), estômatos (EST), diâmetro polar (DP), diâmetro equatorial (DE) e índice estomático (IE), obtidos na avaliação de folhas de *Piper hispidinervium* C.DC. sob diferentes condições de luminosidade (UFLA, Lavras, MG, 1999).

FV	GL	Quadrado médio				
		CEL	EST	DP	DE	IE
TRAT (T)	2	9,079*	1545,053**	45,904 ^{ns}	10,156 ^{ns}	50,164**
Erro a	12	4,949	110,991	34,495	8,097	3,345
Região da folha (C)	2	0,429 ^{ns}	145,584 ^{ns}	6,272 ^{ns}	2,281 ^{ns}	2,449 ^{ns}
Erro b	8	4,412	27,451	2,868	1,994	2,576
T x C	4	4,508 ^{ns}	59,155 ^{ns}	7,552 ^{ns}	1,028 ^{ns}	4,724*
Erro c	16	1,746	111,089	5,430	1,896	4,267
Média geral		73,10	136,479	39,844	25,392	64,727

CV (%)	1,81	7,72	5,85	5,42	3,19
--------	------	------	------	------	------

^{ns} não significativo.

**significativo a 1% de probabilidade.

*significativo a 5% de probabilidade.

TABELA 2 – Quadro de médias para o fator tratamento, número de células (CEL), estômatos (EST), diâmetro polar (DP) e diâmetro equatorial (DE) obtidos na avaliação de folhas de *Piper hispidinervium* C.DC. sob diferentes condições de luminosidade (UFLA, Lavras, MG, 1999).

Condição de luminosidade	Variável			
	CEL (nº/mm ²)	EST (nº/mm ²)	DP (µm)	DE (µm)
Pleno sol	72,48 b ¹	141,35 a	40,22 a	25,24 a
Sub-bosque	73,69 a	126,62 b	39,42 a	24,70 a
Casa-de-vegetação	72,57 b	140,60 a	39,88 a	25,21 a

¹ As médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

TABELA 3 – Quadro de médias para o índice estomático (IE), obtido na avaliação de folhas de *Piper hispidinervium* C.DC., sob diferentes condições de luminosidade (UFLA, Lavras, MG, 1999).

Posição do corte	Condição de luminosidade		
	Pleno sol	Casa-de-vegetação	Sub-bosque
Base	64,76 a ¹ B ²	66,69 a A	62,52 a C
Meio	66,16 a A	64,62 a B	63,22 a B
Ápice	66,43 a A	65,73 a A	63,49 a B

As médias seguidas pela mesma letra minúscula¹ nas colunas e maiúscula² nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Essas observações estão em consonância com as realizadas por Oliveira (1996) em plantas jovens de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Schum - Sterculiaceae). Para o desdobramento das médias de corte dentro de cada tratamento, não foram detectadas diferenças significativas ($Pr > 0,05$). As diferenças observadas no índice estomático da pimenta-longa sob diferentes condições de luminosidade foram semelhantes às detectadas para *Guarea guidonea* (L.) Sleumer, sob diferentes porcentagens de sombreamento (Castro *et al.*, 1998).

A intensidade de luz pode induzir diferentes graus de xeromorfia ou intensificar características xeromorfas, confirmam os relatos de Withner *et al.* (1974) e Bonates (1993). Inúmeros dados experimentais citados na literatura mostram que o aumento na intensidade da radiação solar influencia a divisão celular, o crescimento e a diferenciação celular, promovendo os seguintes efeitos: alongamento das células e produção de pigmentos e açúcares com o aumento da pressão osmótica. De acordo com considerações feitas por Rizzini (1995), a diferenciação das células no parênquima

paliçádico depende estritamente da luz solar e guarda proporção com a intensidade luminosa.

Os resultados obtidos neste trabalho não podem ser conclusivos em relação ao grau de plasticidade fenotípica apresentado pela espécie ou mesmo à maior adaptabilidade da planta neste ou naquele ambiente. Faz-se necessária uma análise mais detalhada da anatomia foliar com estudos mais abrangentes, incluindo parâmetros que não foram aqui considerados, tais como: relações superfície-volume foliar, densidade de venação da lâmina, quantificação do xilema e espessura das paredes celulares, do mesofilo, do parênquima paliçádico e lacunoso e da epiderme.

CONCLUSÕES

Nas condições de ambiente estudadas, *Piper hispidinervium* apresenta diferenças anatômicas aparentes em microscopia de luz entre as folhas.

As observações contabilizadas neste trabalho permitem que sejam emitidas as seguintes conclusões:

a) O número de células, de estômatos e o índice estomático são influenciados significativamente pelas condições de intensidade luminosas. O aumento dessa intensidade influencia o diâmetro polar e o equatorial;

b) O número de células é maior na condição de sub-bosque, havendo redução do diâmetro polar e equatorial dos estômatos quando comparados com os outros dois tratamentos, que não diferenciaram significativamente;

c) O número de estômatos é superior nas condições de pleno sol e de casa-de-vegetação;

e) As condições de ambiente mostram que a radiação solar influencia o crescimento e o desenvolvimento dos tecidos vegetais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMO, S.R. del. Alguns aspectos de la influencia de la luz sobre el crecimiento de estados juveniles de especies primárias. In: GOMES-POMPA, A.L. **Renovación de selvas**. México: Alhambra Mexicana, 1985. p.79-90.
- ARAÚJO, M.G.P. de; MENDONÇA, M.S. de. Escleromorfismo foliar de *Aldina heterophylla* Spruce ex Benth (Leguminosae: Papilionoideae) em três campinas da Amazônia Central. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 28, n.4, p.353-371, nov. 1998.
- BANZATTO, D.A.; KRONKA, S. do N. **Experimentação agrícola**. 3. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 247 p.
- BJORKMAN, O. Responses to different quantum flux densities. In: LANGE, O.L.; NOBEL, P.S.; OSMOND, C.B.; ZIEGLER, H. (Ed.). **Encyclopedia of plant physiology: physiological plant ecology I**. New York: Springer-Verlag, 1981. v.12, p.57-107. New series.
- BONATES, L.M.C. Estudos ecofisiológicos de Orchidaceae da Amazônia, II. Anatomia ecológica foliar de espécies com metabolismo CAM de uma campina da Amazônia Central. **Acta Amazônica**, Manaus, v.23, n. 4, p.315-348, dez. 1993.
- BUKATSH, F. Benerkemgem zeir doppelfarbing astrablau-safranina. **Microkosmos**, Stuttgart, v.61, p. 255, Nov. 1972.
- CASTRO, E.M. de; GAVILANES, M.L.; ALVARENGA, A.A. *et al.* Aspectos da anatomia foliar de mudas de *Guarea guidonea* (L.) Sleumar sob diferentes níveis de sombreamento. **Daphne**, Belo Horizonte, v.8, n.4, p.31-35, ago. 1998.
- CHAZDON, R.L.; KAUFMAN, S. Plasticity of leaf anatomy of two forest shrubs in relation to photosynthetic light acclimation. **Functional Ecology**, Oxford, v.7, p.385-394, May 1993.
- ESAU, K. **Anatomia vegetal**. Tradução de Dr. José Pons Rossel. 3. ed. Barcelona: Omega, 1985. 779p. Título original: Plant anatomy.
- FAHN, A. **Anatomia vegetal**. Tradução de Javier Fernandez Casas, Fernando Garcia Arenal e Joaquin Fernandez Pérez. Madrid: Pirâmide, 1985. 599p. Título original: Plant anatomy.
- GAVILANES, M.L. **Anatomia e nervação foliar de espécies nativas do gênero *Gomphera* L. (Amaranthaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil**. 1981. 146 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- JOHANSEN, D.A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw-Hill, 1940. 523p.
- LABOURIAU, L.G.; OLIVEIRA, J.C.; SALGADO-LABOURIAU, M.L. Transpiração de *Shizolobium parahyba* (Vell.) Toledo. I. Comportamento na estação

chuvosa, nas condições de Caeté, Minas Gerais, Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.33, n.2, p.237-258, jun. 1961.

MAIA, J.G.S.; SILVA, M.I. da; LUZ, A.I.R.; *et al.* Espécies de *Piper* da Amazônia ricas em Safrol. **Química Nova**, São Paulo, v.10, n.3, p.200-204, maio 1987.

MEDRI, M.E.; LLERAS, E. Ecofisiologia de plantas da Amazônia. Anatomia foliar e ecofisiologia de *Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl. (Castanha-do-Pará) - Lecythidaceae. **Acta Amazônica**, Manaus, v.9, n.1, p. 15-23, ago. 1980.

NASCIMENTO, M.E. **Aspectos anatômicos dos órgãos vegetativos de *Piper hispidinervium* C.DC. (Piperaceae) e suas estruturas secretoras.** 1997. 78 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Ambiental) – Universidade Federal do Pará, Belém.

OLIVEIRA, M.N.S. de. **Comportamento fisiológico de plantas de acerola, carambola, pitanga, cupuaçu, graviola, pupunha e biribá em função da baixa disponibilidade de água no solo.** 1996. 67 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PINTO, M.; VARELA, V.P.; BATALHA, L.F.P. Influência do sombreamento no desenvolvimento de

mudas de louro (*Licaria canela* (Meiss.) Kosterm.). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 23, n. 4, p.397-402, nov. 1993.

RIZZINI, C.T.; MORS, W.B. **Botânica econômica brasileira.** 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 1995. 248p.

SALATINO, A.; MONTENEGRO, G.; SALATINO, M.L.F. Microscopia eletrônica de varredura de superfícies foliares de espécies lenhosas do cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.9, p.117-124, dez.1986.

SASS, J.E. **Botanical microtechnique.** 2. ed. Iowa: Iowa State College Press, 1951. 228p.

VOLTAN, R.B.Q.; FAHL, J.I.; CARELLI, M.L.C. Variação na anatomia foliar de cafeeiros submetidos a diferentes intensidades luminosas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, São Carlos, v.4, n.2, p.99-105, nov. 1992.

WITHNER, C.L.; NELSON, P.K.; WEJKSNORA, P.J. The anatomy of orchids. In: WITHNER, C.L. (Ed.). **The orchids, scientific studies.** New York: J. Wiley, 1974. p.347-367.