

Morfoanatomia das brácteas em *Heliconia* (Heliconiaceae) ocorrentes no Estado de São Paulo, Brasil

Daniela Guimarães Simão^{1,2} e Vera Lucia Scatena¹

Recebido em 10/01/2003. Aceito em 18/08/2003

RESUMO – (Morfoanatomia das brácteas em *Heliconia* (Heliconiaceae) ocorrentes no Estado de São Paulo, Brasil). Foram estudados os caracteres morfoanatômicos das brácteas em *H. rivularis*, *H. spathocircinata* e *H. velloziana* (subg. *Heliconia*) e em *H. angusta*, *H. hirsuta* e *H. subulata* subsp. *gracilis* (subg. *Stenochlamys*), ocorrentes no Estado de São Paulo. As espécies do subg. *Heliconia* apresentam brácteas cimbfiformes, enquanto as do subg. *Stenochlamys* apresentam brácteas lanceolado-conduplicadas. Todas as espécies apresentam brácteas com epiderme unisseriada, com células de paredes finas, estômatos tetracíticos em *H. hirsuta* e *H. subulata* e policíticos nas demais espécies; feixes vasculares e canais de ar distribuídos em forma de arco; e feixes de fibras situados próximos à superfície abaxial. A forma das brácteas, associada à distribuição e localização dos feixes de fibras na região abaxial e ao tamanho dos canais de ar no mesofilo difere nos dois subgêneros estudados, constituindo caracter de valor taxonômico. Foi elaborada uma chave de identificação usando os caracteres morfoanatômicos.

Palavras-chave: anatomia, morfologia, brácteas, *Heliconia*, Heliconiaceae

ABSTRACT – (Morphology and anatomy of the bracts in *Heliconia* (Heliconiaceae), occurring in the São Paulo State, Brazil). The morphological and anatomical features of the inflorescence bracts were studied in *H. rivularis*, *H. spathocircinata* and *H. velloziana* (subg. *Heliconia*) and in *H. angusta*, *H. hirsuta* and *H. subulata* subsp. *gracilis* (subg. *Stenochlamys*). All species are found in São Paulo State. In the subg. *Heliconia* the bracts are cymbiform and in *Stenochlamys* they are lanceolate-conduplicated. All species have bracts with uniseriate epidermis, with thin-walled cells, tetracytical stomata in *H. hirsuta* and *H. subulata*, and polycyctical in the others; the vascular bundles and air canals are distributed in arc-shaped and the fiber bundles are situated close to the abaxial surface. The bract shape, associated with the distribution of the fiber bundles and with the size of the air canals were different in both studied subgenera. An identification key was made based on morphological and anatomical features.

Key words: anatomy, morphology, bracts, *Heliconia*, Heliconiaceae

Introdução

A família Heliconiaceae apresenta 200 a 250 espécies de ocorrência neotropical, embora ocorra um pequeno grupo paleotropical, cerca de seis espécies, nas ilhas do Pacífico Sul (Kress 1990a; Andersson 1998). Existem cerca de 40 espécies nativas no Brasil, com alto grau de endemismo na floresta atlântica costeira, que juntamente com a bacia do rio Amazonas, correspondem às áreas primárias de distribuição do gênero no país (Kress 1990b).

As inflorescências de *Heliconia* são tirsiformes, cada inflorescência parcial correspondendo a um cincino (Dahlgren *et al.* 1985; Andersson 1998). Nas espécies neotropicais os cincinos são envoltos por brácteas de coloração viva, enquanto nas espécies paleotropicais as brácteas são verdes, sendo que a coloração está relacionada às síndromes de polinização,

ornitofilia e quiropterofilia, respectivamente (Dahlgren *et al.* 1985; Berry & Kress 1991; Andersson 1998). As brácteas também protegem botões florais e frutos em desenvolvimento (Endress 1994).

Em *Heliconia* as brácteas podem ser cimbfiformes ou lanceolado-conduplicadas, sendo um dos caracteres importantes na separação dos quatro subgêneros existentes em Heliconiaceae: *Taeniostrobos* Kuntze (Griggs); *Griggsia* Andersson; *Stenochlamys* Baker e *Heliconia* (Andersson 1981; 1985; 1992). Os subgêneros *Stenochlamys* e *Heliconia* apresentam o maior número de espécies distribuídas no Brasil (Kress 1990b; Andersson 1992).

Estudos anatômicos das brácteas realizados com espécies de monocotiledôneas, como em Eriocaulaceae e Bromeliaceae (Tomlinson 1969) mostram que as brácteas constituem importante caracter taxonômico. Em *Heliconia*, Andersson (1985; 1992), utilizando a

¹ Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, UNESP, C. Postal 199, Av. 24-A, 1515, Bela Vista, CEP 13506-900, Rio Claro, SP, Brasil

² Autor para correspondência: dgsimao@hotmail.com

anatomia como ferramenta para a diferenciação dos subgêneros, mostrou que espécies com brácteas cimbiformes geralmente apresentam canais de ar grandes e numerosos feixes de fibras próximos à superfície abaxial. Já as espécies com brácteas lanceoladas apresentam canais de ar pequenos e número reduzido de feixes de fibras próximos à superfície abaxial.

O presente trabalho tem como objetivo caracterizar a morfoanatomia das brácteas em seis espécies de *Heliconia* pertencentes a dois subgêneros, encontrados no Estado de São Paulo: *H. rivularis* L. Emygd. & E. Santos, *H. spathocircinata* Aristeg. e *H. velloziana* L. Emygd. (subg. *Heliconia*) e *H. angusta* Vell., *H. hirsuta* L. f. e *H. subulata* subsp. *gracilis* (Peters.) Anderss. (subg. *Stenochlamys*). As diferenças anatômicas entre as espécies poderão ser utilizadas na identificação desses representantes, complementando as informações já conhecidas para *Heliconia*.

Material e métodos

As espécies de *Heliconia* foram coletadas em quatro áreas do Estado de São Paulo. No Núcleo Picinguaba, Parque Estadual da Serra do Mar, município de Ubatuba, foram coletadas *Heliconia angusta*, *H. rivularis*, *H. spathocircinata* e *H. velloziana*. Na Base Saibadela, Parque Estadual Intervales, município de Sete Barras, foram coletadas *H. spathocircinata* e *H. velloziana*. Na Fazenda Palmital, propriedade particular, município de Amparo, foi coletada *H. subulata* subsp. *gracilis*. No Jardim Botânico Municipal de Bauru coletou-se *H. hirsuta*. Todas as espécies ocorrem em ambientes úmidos, no subosque de floresta atlântica costeira ou floresta estacional semidecidual, exceto *H. hirsuta* encontrada a pleno sol, nas proximidades de um cerradão.

As exsicatas estão depositadas no Herbarium Rioclarense (HRCB), Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, sob as seguintes especificações: *H. angusta*: **BRASIL. São Paulo:** Ubatuba, 13/X/1996, *Simão et al. 14*; Ubatuba, 13/X/1996, *Simão et al. 15*. *H. hirsuta*: **BRASIL. São Paulo:** Bauru, 13/V/2001, *Simão & Mantovani 69*. *H. subulata* subsp. *gracilis*: **BRASIL. São Paulo:** Amparo, 27/IX/2001, *Simão & Cardoso 91*. *H. rivularis*: **BRASIL. São Paulo:** Ubatuba, 20/III/1998, *Simão & Mantovani 25*; Ubatuba, 5/II/2002, *Simão et al. 111*. *H. spathocircinata*: **BRASIL. São Paulo:** Sete Barras, 13/I/2001, *Zipparro 1850*; Ubatuba, 4/II/2002, *Simão et al. 107*. *H. velloziana*: **BRASIL. São Paulo:**

Ubatuba, 25/III/1996, *Simão et al. 4*; Ubatuba, 14/X/1996, *Simão et al. 16*.

As brácteas foram fixadas em FAA 50 e posteriormente mantidas em etanol 70% (Johansen 1940). Para o estudo anatômico, foi selecionada a região mediana das brácteas basais, em pelo menos cinco indivíduos de cada espécie. Nestas amostras, foram realizadas secções à mão livre, transversais e paradérmicas, coradas com fucsina básica e azul de astra (Roeser 1972) e montadas em gelatina glicerinada. Amostras das brácteas também foram desidratadas em série etílica, incluídas em resina (glicol-metacrilato JB4/ Polysciences), seccionadas em micrótomato rotatório, coradas com azul de toluidina e fucsina básica (Kraus & Arduin 1997) e montadas em Entellan. Foram realizados testes histoquímicos para detecção de substâncias pécticas (Sass 1951), fenóis e lignina (Johansen 1940) e amido (Bücherl 1962).

Resultados

Heliconia rivularis (Fig. 1), *H. spathocircinata* (Fig. 2, 3) e *H. velloziana* (Fig. 4) apresentam inflorescências com brácteas cimbiformes, enquanto que em *H. angusta* (Fig. 5), *H. hirsuta* (Fig. 6) e *H. subulata* subsp. *gracilis* (Fig. 7) as brácteas são lanceolado-conduplicadas. Em relação à orientação das brácteas, em *H. rivularis* (Fig. 1) e *H. spathocircinata* (Fig. 2, 3) as brácteas estão dispostas em espiral; as demais espécies apresentam brácteas dísticas (Fig. 4-7). As margens das brácteas são planas, exceto em *H. spathocircinata* (Fig. 2, 3) com margens involutas. Esta última espécie e *H. rivularis* (Fig. 1) apresentam brácteas com ápice circinado. Em todas as espécies a coloração externa e interna das brácteas varia desde amarela até rósea, sendo que *H. spathocircinata* apresenta variação na coloração (Tab. 1). As flores podem estar parcial ou totalmente expostas nas brácteas (Tab. 1).

Nos diagramas das secções transversais das brácteas observa-se o mesmo padrão anatômico para todas as espécies: distribuição periférica abaxial de feixes de fibras, e canais de ar e feixes vasculares distribuídos em arcos no mesofilo (Fig. 8-15).

Os feixes de fibras estão localizados próximos à face abaxial, sendo que em algumas espécies eles se alternam com feixes vasculares (Fig. 11, 12, 14, 15). Em *H. rivularis* (Fig. 8, 9), *H. velloziana* (Fig. 10) e *H. spathocircinata* (Fig. 11, 12) estes feixes de fibras estão distribuídos muito próximos uns dos outros, em grande quantidade, e com localização bem próxima à



Figuras 1-4. Inflorescências de *Heliconia*, subg. *Heliconia*. 1. *Heliconia rivularis*, com brácteas cimbiformes, dispostas em espiral, com perianto totalmente exposto. 2. *Heliconia spathocircinata*, com brácteas cimbiformes, dispostas em espiral, com perianto parcialmente exposto. 3. *Heliconia spathocircinata*, com brácteas cimbiformes, dispostas em espiral, com perianto parcialmente exposto. 4. *Heliconia velloziana*, com brácteas cimbiformes, dísticas, com perianto parcialmente exposto.

epiderme abaxial. Em *H. hirsuta* (Fig. 14) a distribuição dos feixes de fibras é espaçada, enquanto em *H. angusta* (Fig. 13) e *H. subulata* (Fig. 15) ocorrem poucos feixes de fibras. A localização das fibras nestas três últimas espécies é mais distante da epiderme abaxial (Fig. 13-15), quando comparada com as anteriores (Fig. 8-12).

Os canais de ar estão distribuídos na forma de arco, em toda a extensão da bráctea, exceto nas extremidades, como pode ser observado em *H. rivularis* (Fig. 8).

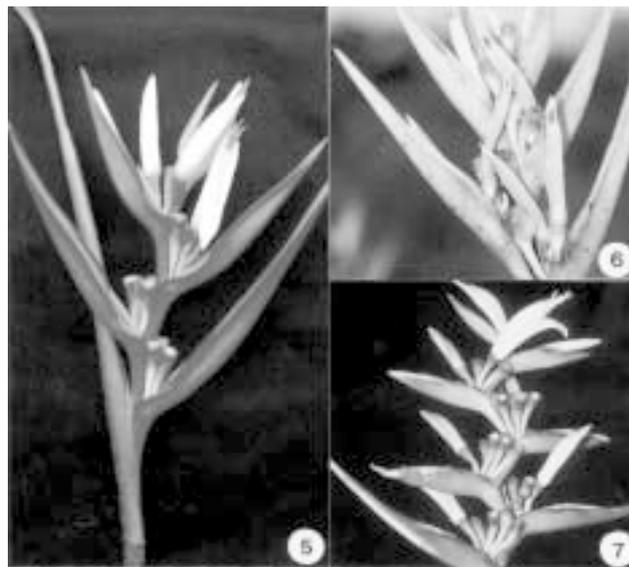
Os feixes vasculares estão dispostos em um arco principal, que se alterna com os canais de ar, e em outro arco abaxial, formado por uma a duas séries de feixes vasculares menores (Fig. 8-15).

Em vista frontal da epiderme observa-se que os estômatos são tetracíticos em *H. hirsuta* (Fig. 17) e *H. subulata* (Fig. 18), enquanto nas demais espécies são policíticos, com até quatro células laterais e quatro células polares (Fig. 16, 19, 20). Ocorrem nas duas faces da epiderme, com maior freqüência na face abaxial. Em *H. subulata* não ocorrem estômatos na face adaxial.

As demais células epidérmicas possuem formato variado, ocorrendo desde isodiamétricas até retangulares, com predomínio deste último formato na maioria das espécies (Fig. 16-20). As células epidérmicas formam fileiras no sentido longitudinal do comprimento da bráctea, em ambas as faces, e apresentam paredes estreitas. Na face abaxial intercalam-se com estômatos de forma bem regular, como em *H. hirsuta* (Fig. 17) ou menos regular, como em *H. rivularis* (Fig. 16).

Em *H. rivularis* (Fig. 16), *H. spathocircinata* e *H. velloziana* foram observados tricomas pluricelulares, em sua maioria, na superfície abaxial.

Em secções transversais do mesofilo, observa-se que as células parenquimáticas do mesofilo, situadas próximas à face abaxial, são arredondadas, sendo mais alongadas na região adaxial como observa-se em *H. subulata* (Fig. 24).



Figuras 5-7. Inflorescências de *Heliconia*, subg. *Stenochlamys*. 5. *Heliconia angusta*, com brácteas lanceolado-conduplicadas, dísticas, com flores totalmente expostas. 6. *Heliconia hirsuta*, com brácteas lanceolado-conduplicadas, dísticas, com flores totalmente expostas. 7. *Heliconia subulata* subsp. *gracilis* com brácteas lanceolado-conduplicadas, dísticas, com flores totalmente expostas.

Tabela 1. Caracteres morfoanatômicos das brácteas em *Heliconia* ocorrentes no Estado de São Paulo.

Caracteres	Espécies					
	Subgênero <i>Heliconia</i>			Subgênero <i>Stenochlamys</i>		
	<i>H. rivularis</i>	<i>H. spathocircinata</i>	<i>H. velloziana</i>	<i>H. hirsuta</i>	<i>H. subulata</i> subsp. <i>gracilis</i>	<i>H. angusta</i>
Formato das brácteas	cimbiformes	cimbiformes	cimbiformes conduplicadas	lanceolado- conduplicadas	lanceolado- conduplicadas	lanceolado- conduplicadas
Orientação das brácteas	espiraladas	espiraladas	dísticas	dísticas	dísticas	dísticas
Margens das brácteas	planas	involutas	planas	planas	planas	planas
Ápice das brácteas	ligeiramente circinado	circinado	plano	plano	plano	plano
Coloração externa das brácteas	laranja- avermelhadas	laranja- avermelhadas amarelas com margens vermelhas	vermelho- alaranjadas	alaranjadas	róseas	vermelho- rosadas
Coloração interna das brácteas	alaranjada	amarelada	vermelho- alaranjadas	alaranjadas	róseas	vermelho- rosadas
Exposição das flores nas brácteas	perianto totalmente exposto	perianto parcialmente exposto	perianto parcialmente exposto	flores totalmente expostas	flores totalmente expostas	flores totalmente expostas
Distribuição dos feixes de fibras no mesofilo	feixes de fibras próximos uns dos outro	feixes de fibras próximos uns dos outro	feixes de fibras próximos uns dos outro	vários feixes de fibras espaçados	poucos feixes de fibras espaçados	poucos feixes de fibras espaçados
Localização dos feixes de fibras no mesofilo	bem próximo à epiderme abaxial	bem próximo à epiderme abaxial	bem próximo à epiderme abaxial	distante da epiderme abaxial	distante da epiderme abaxial	distante da epiderme abaxial
Distribuição dos canais de ar no mesofilo	grande parte	grande parte	grande parte	pequena parte	pequena parte	pequena parte
Estômatos	policíticos	policíticos	policíticos	tetracíticos	tetracíticos	policíticos
Tricomas pluricelulares	presentes	presentes	presentes	ausentes	ausentes	ausentes

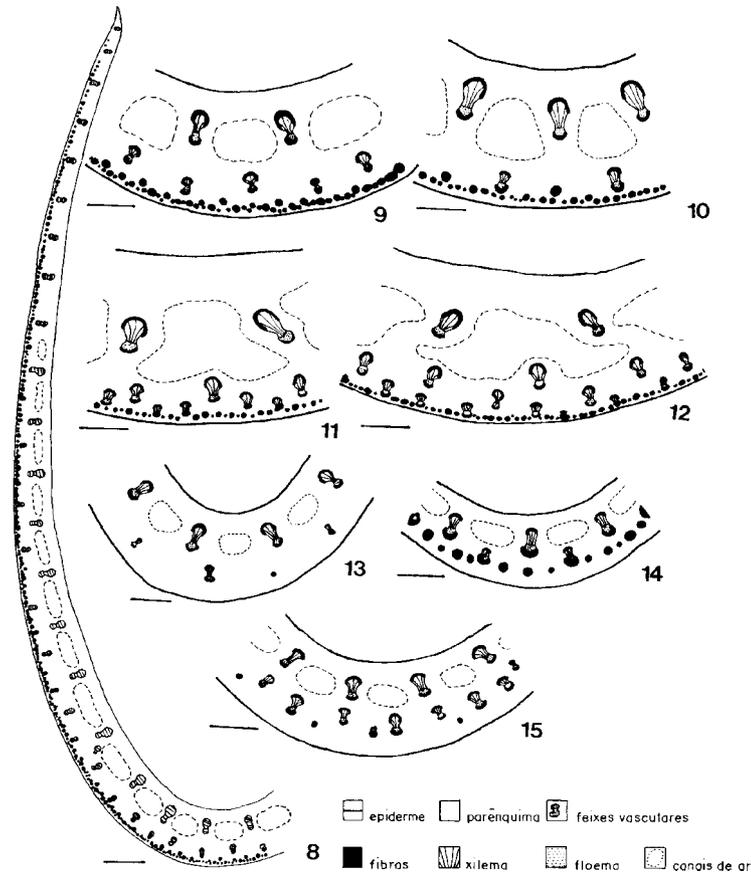
O mesofilo de *H. rivularis* (Fig. 8, 9), *H. velloziana* (Fig. 10) e *H. spathocircinata* (Fig. 11, 12) é ocupado em grande parte pelos canais de ar, diferentemente das outras três espécies (Fig. 13-15) que apresentam canais de ar menores. Estes canais de ar formam compartimentos delimitados por diafragmas, que por sua vez são constituídos por células braciiformes, como pode ser observado em *H. spathocircinata* (Fig. 21). Quando a secção passa no canal, entre as células braciiformes, observa-se apenas a lacuna (Fig. 22-24).

Geralmente são encontrados idioblastos contendo ráfides nas células braciiformes (Fig. 21) e em todo o mesofilo, principalmente na porção abaxial próxima aos feixes de fibras, como pode ser observado em *H. hirsuta* e *H. subulata* (Fig. 25, setas).

Os feixes vasculares são colaterais e diferem entre si pela quantidade de tecidos que os constituem

e quantidade de fibras a eles associados. São envolvidos externamente pela endoderme e internamente apresentam calotas de fibras pericíclicas externas ao xilema e ao floema (Fig. 21-25). Os feixes vasculares próximos aos canais de ar são mais alongados do que os demais, e parcialmente envoltos por fibras, que formam arcos sobre o floema e, em menor quantidade sobre o xilema (Fig. 21, 23, 24). Já os feixes vasculares próximos à superfície abaxial são menores e apresentam maior quantidade de fibras, principalmente junto ao floema (Fig. 21, 23, 24). Alguns feixes próximos à epiderme abaxial são completamente envoltos por fibras.

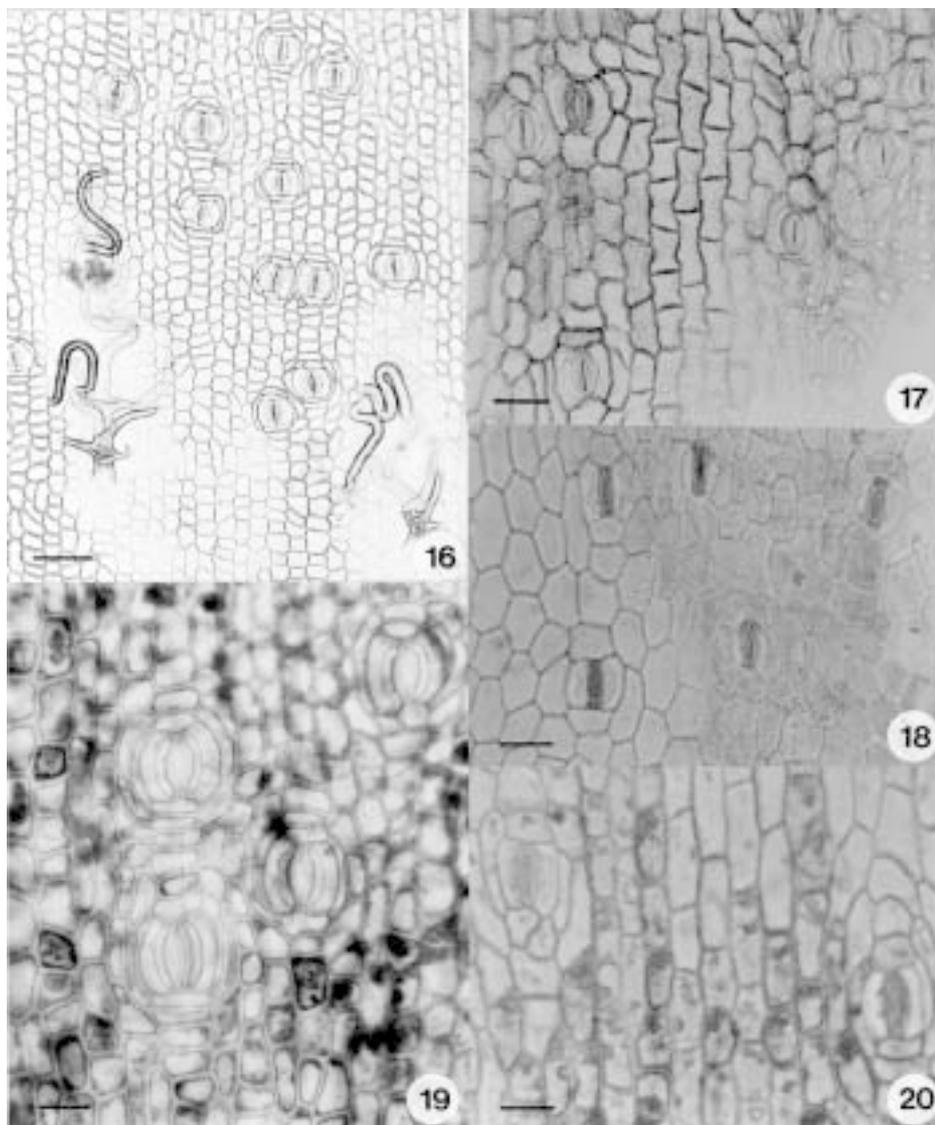
Os caracteres morfológicos e anatômicos das brácteas estão agrupados na Tabela 1. A partir destes caracteres, elaborou-se uma chave de identificação, apresentada a seguir.



Figuras 8-15. Diagramas das secções transversais da região mediana, das brácteas basais em espécies de *Heliconia*. 8, 9. *Heliconia rivularis*. Barra em 8 = 1,0mm. 10. *Heliconia velloziana*. 11. *Heliconia spathocircinata* variedade de brácteas alaranjadas. 12. *Heliconia spathocircinata* variedade de brácteas amarelas. 13. *Heliconia angusta* 14. *Heliconia hirsuta*. Barras em 9-14 = 0,5mm. 15. *Heliconia subulata* subsp. *gracilis*. Barra = 1,0mm.

Chave de identificação das espécies de *Heliconia* ocorrentes no Estado de São Paulo, baseada nos caracteres morfoanatômicos das brácteas

1. Brácteas cimbfiformes; flores parcialmente expostas nas inflorescências; feixes de fibras próximos uns dos outros na região abaxial, junto à epiderme abaxial; canais de ar ocupando grande parte do mesofilo; tricomas pluricelulares presentes nas brácteas
 2. Brácteas dísticas *H. velloziana*
 2. Brácteas em espiral
 3. Margens planas; perianto totalmente à mostra *H. rivularis*
 3. Margens involutas na região proximal; perianto parcialmente à mostra
 4. Brácteas laranja-avermelhadas *H. spathocircinata*
 4. Brácteas amarelas com margens vermelhas *H. spathocircinata*
1. Brácteas lanceolado-conduplicadas; flores totalmente expostas nas inflorescências; feixes de fibras espaçados uns dos outros na região abaxial, nas proximidades da epiderme abaxial; canais de ar ocupando pequena parte do mesofilo; tricomas pluricelulares ausentes nas brácteas
 5. Mais de três feixes de fibras na região mediano-abaxial das brácteas *H. hirsuta*
 5. Até três feixes de fibras na região mediano-abaxial das brácteas
 6. Um feixe de fibras na região mediano-abaxial; estômatos em ambas as faces *H. angusta*
 6. Três feixes de fibras na região mediano-abaxial; estômatos somente na face abaxial
 - *H. subulata* subsp. *gracilis*



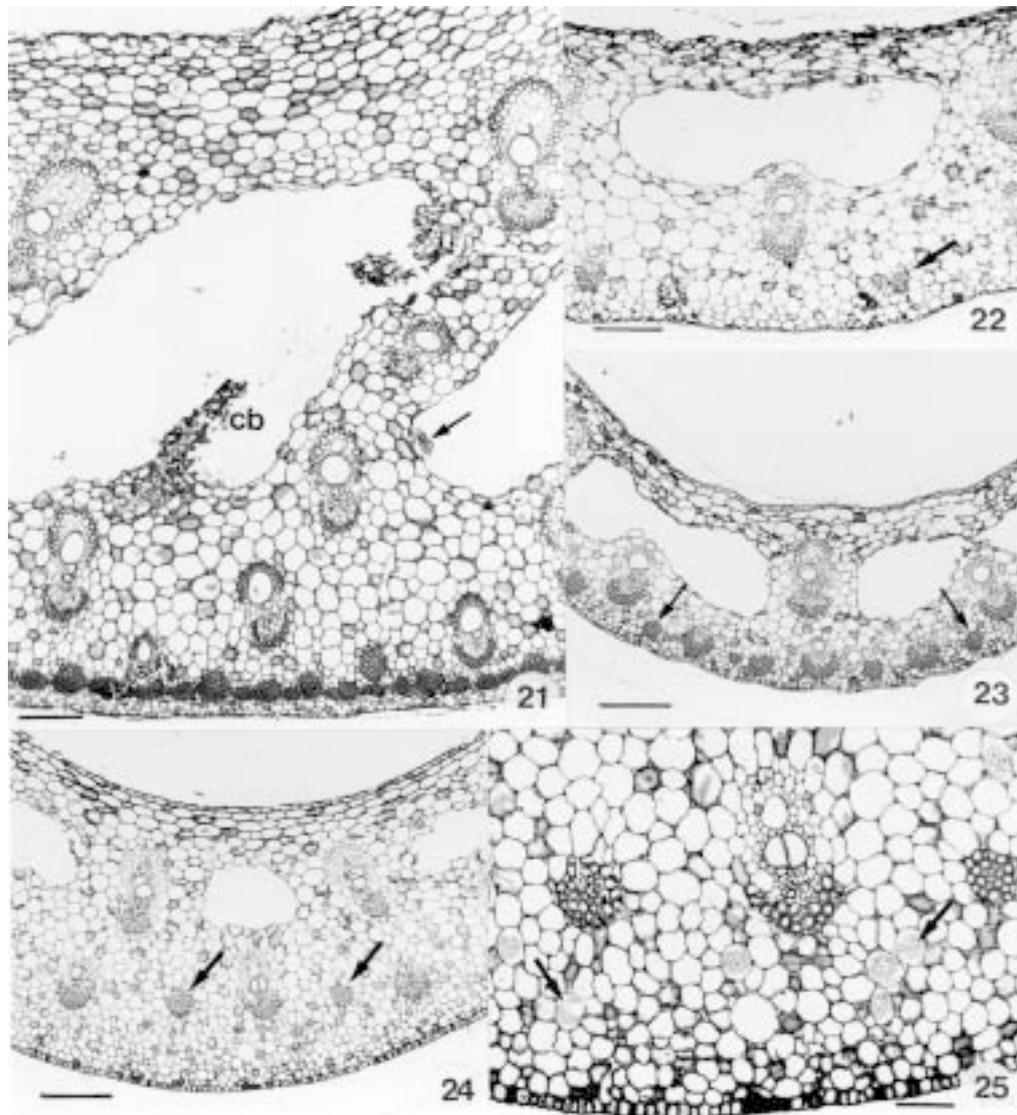
Figuras 16-20. Vista frontal da epiderme das brácteas de *Heliconia*. 16. Células epidérmicas abaxiais de *Heliconia rivularis*, com estômatos policíticos e tricomas. Barra = 70µm. 17. Células epidérmicas abaxiais de *Heliconia hirsuta*, com estômatos tetracíticos. 18. Células epidérmicas abaxiais de *Heliconia subulata* subsp. *gracilis*, com estômatos tetracíticos. 19. Células epidérmicas abaxiais de *Heliconia velloziana*, com estômatos policíticos. 20. Células epidérmicas abaxiais de *Heliconia angusta*, com estômatos policíticos. Barras em 17-20 = 30µm.

Discussão

De todas as espécies estudadas apenas *H. spathocircinata* apresenta polimorfismo, com variação na coloração das brácteas, confirmando o que foi relatado por Andersson (1985) para esta espécie. De acordo com o autor, o polimorfismo em *Heliconia* é bastante comum, dificultando o tratamento taxonômico para o gênero. Este mesmo autor sugeriu que fatores ambientais, como por exemplo, grandes mudanças climáticas nas áreas de ocorrência destas espécies, contribuíram para o polimorfismo em

Heliconiaceae, através de dois mecanismos: diferenciação devido ao isolamento e convergência devido ao contato secundário e à hibridização.

A estrutura anatômica das brácteas de *Heliconia* é semelhante à das folhas (Triplett & Kirchoff 1991), principalmente na região das bainhas (Tomlinson 1959; 1962; Simão & Scatena 2001). Epiderme unisseriada formada por células de paredes finas, feixes vasculares e canais de ar distribuídos em forma de arco, presença de feixes de fibras próxima à superfície abaxial, caracterizam tanto as brácteas das espécies estudadas, quanto as das *Heliconia* estudadas por estes autores.



Figuras 21-25. Região mediana das brácteas de *Heliconia*, em seção transversal. 21. *Heliconia spathocircinata* com canal de ar, feixes vasculares e feixes de fibras próximos uns dos outros na região abaxial. cb: células braciformes, seta: ráfide. 22. *Heliconia angusta* com apenas um feixe de fibras (seta). 23. *Heliconia hirsuta* com feixes de fibras (setas) espaçados uns dos outros. 24. *Heliconia subulata* subsp. *gracilis* com feixes de fibras (setas) espaçados uns dos outros. Barras em 21-24 = 200µm. 25. Detalhe da foto anterior, mostrando um feixe vascular entre feixes de fibras e os idioblastos contendo ráfides (setas). Barra = 70µm.

Dentre esses caracteres, a distribuição e a localização dos feixes de fibras parece ser o melhor para separar as espécies dentro dos subgêneros de *Heliconia*. Observou-se que a ocorrência deste caráter está diretamente relacionada à forma das brácteas.

Assim, *H. rivularis*, *H. spathocircinata* e *H. velloziana* apresentam brácteas cimbriformes e vários feixes de fibras próximos uns dos outros, junto à epiderme abaxial, caracterizando um agrupamento uniforme, confirmado pelas revisões taxonômicas que as incluem no subgênero *Heliconia* (Andersson 1992).

Nas espécies com brácteas lanceolado-conduplicadas, *H. hirsuta* possui feixes de fibras espaçados, enquanto em *H. angusta* e *H. subulata* esta distribuição é bem mais espaçada, os feixes ocupam posição mais afastada da epiderme abaxial. Para estas espécies, pertencentes ao subgênero *Stenochlamys*, este caráter não se mostrou uniforme e portanto elas não podem ser agrupadas de maneira natural como aquelas do subgênero *Heliconia*. Segundo Andersson (1985; 1992) o subgênero *Stenochlamys* apresenta considerável variação na anatomia das brácteas corroborando com o que foi apresentado acima.

Outro caráter anatômico que varia nas espécies estudadas é o tipo de estômato. Nas espécies do subgênero *Heliconia* e em *H. angusta*, pertencente ao subgênero *Stenochlamys*, os estômatos possuem até oito células subsidiárias, aqui denominados policíticos, enquanto que nas demais espécies, pertencentes ao subgênero *Stenochlamys*, ocorrem quatro células subsidiárias, *i.e.*, estômatos tetracíticos. Estes resultados também foram relatados por Dahlgren *et al.* (1985) e Andersson (1998) para as folhas de *Heliconia*. Para Tomlinson (1969; 1974), o desenvolvimento do complexo estomático é bem elaborado nas lâminas foliares de *Heliconia*, pois os estômatos são formados por duas células subsidiárias laterais e duas terminais, entretanto outras células menores podem estar presentes, como aqui observado.

O número de células subsidiárias, apesar de variado em *Heliconia*, não é um caráter taxonômico importante dentro da ordem Zingiberales, da qual Heliconiaceae pertence, e sim a simetria das células-guarda segundo Tomlinson (1962), Kress (1990a) e Kress *et al.* (2001). Para Stebbins & Khush (1961), os representantes da ordem Zingiberales, apresentam células subsidiárias que não são bem diferenciadas das demais células epidérmicas foliares. Como pode ser constatado para outras Heliconiaceae, ocorre variação no número de células subsidiárias dos estômatos, o que foi confirmado também neste trabalho para as *Heliconia* estudadas, mesmo que para o subgênero *Heliconia* este seja um caráter que agrupa as espécies.

Das espécies estudadas apenas *H. hirsuta* ocorre a pleno sol; as demais espécies crescem em ambientes sombreados. *H. hirsuta* apresentou um maior número de estômatos, principalmente na face abaxial, quando comparada com as demais espécies estudadas, confirmando as informações de Rundel *et al.* (1998). Ainda de acordo com Rundel *et al.* (1998) as diferenças encontradas na estrutura foliar das espécies de *Heliconia* podem ser ocasionadas pelas diferentes condições luminosas.

As brácteas de todas as espécies estudadas apresentam idioblastos contendo ráfides, nas células braciformes dos canais de ar e em toda a extensão do mesófilo, principalmente próximo aos feixes de fibras. A presença de ráfides nos órgãos vegetativos de *Heliconia* foi relatada por Tomlinson (1959; 1962), Finley (1999) e Simão & Scatena (2001). Segundo os autores, os idioblastos com ráfides são encontrados nos parênquimas paliçádico e esponjoso das lâminas foliares, nas células braciformes dos canais de ar das bainhas e dos pecíolos, e na região cortical de rizomas

e raízes. Tais idioblastos podem estar relacionados aos mecanismos de defesa da planta contra herbívoros. Estes idioblastos também são observados nos botões florais, nas flores e nos frutos de espécies de *Heliconia* (Simão *et al.* em preparação).

De acordo com Metcalfe (1969) e Franceschi & Horner (1980) a ocorrência de cristais nas plantas é muito específica dentro de determinados táxons, sugerindo que sua presença seja determinada geneticamente. Por exemplo, em Zingiberales a presença ou não das ráfides divide a ordem em dois grupos (Tomlinson 1962; Kress *et al.* 1990a; Kress *et al.* 2001). Para estes autores a presença destes cristais, encontrado nas Heliconiaceae, Musaceae, Strelitziaceae e Lowiaceae, constitui um caráter plesiomórfico na ordem.

O interior de algumas brácteas, principalmente de *H. spathocircinata* e de *H. velloziana*, que ocorrem tanto na Base Saibadela como no Núcleo Pinguaba, acumula líquido, aparentemente água de chuva, já que nestas duas áreas a pluviosidade média anual é alta. Bronstein (1986) e Wootton & Sun (1990) afirmaram que o líquido encontrado no interior das brácteas, principalmente nas brácteas cimbriformes das espécies de *Heliconia*, seja uma secreção da própria bráctea. Geralmente as brácteas de *Heliconia* atraem grande quantidade de artrópodes aquáticos, principalmente larvas de moscas, besouros e de alguns homópteros (Thompson 1997). Este líquido protegeria, então, flores e frutos submersos da ação dos herbívoros (Bronstein 1986; Wootton & Sun 1990). De acordo com Wootton & Sun (1990) esta redução na herbivoria das flores e frutos influencia no sucesso reprodutivo destas espécies. Ainda segundo Wootton & Sun (1990) aquelas espécies que não secretam líquido, como as helicônias de inflorescência pendente, desenvolveram outros mecanismos de defesa contra a herbivoria, como brácteas e flores mais compactas, além de tricomas.

Bronstein (1986) sugeriu que o líquido seria transportado diretamente do caule para cada uma das brácteas na inflorescência, e que um estudo mais preciso da estrutura das brácteas poderá revelar a presença de células secretoras. No presente trabalho constatamos que não existe nenhuma estrutura secretora especializada nas brácteas e nem no eixo da inflorescência (obs. pessoal) das seis espécies estudadas. Devido a forma das brácteas, acredita-se que, possivelmente, este líquido seja proveniente da água da chuva e do néctar floral, aí acumulados.

De acordo com a chave de identificação, elaborada a partir dos caracteres morfoanatômicos, e como discutido anteriormente, os principais caracteres que permitem separar os subgêneros são: forma das brácteas, associada à distribuição e localização dos feixes de fibras na região abaxial e ao tamanho dos canais de ar no mesofilo.

Entre as espécies do subgênero *Stenochlamys* (*H. hirsuta*, *H. subulata* e *H. angusta*), observa-se que as características anatômicas são mais variáveis do que as morfológicas, já que os feixes de fibras são sempre espaçados uns dos outros, embora variem em número. Já entre as espécies do subgênero *Heliconia* (*H. rivularis*, *H. spathocircinata* e *H. velloziana*) as características morfológicas das brácteas, como disposição na inflorescência e modo de exposição do perianto, foram mais distintas do que as anatômicas, possibilitando a separação das espécies. Já características epidérmicas, como presença ou não de tricomas e tipos de estômatos variam entre as espécies, e não podem ser utilizadas para separar os subgêneros, tendo portanto importância apenas em nível específico.

Agradecimentos

À FAPESP, pelo apoio financeiro (Processo n. 00/02345-5); ao Instituto Florestal (Núcleo Picinguaba), à Fundação Florestal (Base Saibadela); ao Jardim Botânico Municipal de Bauru e ao Sr. Djalma Zabeu, pela permissão de pesquisa; a João Marcelo Alvarenga Braga pela identificação das espécies; e a Cristiano Marcelo Viana Cardoso, Adelar Mantovani, Cristina Guimarães Simão e Valesca Bononi Zipparro, pelo auxílio nos trabalhos de campo.

Referências bibliográficas

- Andersson, L. 1981. Revision of *Heliconia* sect. *Heliconia* (Musaceae). **Nordic Journal of Botany** 1(6): 759-784.
- Andersson, L. 1985. Revision of *Heliconia* subgen. *Stenochlamys* (Musaceae - Heliconioideae). **Opera Botanica** 82: 1-124.
- Andersson, L. 1992. Revision of *Heliconia* subgen. *Taeniostrongylus* and subgen. *Heliconia* (Musaceae - Heliconioideae). **Opera Botanica** 111: 1-98.
- Andersson, L. 1998. Heliconiaceae. Pp. 226-230. In: K. Kubitzki (ed.). **The Families and Genera of Vascular Plants. IV. Flowering Plants. Monocotyledons. Alismatanae and Commelinanae (except Gramineae)**. Springer, Berlin.
- Berry, F. & Kress, J. 1991. **Heliconia - An identification guide**. Smithsonian Institution Press. Washington. 334p.
- Bronstein, J.L. 1986. The origin of bract liquid in a Neotropical *Heliconia* species. **Biotropica** 18(2): 111-114.
- Bücherl, W. 1962. **Técnica microscópica**. 3ª ed. Editora Polígono Ltda, São Paulo.
- Dahlgren, R.M.T.; Clifford, H.T. & Yeo, P.F. 1985. **The families of the monocotyledons**. Springer-Verlag, Berlin.
- Endress, P.K. 1994. **Diversity and evolutionary biology of tropical flowers**. Cambridge University Press.
- Finley, D.S. 1999. Patterns of calcium oxalate crystals in young tropical leaves: a possible role as an anti-herbivory defense. **Revista de Biologia Tropical** 47(1-2): 27-31.
- Franceschi, V.R. & Horner, H.T. 1980. Calcium oxalate crystals in plants. **Botanical Review** 46(4): 361-427.
- Johansen, D.A. 1940. **Plant microtechnique**. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Kraus, J.E. & Arduin, M. 1997. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Edur., Seropédica.
- Kress, W.J. 1990a. The phylogeny and classification of the Zingiberales. **Annals of the Missouri Botanical Garden** 77(4): 698-721.
- Kress, W.J. 1990b. The diversity and distribution of *Heliconia* (Heliconiaceae) in Brazil. **Acta Botanica Brasílica** 4(1): 159-167.
- Kress, W.J.; Prince, L.M.; Hahn, W.J. & Zimmer, E.A. 2001. Unraveling the evolutionary radiation of the families of the Zingiberales using morphological and molecular evidence. **Systematic Biology** 50(6): 926-944.
- Metcalf, C.R. 1969. Postscript and commentary. Pp. 414-421. In: C.R. Metcalfe (ed.). **Anatomy of the Monocotyledons**. Oxford University Press, Oxford.
- Roeser, K.R. 1972. Die Nadel der Schwarzklefer-Masenprodukt und Kunstwert der Natur. **Mikrokosmos** 61: 33-36.
- Rundel, P.W.; Sharifi, M.R.; Gibson, A.C. & Esler, K.J. 1998. Structural and physiological adaptation to light environments in neotropical *Heliconia* (Heliconiaceae). **Journal of Tropical Ecology** 14: 789-801.
- Sass, J.E. 1951. **Botanical microtechnique**. Iowa State College Press.
- Simão, D.G. & Scatena, V.L. 2001. Morphology and anatomy in *Heliconia angusta* Vell. and *H. velloziana* L. Emygd. (Zingiberales: Heliconiaceae) from the Atlantic forest of southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Botânica** 24(4): 415-424.
- Stebbins, G.L. & Khush, G.S. 1961. Variation in the organization of the stomatal complex in the leaf epidermis of monocotyledons and its bearing on their phylogeny. **American Journal of Botany** 48(1): 51-59.
- Thompson, V. 1997. Spittlebug nymphs (Homoptera: Cercopidae) in *Heliconia* flowers (Zingiberales: Heliconiaceae): Preadaptation and evolution of the first aquatic Homoptera. **Revista de Biologia Tropical** 45(2): 905-912.

- Tomlinson, P.B. 1959. An anatomical approach to the classification of the Musaceae. **Journal of the Linnean Society (Botany)** **55**: 779-809.
- Tomlinson, P.B. 1962. Phylogeny of the Scitamineae - morphological and anatomical considerations. **Evolution** **16**: 192-213.
- Tomlinson, P.B. 1969. III. Commelinales-Zingiberales. In: C.R. Metcalfe (ed.). **Anatomy of the Monocotyledons**. Oxford University Press, Oxford. 446p.
- Tomlinson, P.B. 1974. Development of the stomatal complex as a taxonomic character in the monocotyledons. **Taxon** **23**(1): 109-128.
- Triplett, J.K. & Kirchoff, B.K. 1991. Lamina architecture and anatomy in the Heliconiaceae and Musaceae (Zingiberales). **Canadian Journal of Botany** **69**: 887-900.
- Wootton, J.T. & Sun, I.-F. 1990. Bract liquid as a herbivore defense mechanism for *Heliconia wagneriana* inflorescences. **Biotropica** **22**(2): 155-159.