

DANIELY BALZANELO AGUILERA

**GERMINAÇÃO, CRESCIMENTO, ANATOMIA E COMPOSIÇÃO DO
ÓLEO ESSENCIAL DE *Siegesbeckia orientalis***

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2005

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

A283g
2005

Aguilera, Daniely Balzanelo, 1972-
Germinação, crescimento, anatomia e composição do
óleo essencial de *Siegesbeckia orientalis* L. / Daniely
Balzanelo Aguilera. – Viçosa : UFV, 2005.
x, 130 f. : il. ; 29cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Francisco Affonso Ferreira.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Botão-de-ouro (Planta). 2. Germinação – Efeito da
temperatura. 3. Germinação – Efeito da giberelina.
4. *Siegesbeckia orientalis* – Crescimento – Efeito do
sombreamento. 5. *Siegesbeckia orientalis* – Anatomia.
6. Essências e óleos essenciais – Composição.
I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 633.88399

DANIELY BALZANELO AGUILERA

GERMINAÇÃO, CRESCIMENTO, ANATOMIA E COMPOSIÇÃO DO
ÓLEO ESSENCIAL DE *Siegesbeckia orientalis*

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 23 de março de 2005.

Prof.^a Renata Maria S. Alves Meira
(Conselheira)

Prof. Antônio Jacinto Demuner
(Conselheiro)

Prof. Eduardo Fontes Araújo

Pesq. Izabel Cristina dos Santos

Prof. Francisco Affonso Ferreira
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realização deste curso.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG, pela concessão de bolsa.

Ao Professor Francisco Affonso Ferreira, pela orientação, amizade e confiança.

Aos Professores Renata Maria Strozi Alves Meira, Antônio Jacinto Demuner e Paulo Roberto Cecon, grandes conselheiros e amigos.

Aos Professores Paulo César Rezende Fontes, Renata Maria Strozi Alves Meira, Antônio Jacinto Demuner e Denise Cunha Fernandes dos Santos Dias, pelas sugestões e participação na banca de Qualificação.

Aos Professores Eduardo Fontes Araújo, Renata Maria Strozi Alves Meira, Antônio Jacinto Demuner e à Pesquisadora Izabel Cristina dos Santos, pelas sugestões e participação na banca de Tese.

Aos familiares e amigos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste estudo.

BIOGRAFIA

DANIELY BALZANELO AGUILERA, filha de Antônio Aguilera Campos Sobrinho e Maria José Balzanelo Aguilera, nasceu em Londrina, estado do Paraná, em 23 de agosto de 1972.

Em dezembro de 1998, graduou-se em Agronomia pela Universidade Estadual de Londrina.

Em dezembro de 2000, concluiu o curso de Mestrado em Agronomia (Fitotecnia) pela Universidade Estadual de Londrina.

Em março de 2001, iniciou o curso de Doutorado em Fitotecnia (Produção Vegetal) pela Universidade Federal de Viçosa.

ÍNDICE

RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO GERAL	
GERMINAÇÃO, CRESCIMENTO, ANATOMIA E COMPOSIÇÃO DO	
ÓLEO ESSENCIAL DE <i>Siegesbeckia orientalis</i> L.	1
LITERATURA CITADA	5
2. ARTIGOS	
INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E DA GIBERELINA NA	
GERMINAÇÃO DE <i>Siegesbeckia orientalis</i>	
RESUMO	13
ABSTRACT	14
INTRODUÇÃO	15
MATERIAL E MÉTODOS	20
RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
LITERATURA CITADA	27
TABELAS	33
FIGURAS	35

**CRESCIMENTO DE *Siegesbeckia orientalis* SOB DIFERENTES
CONDIÇÕES DE LUMINOSIDADE**

RESUMO	37
ABSTRACT	38
INTRODUÇÃO	39
MATERIAL E MÉTODOS	40
RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
LITERATURA CITADA	49
FIGURAS	54

**ANATOMIA E HISTOQUÍMICA DOS ÓRGÃOS VEGETATIVOS DE
Siegesbeckia orientalis (ASTERACEAE)**

RESUMO	59
ABSTRACT	60
INTRODUÇÃO	61
MATERIAL E MÉTODOS	63
RESULTADOS E DISCUSSÃO	65
LITERATURA CITADA	69
FIGURAS	77

**ANATOMIA, HISTOQUÍMICA E COMPOSIÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL
DE *Siegesbeckia orientalis* (ASTERACEAE)**

RESUMO	79
ABSTRACT	80
INTRODUÇÃO	81
MATERIAL E MÉTODOS	83
RESULTADOS E DISCUSSÃO	86
LITERATURA CITADA	91
TABELAS E FIGURAS	99

3. CONCLUSÕES GERAIS	102
-----------------------------------	-----

4. APÊNDICE

REVISÃO: ESTRUTURAS SECRETORAS EM ASTERACEAE

RESUMO	105
ABSTRACT	106
TABELAS	107
LITERATURA CITADA	118

RESUMO

AGUILERA, Daniely Balzanelo, D.S. Universidade Federal de Viçosa, março de 2005. **Germinação, crescimento, anatomia e composição do óleo essencial de *Siegesbeckia orientalis***. Orientador: Francisco Affonso Ferreira, Conselheiros: Renata Maria Strozi Alves Meira, Antônio Jacinto Demuner e Pulo Roberto Cecon.

Objetivou-se verificar fatores que influenciam a germinação de *S. orientalis*, o seu crescimento, aspectos anatômicos, histoquímicos e químicos. O primeiro experimento verificou o efeito da temperatura e da giberelina (GA₃) sobre a germinação, utilizando-se do paclobutrazol (PZ), na indução da dormência e, a prevenção ou reversão desta inibição, pela aplicação de GA₃. Ocorreram as maiores médias de germinação em substrato com GA₃, sendo as maiores porcentagens aos 17 °C em GA₃ e aos 19 °C em água, estabelecendo-se a temperatura ótima de 18 ± 2 °C. Verificou-se total inibição da germinação na dose de PZ 10⁻² M. A aplicação de GA₃ junto ao PZ não reverteu o efeito inibitório do PZ, assim como, a transferência dos aquênios incubados em PZ, para o substrato umedecido com GA₃. O segundo experimento contrastou os efeitos de sombreamento sobre o crescimento de *S. orientalis*, através de análise de crescimento. As plantas cultivadas sob sombreamento, tiveram maior duração do ciclo cultural, cerca de 30 dias, retardando os valores máximos e/ou mínimos, em relação às plantas a luz plena. A espécie é favorecida pelo sombreamento. O terceiro experimento descreveu a anatomia dos órgãos vegetativos de *S. orientalis*, caracterizando suas estruturas secretoras e aplicando testes histoquímicos. Anatomicamente, os órgãos vegetativos são semelhantes aos caracteres descritos para Asteraceae. Ductos estão ausentes na raiz e presentes no caule e na folha. Três tipos de estruturas secretoras foram observados: ductos, hidatódios e tricomas glandulares. Os testes histoquímicos demonstraram compostos fenólicos e alcalóides nos ductos e, nos tricomas, compostos lipofílicos e fenólicos. O quarto experimento descreveu a anatomia e histoquímica de seus órgãos

reprodutivos, a caracterização das estruturas secretoras, junto à extração e identificação dos principais compostos do óleo essencial das folhas e capítulos. Tricomas glandulares bisseriados reagiram a compostos lipofílicos e fenólicos. Cristais de oxalato de cálcio foram observados em tricomas glandulares pedunculados, que também reagiram a compostos lipofílicos, protéicos e alcalóides. O principal composto detectado no óleo essencial dos capítulos foi o sesquiterpeno γ -elemeno e nas folhas o (+)-espatulenol. O óleo essencial das flores apresentou compostos mais voláteis, devido à presença dos tricomas glandulares pedunculados, que podem estar relacionados à atração de polinizadores e à dispersão por epizoocoria.

ABSTRACT

AGUILERA, Daniely Balzanelo, D.S. Universidade Federal de Viçosa, March 2005. **Germination, growth, anatomy and essential oil composition of *Siegesbeckia orientalis***. Adviser: Francisco Affonso Ferreira, Committee Members: Renata Maria Strozi Alves Meira, Antônio Jacinto Demuner and Paulo Roberto Cecon.

This work aimed to verify the factors influencing the germination and growth as well as anatomical, histochemical and chemical aspects of *S. orientalis*. The first experiment verified the effect of temperature and gibberelin (GA₃) on *S. orientalis* using paclobutrazol (PZ) for dormancy induction and prevention or reversion of such inhibition by applying GA₃. The highest germination averages occurred in substrate with GA₃, the highest percentages being at 17 °C in GA₃ and at 19 °C in water, with optimum temperature at 18 ± 2 °C being established. Total germination inhibition was verified at dose PZ 10⁻² M. The application of GA₃ along with PZ did not revert the inhibitory effect of PZ nor the transfer of achenes incubated in PZ into the substrate moistened with GA₃. The second experiment contrasted the effects of shading on the growth of *S. orientalis*, through growth analysis. The plants cultivated under shading had a longer cultural cycle duration, around 30 days, with their maximum and/or minimum values being much slower than those of the plants cultivated under full sunlight. This species is favored by shading. The third experiment described the anatomy of the vegetative organs of *S. orientalis*, characterizing its secretory structures and applying histochemical tests. Anatomically, the vegetative organs are similar to the characters described for Asteraceae. Ducts are absent in the root and present in the stem and leaves. Three types of secretory structures were observed: ducts, hydathodes and glandular trichomes. The histochemical tests showed the presence of phenolic and alkaloid compounds in the ducts, while lipophilic and phenolic compounds were found in the trichomes. The fourth experiment described the anatomy and histochemistry of the reproductive organs of

S. orientalis, as well as the characterization of its secretory structures, along with the extraction and identification of the major essential oil compounds in its leaves and capitula. Biseriate glandular trichomes reacted to lipophilic and phenolic compounds. Calcium oxalate crystals were observed in stalked glandular trichomes, which also reacted to lipophilic, protein, and alkaloid compounds. The main compound detected in the essential oil of the capitula was sesquiterpene γ -elemene and in the leaves, (+)-espathulenol. The essential oil of the flowers presented more volatile compounds due to the presence of stalked glandular trichomes, what may be associated to pollinator attraction and epizoochory dispersion.

1. INTRODUÇÃO GERAL

GERMINAÇÃO, CRESCIMENTO, ANATOMIA E COMPOSIÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Siegesbeckia orientalis*

AGUILERA, D.B. Doutorado em Fitotecnia (Produção Vegetal), Universidade Federal de Viçosa, março de 2005. Orientador: FERREIRA, F.A. Conselheiros: CECON, P.R., DEMUNER, A.J. e MEIRA, R.M.S.A.

Siegesbeckia orientalis L., conhecida popularmente por botão-de-ouro, é uma espécie herbácea anual e cosmopolita, da família Asteraceae, incluída na tribo Heliantheae. É freqüentemente encontrada na região Sudeste do Brasil, podendo ser considerada daninha em algumas culturas. Possui maior ocorrência no período da primavera ao outono, em locais úmidos, tolerante a iluminação difusa (Kissmann & Groth; 1992 Bremer, 1994). É utilizada na medicina tradicional chinesa em tratamentos antialérgicos, em artrites reumáticas, entre outros (Pudles et al., 1957; Baruah et al., 1979, 1980; Hwang et al., 2001). No gênero *Siegesbeckia*, já foram isolados diversos compostos, que além de possuírem princípios ativos medicamentosos, incluem substâncias com atividade alelopática (Pudles et al., 1957; Bohlmann et al., 1979; Baruah, et al., 1979, 1980; Zdero et al., 1991; Heinrich et al., 2002).

As Asteraceae constituem a maior família entre as Angiospermas com cerca de 1.535 gêneros e 23.000 espécies (Bremer, 1994; Judd et al., 1999). Do ponto de vista ecológico, o sucesso da família se deve

principalmente à presença de tipos particulares de estruturas secretoras que sintetizam e / ou armazenam metabólitos secundários, que muitas vezes atuam como inibidores da germinação, na proteção contra herbívoros e patógenos, na atração de polinizadores e propagação (Metcalfe e Chalk, 1950; Cronquist, 1981, Harbone, 1993; Simões et al., 2002). No gênero *Siegesbeckia*, uma secreção viscosa produzida nas brácteas dos capítulos florais adere em animais ou humanos, junto aos aquênios, levando-os à dispersão por epizoocoria (Heinrich et al., 2002).

Dados sobre a fisiologia e germinação de *S. orientalis* estão restritos ao relato de Viggiani et al. (1996), que observaram baixa porcentagem de germinação dos aquênios, logo após a coleta da planta mãe.

Alguns fatores podem afetar o vigor e a germinação das sementes, como o genótipo, as condições ambientais durante a produção na planta mãe, as danificações mecânicas, os ataques por microrganismos e insetos, as condições de armazenamento, a densidade, o tamanho, a idade, a temperatura de embebição, a ausência ou presença de luz e sua qualidade, a concentração de gases e água em torno dos diásporos, entre outros (Schupp & Fuentes, 1995; Carvalho & Nakagawa, 2000). Entretanto, deve-se também considerar que o controle da germinação e da dormência, bem como de outros processos morfogênicos da planta, tem sido, há décadas, atribuído ao equilíbrio entre hormônios, promotores e inibidores de crescimento (Amem, 1968).

O domínio do conhecimento dos estádios de desenvolvimento possibilita a domesticação das espécies, seja para fins de cultivo ou de

controle de plantas daninhas. A estratégia de obtenção de biomassa requer conhecimento sobre a forma de propagação, adaptação ao ambiente de cultivo, forma de crescimento, senescência, etc. (Reis & Mariot, 2002).

A análise de crescimento é um dos meios mais simples e precisos para inferir sobre a contribuição de diferentes processos fisiológicos no crescimento vegetal, sendo útil no estudo de variações entre plantas geneticamente diferentes ou sob diferentes condições ambientais. A análise de crescimento possibilita o conhecimento da cinética de produção de biomassa das plantas, sua distribuição e eficiência ao longo da ontogenia (Benincasa, 1988). Quanto à ecofisiologia de *S. orientalis*, até o momento, há somente o relato de Kissmann & Groth (1992), citado anteriormente.

Outro aspecto a se considerar é que vários compostos secundários já foram isolados de *S. orientalis*. Pudles et al. (1957) isolaram o seu princípio amargo, um β -D-glicosídeo ($C_{26}H_{44}O_8$) denominado darutosídeo e sua aglicona darutigenol, um diterpeno tricíclico ($C_{20}H_{34}O_3$). Além disso, uma série de diterpenóides *ent*-caureno e *ent*-pimareno, monoterpenos e diversas lactonas sesquiterpênicas das classes melampolídeo e germacranolídeo foram isoladas da planta (Baruah et al., 1979, 1980; Zdero et al. 1991). Uma vez que as estruturas secretoras são responsáveis pela síntese e / ou armazenamento desses metabólitos, estudos anatômicos que objetivem a localização e caracterização destas estruturas, assim como a aplicação de testes histoquímicos para a identificação das classes de compostos às quais pertencem, serão muito

úteis para a orientação nos estudos de extração, identificação e isolamento de substâncias.

Considerando-se as investigações realizadas sobre a anatomia das Asteraceae, diferentes tipos de estruturas secretoras foram relatadas quanto aos aspectos estruturais, ultra-estruturais, histoquímicos e ecológicos: ductos (Castro, 1987; Ascensão & Pais, 1988; Lersten & Curtis, 1988; Meira, 1991; Claro, 1994; Poli et al., 1995; Castro et al., 1997), cavidades (Lersten & Curtis, 1986, 1987, 1989; Curtis & Lersten, 1986, 1990; Monteiro et al., 1995), idioblastos (Meira, 1991; Claro, 1994), laticíferos (Vertrees & Mahlberg, 1978), hidatódios (Lersten & Curtis, 1985; Castro, 1987; Meira, 1991; Claro, 1994; Castro et al., 1997), nectários extraflorais (O'Dowd & Catchpole, 1983), tricomas (Werker & Fahn, 1981; Castro, 1987; Meira, 1991; Claro, 1994; Castro et al., 1997; Monteiro et al., 2001), coléteres (Solereeder, 1908) e apêndices glandulares (Carlquist, 1959). Entretanto, quanto ao gênero *Siegesbeckia* estão restritos às informações contidas na revisão de Solereeder (1908), que relatou a ocorrência de coléteres no pecíolo e ao trabalho de Heinrich et al. (2002) com *S. jorullensis*, que observaram a presença de tricomas glandulares de haste longa e pequenos tricomas bisseriados nas brácteas dos capítulos florais, cujo material secretado reagiu positivamente a compostos lipofílicos, flavonóides e taninos.

De acordo com o exposto, este estudo teve como objetivo identificar alguns fatores que influenciam a germinação dos aquênios de *S. orientalis*, o

seu crescimento, aspectos anatômicos, histoquímicos e químicos. Para isso, foram conduzidos quatro experimentos.

O primeiro experimento objetivou verificar o efeito da temperatura e da giberelina (GA₃) na germinação de *S. orientalis*; o segundo experimento teve como objetivo verificar os efeitos de sombreamento sobre o crescimento de *S. orientalis*; no terceiro experimento, descreveu-se a anatomia dos órgãos vegetativos de *S. orientalis*, enfatizando a caracterização de estruturas secretoras e, aplicaram-se testes histoquímicos para obter informações sobre a natureza química dos produtos secretados; no quarto experimento, o objetivo foi descrever a anatomia e histoquímica de seus órgãos reprodutivos, enfatizando a caracterização das estruturas secretoras, junto à extração e identificação dos principais compostos do óleo essencial das folhas e capítulos florais.

LITERATURA CITADA

AMEM, R. D. A model of seed dormancy. **Bot. Review**, v. 34, n. 1, p. 1-30, 1968.

ASCENSÃO, L.; PAIS, M. S. Ultrastructure and histochemistry of secretory ducts in *Artemisia campestris* ssp. *maritima* (Compositae). **Nord. J. Bot.**, v. 8, n. 2, p. 283-292, 1988.

BARUAH, R. N. et al. A new melampolide from *Siegesbeckia orientalis*.

Phytochemistry, v. 18, p. 991-994, 1979.

BARUAH, R. N. et al. New melampolides and darutigenol from *Siegesbeckia orientalis*. **Phytochemistry**, v. 19, p. 323-325, 1980.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas - noções**

básicas. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 42 p.

BOHLMANN, F. et al. Neue melampolide und *cis*, *cis*-germacranolide aus vertretern der subtribus *Melampodiinae*. **Phytochemistry**, v. 18, p. 625-630, 1979.

BREMER, K. **Asteraceae, cladistics & classification**. Portland: Timber Press, 1994. 752 p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciências, tecnologia e produção**. 4.ed. FUNEP: Jaboticabal, 2000. 588 p.

CASTRO, M. M. **Estruturas secretoras em folhas de espécies da família**

Asteraceae: aspectos estruturais e histoquímicos. 1987. 247 f. Tese

(Doutorado em Botânica) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.

CASTRO, M. M.; LEITÃO-FILHO, H. F.; MONTEIRO, W. R. Utilização de estruturas secretoras na identificação dos gêneros de Asteraceae de uma vegetação de cerrado. **R. Bras. Bot.**, v. 20, n. 2, p. 163-174, 1997.

CLARO, S. M. C. A. **Levantamento dos tipos de estruturas secretoras em folhas de Asteraceae da restinga de Setiba, Guarapari (ES)**. 1994. 101 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.

CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York: Columbia University, 1981. 1262 p.

CURTIS, J. D.; LERSTEN, N. R. Development of bicellular foliar secretory cavities in white snakeroot, *Eupatorium rugosum* (Asteraceae). **Am. J. Bot.**, v. 73, n. 1, p. 79-86, 1986.

CURTIS, J. D.; LERSTEN, N. R. Oil reservoirs in stem, rhizome, and root of *Solidago canadensis* (Asteraceae, tribe Astereae). **Nord. J. Bot.**, v. 10, n. 4, p. 443-449, 1990.

HARBONE, J. B. **Introduction to ecological biochemistry**. 4 ed. London: Academic Press, 1993.

HEINRICH, G. et al. Glandular hairs of *Siegebeckia jorullensis* Kunth (Asteraceae): morphology, histochemistry and composition of essential oil. **Ann. Bot.**, v. 89, n. 4, p. 459-469, 2002.

HWANG, J.H. et al. Inhibitory effect of immunoglobulin and production by jin-deuk-chal (*Siegesbeckia orientalis*). **Immunopharmacol. Immunotoxicol.**, v. 23, n. 4, p. 555-563, 2001.

JUDD, W.S. et al. **Plant systematics, a phylogenetic approach.** Massachusetts: Publishers Sunderland, 1999. 464 p.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas.** São Paulo: BASF Brasileira, 1992. p. 326-328. T. 2.

LERSTEN, N. R.; CURTIS, J. D. Distribution and anatomy of hydathodes in Asteraceae. **Bot. Gaz.**, v. 146, n. 1, p. 106-114, 1985.

LERSTEN, N. R.; CURTIS, J. D. Tubular cavities in white snakeroot, *Eupatorium rugosum* (Asteraceae). **Am. J. Bot.**, v. 73, n. 1, p. 1016-1021, 1986.

LERSTEN, N. R.; CURTIS, J. D. Internal secretory spaces in Asteraceae. A review and original observations on *Conyza canadensis* (tribe Astereae). **La Cellule**, v. 74, p. 179-196, 1987.

LERSTEN, N. R.; CURTIS, J. D. Secretory reservoirs (ducts) of two kinds in giant ragweed (*Ambrosia trifida*; Asteraceae). **Am. J. Bot.**, v. 75, n. 1, p. 1313-1323, 1988.

LERSTEN, N. R.; CURTIS, J. D. Foliar oil reservoir anatomy and distribution in *Solidago canadensis* (Asteraceae, tribe Astereae). **Nord. J. Bot.**, v. 9, n. 2, p. 281-287, 1989.

MEIRA, R. M. S. A. **Levantamento dos tipos de estruturas secretoras em folhas de espécies de Asteraceae em vegetação de floresta (Atibaia, SP)**. 1991. 99 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 1991.

METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of dicotyledons**. Oxford: Clarendon Press, 1950. v. 2. 724 p.

MONTEIRO, W. R.; CASTRO, M. M.; FAHN, A. Observations on the development of foliar secretory cavities of *Porophyllum lanceolatum* (Asteraceae). **Nord. J. Bot.**, v. 15, n. 1, p. 69-76. 1995.

MONTEIRO, W. R. et al. Development and some histochemical aspects of foliar glandular trichomes of *Stevia rebaudiana* (Bert.) Bert. – Asteraceae. **R. Bras. Bot.**, v. 24, n. 3, p. 349-357, 2001.

O'DOWD, D. J.; CATCHPOLE, E. A. Ants and extrafloral nectaries: no evidence for plant protection in *Helichrysum* ssp. – ant interactions. **Oecologia**, v. 59, n. 2, p. 191-200, 1983.

POLI, F.; SACCHETTI, G.; BRUNI, A. Distribution of internal secretory structures in *Tagetes patula* (Asteraceae). **Nord. J. Bot.**, v. 15, n. 2, p. 197-205, 1995.

PUDLES, J.; DIARA, A.; LEDERER, E. Sur l'isolement et la constitution chimique du darutoside, principe amer de *Siegesbeckia orientalis*. **Comp. Rend.**, v. 244, n. 4, p. 472-475, 1957.

REIS, M. S.; MARIOT, A. Diversidade natural e aspectos agronômicos de plantas medicinais. In: SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 4.ed. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2002. p. 41-62.

SCHUPP, E. W.; FUENTES, M. Spatial patterns of seed dispersal and the unification of plant populations ecology. **Ecoscience**, v. 2, n. 3, p. 267-275, 1995.

SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2002. 833p.

SOLEREDER, H. **Systematic anatomy of the dicotyledons - a handbook for laboratories of pure and applied botany**. Oxford: Clarendon Press, 1908. v. 2. 1182 p.

VERTREES, G. L.; MAHLBERG, P. G. Structure and ontology of laticifers in *Cichorium intybus* (Compositae). **Am. J. Bot.**, v. 65, p. 764-771, 1978.

VIGGIANI, P. et al. Influence of time ripening on seed on seed germination and plant emergence of weeds of late spread in Italy. In: PROCEEDINGS OF SECOND INTERNATIONAL WEED CONTROL CONGRESS, Copenhagen, Denmark, v. 1-4, p. 113-117, 1996.

WERKER, E.; FAHN, A. Secretory hairs of *Inula viscosa* (L.) Ait. – development, ultrastructure, and secretion. **Bot. Gaz.**, v. 142, n. 4, p. 461-476, 1981.

ZDERO, C. et al. Sesquiterpene lactones and other constituents from *Siegesbeckia orientalis* and *Guizotia scabra*. **Phytochemistry**, v. 30, n. 5, p. 1579-1584, 1991.

2. ARTIGOS

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E DA GIBERELINA NA GERMINAÇÃO DE *Siegesbeckia orientalis*

*Response of Temperature and Gibberellin on the Germination of *Siegesbeckia orientalis**

RESUMO – Este estudo, objetivou avaliar o efeito da temperatura e da giberelina (GA₃) na germinação de *S. orientalis*, utilizando o paclobutrazol (PZ), inibidor da via biossintética de GA, para indução da dormência e, a prevenção ou reversão desta inibição, pela aplicação de GA₃. Os experimentos foram realizados com temperatura e fotoperíodo controlados. O delineamento foi inteiramente ao acaso, com quatro repetições de 100 sementes. As avaliações foram realizadas a cada dois dias após a semeadura (DAS) até o 21º DAS. Foram testadas as temperaturas de 10, 15, 20, 25 e 30° C, em substrato umedecido com água destilada e GA₃ (10⁻⁴ M). O efeito de diferentes doses de PZ (10⁻⁶, 10⁻⁵, 10⁻⁴, 10⁻³ e 10⁻² M) sobre a inibição da germinação, foi avaliado na temperatura estabelecida como ótima. Na concentração de PZ que inibiu completamente a germinação dos aquênios, verificou-se o efeito do tempo e do GA₃ na reversibilidade desta inibição. Os dados foram analisados por meio de análise de variância e regressão. Houve efeito significativo dos tratamentos sobre a germinação de *S. orientalis*, em todos os experimentos analisados.

Ocorreram as maiores médias de germinação em substrato com GA₃, em relação à água. As maiores porcentagens de germinação foram aos 19° C (70%) em água e 17° C (76%) em GA₃, estabelecendo-se a temperatura de 18° C como ótima, para ambos os tratamentos. Verificou-se total inibição da germinação, somente na dose de PZ mais elevada (10⁻² M). A aplicação de GA₃ junto ao PZ (10⁻² M) não reverteu o efeito inibitório do PZ, assim como a transferência dos aquênios incubados em PZ, para o substrato umedecido com GA₃. A aplicação de PZ em aquênios de *S. orientalis* induziu à dormência, mesmo quando acondicionados sob temperatura considerada ideal, evidenciando-se assim, a participação do GA no seu processo de germinação.

Palavras-chave: Asteraceae, Heliantheae, ácido giberélico, fitohormônio.

*ABSTRACT – This study aimed to verify the effect of temperature and gibberellin (GA₃) on the germination of **S. orientalis**, by using of the paclobutrazol (PZ), a GA biosynthesis inhibitor, on dormancy induction and prevention or reversion of such induction, by application of GA₃. The experiments were carried out under controlled temperature and photoperiod. The experimental design was completely randomized, with four repetitions of 100 seeds. Evaluations were performed every two days after sowing (DAS) up to 21° DAS. The temperatures of 10, 15, 20, 25 and 30° C were tested under substrate moistened with distilled water and GA₃ (10⁻⁴ M). The effect of different doses of PZ (10⁻⁶, 10⁻⁵, 10⁻⁴, 10⁻³ and 10⁻² M) were verified on the*

*germination inhibition, according to the temperature established as optimum. At the concentration of PZ, which completely inhibited the germination of achenes, the effect of time and GA₃ was verified on the reversibility of this inhibition. The data were analyzed by analysis of variance and regression. A significant effect was verified by the treatments on the germination of **S. orientalis**, in all experiments analyzed. The highest germination averages occurred in substrate with GA₃, as compared to distilled water. The highest germination percentages occurred at 19° C (70 %) in water and 17° C (76%) in GA₃, with optimum temperature of 18° C being established for both substrates. Total germination inhibition was verified only at the highest PZ dose (10⁻² M). The application of GA₃ along with PZ (10⁻² M), did not revert the inhibitory effect of PZ; as well as the transfer of the achenes incubated with PZ for the substrate moistened with GA₃. The application of PZ (10⁻² M) on **S. orientalis** achenes induced dormancy even when conditioned under ideal temperature, thus indicating the participation of GA in its germination process.*

Key words: Asteraceae, Heliantheae, gibberellic acid, phytohormone.

INTRODUÇÃO

Siegesbeckia orientalis L. (botão-de-ouro) é uma espécie herbácea anual e cosmopolita, pertencente à família Asteraceae (Kissmann & Groth, 1992; Bremer, 1994), utilizada na medicina tradicional chinesa em

tratamentos antialérgicos, em artrites reumáticas, entre outros (Pudles et al., 1957; Baruah et al., 1979, 1980; Woo et al., 2001). No Brasil, é freqüentemente encontrada na região Sudeste, com maior ocorrência no período da primavera ao outono, em locais úmidos, sendo tolerante a iluminação difusa e podendo ser considerada daninha em algumas culturas (Kissmann & Groth, 1992).

As unidades de dispersão de *S. orientalis* são constituídas por aquênios. Frutos secos indeiscentes que se caracterizam por possuírem uma única semente, ligada ao pericarpo apenas pelo funículo (Ferri, 1990). Entretanto, pouco se sabe sobre a fisiologia e a germinação da espécie, sendo os dados restritos a Viggiani et al. (1996), que verificaram alta taxa de dormência dos aquênios, logo após a coleta da planta mãe.

Alguns fatores podem afetar o vigor e a germinação das sementes, como o genótipo, as condições ambientais durante a produção na planta mãe, as danificações mecânicas, os ataques por microrganismos e insetos, as condições de armazenamento, a densidade, o tamanho, a idade, a temperatura de embebição, a ausência ou presença de luz e sua qualidade, a concentração de gases e água em torno dos diásporos, entre outros (Schupp & Fuentes, 1995; Carvalho & Nakagawa, 2000).

Estudos sobre o efeito da temperatura na germinação de sementes demonstram variações de acordo com a espécie e temperatura empregada, provendo, assim, base inicial para interpretação de efeitos sazonais sobre a germinação e estabelecimento a campo. Em espécies de Asteraceae, diversos

trabalhos avaliaram a influência da temperatura sobre a germinação (Drewes & Van Staden, 1990; Joshi et al., 1992; Meyer & Monsen, 1992; Khan, 1994; Maluf & Wizenier, 1998; Ferreira et al., 2001), entre outros.

Entretanto, deve-se também considerar que o controle da germinação e da dormência, bem como de outros processos morfogênicos da planta, têm sido há décadas, atribuídos ao equilíbrio entre hormônios, promotores e inibidores de crescimento (Amem, 1968).

Certos autores consideram a dormência e a germinação como processos contínuos. Preferencialmente, a dormência seria determinada pelo ácido abscísico (ABA), produzido durante o desenvolvimento da semente e, que se manifestaria inibindo a germinação em sementes maduras e imaturas durante a embebição. As giberelinas (GAs) não estariam envolvidas no controle da dormência *per se*, mas seriam importantes na promoção e manutenção da germinação, uma vez superada a inibição mediada pelo ABA. De acordo com esse ponto de vista, ABA e GA modulariam a dormência e a germinação, respectivamente (Karssen et al., 1989; Black, 1991; Le Page-Devigry & Garelo, 1992; Bewley, 1997; Steinbach et al., 1997).

Entretanto, segundo Khan (1971, 1994, 1996), as GAs, mais do que quaisquer outros hormônios, estariam envolvidas na germinação e quebra de dormência de sementes maduras e, a sua ausência induziria ao estado dormente. A dormência e a germinação seriam processos dinâmicos e independentes, onde o estado de dormência poderia ser revertido e o de germinação seria irreversível.

Estudos em sementes de plantas mutantes de tomate (*Lycopersicum esculentum*), GA-deficientes, demonstraram que a digestão do endosperma é dependente de enzimas mediadas por GA (Groot et al., 1988). Em sementes fotossensíveis como a de alface (*Lactuca sativa*), o potencial de crescimento do embrião diminuiu pela embebição no escuro, em temperaturas supra-ótimas ou baixo potencial hídrico. Quando tratadas com GA aumentaram o seu potencial de crescimento ou preveniram o seu declínio, permanecendo assim em estado não dormente (Khan & Samimy, 1982). Resultados semelhantes aos obtidos em *Tagetes minuta* e *Cercis canadensis*, onde a aplicação de GA aumentou significativamente a germinação das sementes, mesmo sob condições desfavoráveis (Drewes & Van Staden, 1990; Geneve, 1991).

O advento de inibidores da via biossintética de GAs, como ancymidol, tetcyclacis, uniconazol e paclobutrazol, com especificidade pela oxidação do *ent*-caureno a ácido *ent*-caurenóico, renovou as pesquisas sobre a participação das GAs no processo de germinação de sementes (Gardner, 1983; Karssen et al., 1989; Nambara et al., 1991). Segundo Khan (1994) a indução de dormência por inibidores de GA e a sua prevenção ou reversão pela aplicação de GA podem ocorrer em sementes de alface sob condições favoráveis e desfavoráveis para a germinação. Kepczynski & Kepczynska (1989) verificaram efeito inibitório de paclobutrazol sobre a germinação de *Amaranthus paniculatus* e sua reversão pela aplicação de GA₃ e ethephon. Dados semelhantes aos de Drewes & Van Staden (1990), que reverteram o efeito inibitório do paclobutrazol na germinação de *Tagetes minuta* e de

Steinbach et al. (1997) na germinação de *Sorghum bicolor*, com subsequente aplicação de GA₄₊₇. Gallardo et al. (2002) também observaram em *Arabidopsis thaliana*, que tanto a germinação de sementes de plantas mutantes GA-deficientes (ga1), quanto de sementes selvagens incubadas em paclobutrazol, foram estritamente dependentes de GAs exógenas.

Estudos indicam que o GA sintetizado durante os estágios iniciais de embebição capacita as sementes ao escape da dormência. Em sementes de alfaca, tetcyclacis induziu à dormência quando presente nas primeiras horas de embebição; acima de seis horas, ele não foi efetivo. Quando o inibidor foi aplicado junto ao GA nas horas iniciais da embebição, a indução da dormência foi prevenida (Khan, 1994). Yamaguchi et al. (1998) verificaram a expressão gênica de *GA4* e *GA4H*, genes que codificam GA 3β-hidroxilases, as quais catalisam o passo final da biossíntese de GAs bioativos, após uma hora de embebição de sementes de *arabidopsis* expostas brevemente à luz vermelha.

Este estudo teve o objetivo de avaliar o efeito da temperatura e da giberelina (GA₃) na germinação de *S. orientalis*, utilizando-se da influência do paclobutrazol (PZ), na indução da dormência dos aquênios e, a prevenção ou reversão desta inibição, pela aplicação exógena de GA₃.

MATERIAL E MÉTODOS

Aquênios maduros foram coletados de plantas de *Siegesbeckia orientalis* nascidas espontaneamente no campus da Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa, MG, em 21/06/2003, armazenados em sacos de papel tipo Kraft, em local arejado e sob temperatura ambiente.

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Herbicida na Planta, Departamento de Fitotecnia - UFV, durante os meses de setembro a dezembro de 2003.

Procedeu-se o teste do tetrazólio, antes de iniciar os testes de germinação, para verificação do vigor do lote de sementes de *S. orientalis*, conforme preconiza as REGRAS DE ANÁLISE DE SEMENTES (BRASIL, 1992). Foi observada uma média de 70% de sementes viáveis.

Todos os experimentos foram realizados em câmara de germinação, com temperatura e fotoperíodo (8 horas de luz e 16 horas de escuro) controlados. As sementes foram desinfetadas com solução de hipoclorito de sódio (0,5% de cloro ativo), por 10 minutos e lavadas com água destilada. A semeadura foi feita em placas de Petri (100 x 15 mm), sobre duas camadas de papel de germinação (Whatman nº 1) esterilizado em estufa a 105°C, por 4 horas. O umedecimento do substrato procedeu-se conforme orientação das REGRAS DE ANÁLISE DE SEMENTES (BRASIL, 1992). O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso com quatro repetições de 100 sementes. As avaliações foram realizadas a cada dois dias após a semeadura

(DAS) até o 21º DAS. A protusão da radícula foi critério adotado para confirmar a germinação (Bewley & Black, 1994).

O GA₃ utilizado foi sintetizado pelo laboratório Vetec (Química fina LTDA, Brasil), com 95% de pureza. A solução foi preparada pesando-se a quantidade de GA₃ correspondente à concentração (10⁻⁴M), dissolvendo-a com cerca de 10 gotas de KOH (100 mM); em seguida, ajustou-se o pH da solução para 7,0, com HCl (100 mM) ou KOH (100 mM). Após ajustar o pH para a neutralidade, o volume (100 mL) foi completado com água destilada (solução estoque).

O paclobutrazol (PZ) teve origem na Universidade Bristol Inglaterra, com as seguintes características: 100 g L⁻¹ (10% m/v), 100 CE, ingrediente inerte 790 g. O PZ concentrado, líquido, foi diluído diretamente em água destilada na quantidade correspondente à maior concentração (10⁻²M) (solução estoque). As demais concentrações foram obtidas por diluições da solução estoque com água destilada.

Experimento 1

Para o estabelecimento da temperatura ideal e verificação do efeito da aplicação exógena de GA₃ na germinação dos aquênios de *S. orientalis*, realizou-se o teste de germinação seguindo o protocolo descrito anteriormente, nas temperaturas de 10, 15, 20, 25 e 30° C, em substrato umedecido com água destilada ou GA₃ (10⁻⁴ M).

Os dados foram analisados por meio de análise de variância e regressão. As médias do fator qualitativo (substrato umedecido com água ou GA₃) foram comparadas pelos testes F e Duncan a 5% de probabilidade. Para o fator quantitativo (temperatura) os modelos foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t a 5% de probabilidade, no coeficiente de determinação ($R^2 = S.Q_{\text{Regressão}}/S.Q_{\text{Temperatura}}$) e no fenômeno em estudo.

Experimento 2

De acordo com a temperatura estabelecida como ótima no experimento anterior, entre 15 e 20° C, foi verificado o efeito de diferentes doses de PZ, inibidor da biossíntese de GA₃, sobre a germinação de *S. orientalis*, na temperatura de 18° C. As doses utilizadas foram: 10⁻⁶, 10⁻⁵, 10⁻⁴, 10⁻³ e 10⁻² M de PZ, mais a testemunha, água destilada.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste F a 5% de probabilidade) e regressão. Para verificação do efeito das doses, o modelo foi escolhido baseado na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t a 5% de probabilidade, no coeficiente de determinação e no fenômeno em estudo. A comparação entre as médias foi feita também pelo teste de Dunnett a 5%, com o objetivo verificar o efeito das diferentes doses em relação à testemunha.

Experimento 3

Com a concentração de PZ 10^{-2} M, estabelecida no experimento 2, que inibiu completamente a germinação de *S. orientalis*, verificou-se o efeito do tempo e do GA₃ (10^{-4} M) na reversibilidade desta inibição, na temperatura de 18° C. Os tratamentos foram os seguintes: água destilada (testemunha); GA₃; PZ junto ao GA₃; PZ por 24 horas, seguido da incubação em água destilada; PZ por 24 horas, seguido da incubação em GA₃; PZ por 48 horas, seguido da incubação em água destilada; e PZ por 24 horas, seguido da incubação em GA₃.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. A comparação entre as médias foi feita pelos testes F e Dunnett a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento 1

A análise de variância revelou efeito significativo na germinação dos aquênios de *S. orientalis*, tanto para os substratos umedecidos com água destilada e GA₃, como para as temperaturas (10, 15, 20, 25 e 30° C). A

interação entre os tratamentos dos substratos e as diferentes temperaturas não foi estatisticamente significativa.

Aplicando-se o teste de Duncan (Tabela 1), verificou-se maior média de germinação dos aquênios em substrato umedecido com GA₃ (64,55%), em relação ao tratamento com água destilada (53,25%).

Quanto ao efeito das diferentes temperaturas sobre a germinação, observou-se comportamento estatisticamente semelhante dos aquênios em substrato umedecido com água destilada e GA₃ (Figuras 1 e 2), respectivamente, com equações de regressão ajustadas ao 2º grau. Embora, tenham ocorrido as maiores médias de germinação e menor influência da temperatura nos aquênios incubados com GA₃. Essa menor variação nas médias de germinação em substrato com GA₃, demonstrou a intensificação da germinação, principalmente, abaixo e acima da temperatura de germinação máxima. Corroborando com os resultados de Khan & Samimy (1982) e Drewes & Van Staden (1990), que observaram aumento significativo na germinação de aquênios de alface e *Tagetes minuta* tratados com GAs, submetidos a temperaturas supra-ótimas.

De acordo com os pontos de máxima obtidos, as maiores porcentagens de germinação ocorreram aos 19° C (70%) em água e 17° C (76%) em GA₃. Foi estabelecido, nesse caso, a temperatura ótima para a germinação dos aquênios de *S. orientalis* entre 15 e 20° C (18° C), para ambos os tratamentos, uma vez que a diferença entre as médias de germinação foi muito pequena, quando submetidos a essa faixa de temperatura.

A faixa de temperatura, entre 15 a 20° C, verificada em *S. orientalis*, confirmam as observações de sua maior ocorrência no período da primavera ao outono, época de temperaturas amenas (Kissmann & Groth, 1992). Muitas espécies de Asteraceae possuem comportamento semelhante. Maluf & Wizenier (1998) demonstraram, em quatro populações de *Eupatorium vauthierianum*, que a temperatura de 20° C foi mais eficiente na promoção da germinação. Ferreira et al. (2001), em estudo com aquênios de treze espécies nativas, verificaram que *Tagetes minuta*, *Senecio heterotrichius*, *Senecio selloi*, *Stenachaenium campestre*, *Symphiopappus casarettoi* e *Vernonia nudiflora* também obtiveram a máxima germinação na temperatura de 20° C.

Experimento 2

Houve efeito significativo das diferentes doses de PZ sobre a germinação dos aquênios de *S. orientalis*, segundo a análise de variância e regressão. Na Figura 3, verificou-se total inibição da germinação somente na dose de PZ mais elevada (10^{-2} M). Empregando-se o teste de Dunnett (Tabela 2), observou-se diferença significativa em relação à testemunha somente a partir da dose 10^{-3} M de PZ, sendo as menores doses estatisticamente iguais à testemunha.

A aplicação de PZ (10^{-2} M) em aquênios de *S. orientalis* induziu à dormência, mesmo quando acondicionados sob temperatura considerada ideal, observando-se assim, a participação das GAs no seu processo de germinação

(Gardner, 1983; Karssen et al., 1989; Kepczynski & Kepczynska, 1989; Drewes & Van Staden, 1990; Nambara et al., 1991; Khan, 1994; Steinbach et al., 1997; Gallardo et al., 2002).

Experimento 3

A análise de variância demonstrou efeito significativo dos diferentes tratamentos empregados.

No teste de Dunnett (Tabela 3), foi observada diferença significativa em relação à testemunha em todos os tratamentos, exceto no tratamento com GA₃ 10⁻⁴ M. Esse fato foi anteriormente relatado no experimento 1, onde na temperatura estabelecida como ideal (18° C), a aplicação exógena de GA₃ não foi efetiva para intensificar a germinação dos aquênios de *S. orientalis*. A aplicação de GA₃ junto ao PZ não reverteu o efeito inibitório do PZ (10⁻² M) sobre a germinação. Dados contrários aos de Khan (1994), que observou a prevenção da indução da dormência em sementes de alface, quando o inibidor tetcyclacis foi aplicado junto ao GA nas horas iniciais da embebição. A transferência dos aquênios para o substrato com GA₃ também não reverteu significativamente o efeito inibitório do PZ, em nenhum tempo de incubação analisado. O tempo de incubação com PZ por 48 horas reduziu a subsequente germinação, quando comparado com incubação por 24 horas. Porém, tanto quando transferidos para o substrato umedecido com água, como para GA₃, apresentaram médias muito próximas ou mesmo iguais.

Os resultados observados na germinação de *S. orientalis* se opõem aos relatados para as espécies *Amaranthus paniculatus*, *Tagetes minuta*, *Lactuca sativa*, *Sorghum bicolor* e *Arabidopsis thaliana*, que demonstraram a reversão da dormência induzida por inibidores de GA, através da aplicação exógena de GA (Kepczynski & Kepczynska, 1989; Drewes & Van Staden, 1990; Khan, 1994; Steinbach et al., 1997; Gallardo et al., 2002).

LITERATURA CITADA

AMEM, R. D. A model of seed dormancy. **Bot. Review**, v. 34, n. 1, p. 1-30, 1968.

BARUAH, R. N. et al. A new melampolide from *Siegesbeckia orientalis*. **Phytochemistry**, v. 18, p. 991-994, 1979.

BARUAH, R. N. et al. New melampolides and darutigenol from *Siegesbeckia orientalis*. **Phytochemistry**, v. 19, p. 323-325, 1980.

BEWLEY, J. D. Seed germination and dormancy. **Plant Cell**, v. 9, p. 1055-1066, 1997.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1994.

BLACK, M. Involvement of ABA in the physiology of developing and maturing seeds. In: DAVIS, W. J.; JONES, H. G. (eds.). **Abscisic acid: physiology and biochemistry**. Oxford: BIOS Science, 1991. p. 99-124.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

BREMER, K. **Asteraceae, cladistics & classification**. Portland: Timber Press, 1994. 752 p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. FUNEP: Jaboticabal, 2000. 588 p.

DREWES, F. E.; Van-STADEN, J. Germination of *Tagetes minuta* L. II. Role of gibberelins. **Plant Growth Regulat.**, v. 9, n. 4, p. 285-291, 1990.

FERREIRA, A. G. et al. Germinação de sementes de Asteraceae nativas no Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Bot. Bras.**, v. 15, n. 2, p. 231-242, 2001.

FERRI, M.G. **Morfologia externa das plantas: organografia**. 15.ed. São Paulo: Nobel, 1990. 149p.

GALLARDO, K. et al. Proteomics of Arabidopsis seed germination. A comparative study of wild-type and gibberellin-deficient seeds. **Plant Physiol.**, v. 129, n. 2, p. 823-837, 2002.

GARDNER, G. The effect of growth retardants on phytochrome-induced lettuce seed germination. **J. Plant Growth Regulat.**, v. 2, p. 159-163, 1983.

GENEVE, R. L. Seed dormancy in eastern redbud *Cercis canadensis*. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**, v. 116, p. 85-88, 1991.

GROOT, S. P. C. et al. Gibberellin-induced hydrolysis of endosperm cell walls in gibberellin-deficient tomato seed prior to radicle protusão. **Planta**, v. 174, p. 500-504, 1988.

HEINRICH, G. et al. Glandular hairs of *Siegebeckia jorullensis* Kunth (Asteraceae): morphology, histochemistry and composition of essential oil. **Ann. Bot.**, v. 89, n. 4, p. 459-469, 2002.

HWANG, J. H. et al. Inhibitory effect of immunoglobulin and production by jin-deuk-chal (*Siegesbeckia orientalis*). **Immunopharmacol. Immunotoxicol.**, v. 23, n. 4, p. 555-563, 2001.

JOSHI, M.; JOSHI, H.; SINGH, S. P. Response of water, temperature and light on germination behaviour of some successional species. **Trop. Ecol.**, v. 33, n. 1, p. 54-62, 1992.

KARSSSEN, C. M. et al. Key role for endogenous gibberellins in the control of seed germination. **Ann. Bot.**, v. 63, p. 71-80, 1989.

KEPCZYNSKI, J.; KEPCZYNSKA, E. Inhibitory effect of paclobutrazol on *Amaranthus paniculatus* L. seed germination and its reversal by GA₃ and ethephon. **Acta Hort.**, n. 251, p. 47-51, 1989.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: BASF Brasileira, 1992. v. 2. p. 326-328.

KHAN, A. A. Cytokinis: permissive role in germination. **Science**, v. 171, p. 853-859, 1971.

KHAN, A. A. Induction of dormancy in nondormant seeds. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**, v. 119, p. 408-413, 1994.

KHAN, A. A. Control and manipulation of seed dormancy. In: LANG, G.A. (ed.). **Plant dormancy physiology, biochemistry and molecular biology**. Wallingford: CAB International, 1996. p. 29-45.

KHAN, A. A.; SAMIMY, C. Hormones in relation to primary and secondary seed dormancy. In: KHAN, A. A. (ed.). **The physiology and biochemistry of seed development, dormancy and germination**. Amsterdam: Elsevier Biomedical Press, 1982. p. 203-241.

LePAGE-DEVIGRY, M. T.; GARELLO, G. *In situ* abscisic acid synthesis. A requirement for induction of embryo dormancy in *Helianthus annuus*. **Plant Physiol.**, v. 98, p. 1386-1390, 1992.

MALUF, A. M.; WIZENTIER, B. Aspectos fenológicos e germinação de sementes de quatro populações de *Eupatorium vauthierianum* DC. (Asteraceae). **R. Bras. Bot.**, v. 21, n. 3, p. 247-257, 1998.

MEYER, S. E.; MONSEN, S. B. Big sagesbrush germination patterns: subspecies and population differences. **J. Range Manage.**, v. 45, n. 1, p. 87-93, 1992.

NAMBARA, E.; AKAZAWA, T.; McCOURT, P. Effect of the gibberellin biosynthetic inhibitor uniconazol on mutants of *Arabidopsis*. **Plant Physiol.**, v. 97, p. 736-738, 1991.

PUDLES, J.; DIARA, A.; LEDERER, E. Sur l'isolement et la constitution chimique du darutoside, principe amer de *Siegesbeckia orientalis*. **Comp. Rend.**, v. 244, n. 4, p. 472-475, 1957.

SCHUPP, E. W.; FUENTES, M. Spatial patterns of seed dispersal and the unification of plant populations ecology. **Ecoscience**, v. 2, n. 3, p. 267-275, 1995.

STEINBACH, H. S.; BENECH-ARNOLD, R. L.; SANCHEZ, R. A. Hormonal regulation of dormancy in developing sorghum seeds. **Plant Physiol.**, v. 113, n. 1, p. 149-154, 1997.

VIGGIANI, P. et al. Influence of time ripening on seed germination and plant emergence of weeds of late spread in Italy. In: PROCEEDINGS OF SECOND INTERNATIONAL WEED CONTROL CONGRESS, Copenhagen, Denmark, v. 1-4, p. 113-117, 1996.

YAMAGUCHI, S. et al. Phytochrome regulation and differential expression of gibberellin 3 β -hydroxylase genes in germinating arabidopsis seeds. **Plant Cell**, v. 10, p. 2115-2126, 1998.

TABELAS

Tabela 1 - Médias de germinação dos aquênios de *Siegesbeckia orientalis* nos substratos umedecidos com GA₃ e água. Viçosa, MG, 2003.

Tratamento	Germinação (%)
GA ₃	64,55 A ¹
Água	53,25 B

¹ Médias seguidas por letras distintas diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan a 5%.

Tabela 2 - Médias de germinação dos aquênios de *Siegesbeckia orientalis* em substrato umedecido com diferentes concentrações de paclobutrazol (PZ), na temperatura de 18° C. Viçosa, MG, 2003.

Tratamento	Germinação
H ₂ O	65,0
PZ 10 ⁻⁶ M	57,0 ^{NS}
PZ 10 ⁻⁵ M	51,0 ^{NS}
PZ 10 ⁻⁴ M	39,5 ^{NS}
PZ 10 ⁻³ M	12,5 *
PZ 10 ⁻² M	00,0 *

^{NS} As médias não diferem estatisticamente da testemunha, água destilada, pelo teste de Dunnett a 5%.

* As médias diferem estatisticamente da testemunha, água destilada, pelo teste de Dunnett a 5%.

Tabela 3 - Médias de germinação dos aquênios de *Siegesbeckia orientalis* sob diferentes tratamentos com GA₃ (10⁻⁴ M) e paclobutrazol (PZ, 10⁻² M), na temperatura de 18° C. Viçosa, MG, 2003.

Tratamento	Germinação
H ₂ O	63,0
GA ₃	63,0 ^{NS}
GA ₃ + PZ	00,0 *
PZ _{24h} /H ₂ O	11,0 *
PZ _{24h} /GA ₃	14,0 *
PZ _{48h} /H ₂ O	8,0 *
PZ _{48h} /GA ₃	8,0 *

^{NS} As médias não diferem estatisticamente da testemunha, água destilada, pelo teste de Dunnett a 5%.

* As médias diferem estatisticamente da testemunha pelo teste de Dunnett a 5%.

FIGURAS

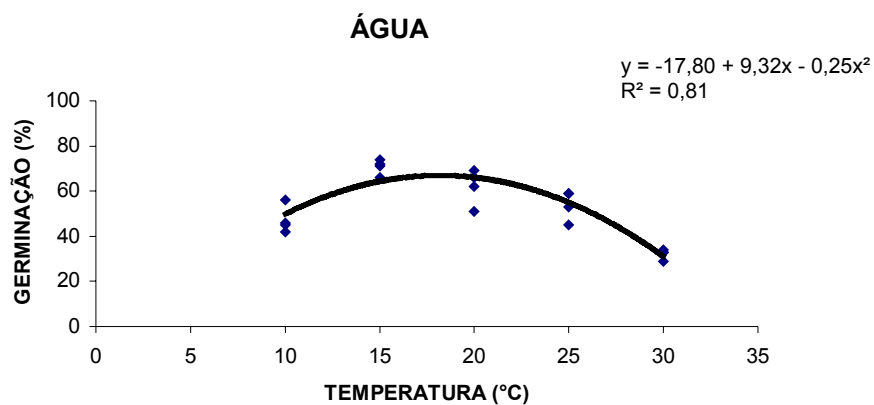


Figura 1 - Curva de germinação dos aquênios de *Siegesbeckia orientalis* em substrato umedecido com água destilada, nas temperaturas de 10, 15, 20, 25 e 30° C. Viçosa, MG, 2003.

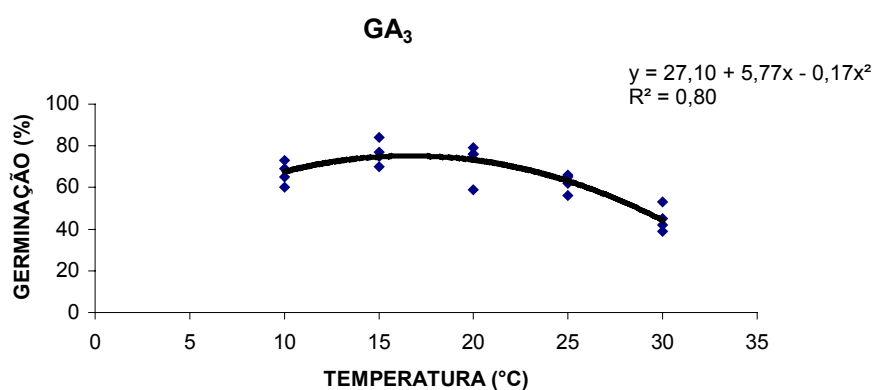


Figura 2 - Curva de germinação dos aquênios de *Siegesbeckia orientalis* em substrato umedecido com GA₃ (10⁻⁴ M), nas temperaturas de 10, 15, 20, 25 e 30° C. Viçosa, MG, 2003.

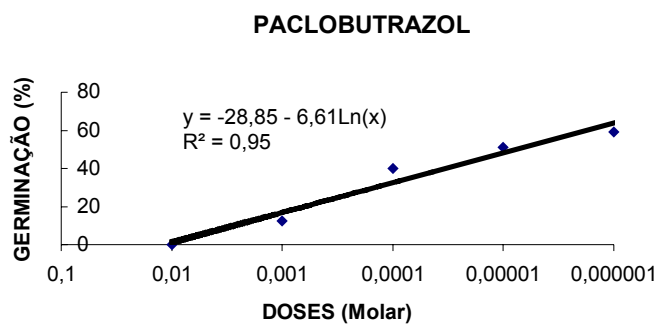


Figura 3 - Germinação dos aquênios de *Siegesbeckia orientalis* em substrato umedecido com 10^{-6} , 10^{-5} , 10^{-4} , 10^{-3} e 10^{-2} M de paclobutrazol (PZ), na temperatura de 18° C. Viçosa, MG, 2003.

CRESCIMENTO DE *Siegesbeckia orientalis* SOB DIFERENTES

CONDIÇÕES DE LUMINOSIDADE

Growth of Siegesbeckia orientalis under Different Light Conditions

RESUMO – Neste estudo, objetivou-se contrastar os efeitos de sombreamento sobre o crescimento de *S. orientalis*, utilizando a análise de crescimento. Os experimentos foram conduzidos em vasos, a pleno sol (A) e sob sombrite 50% (B). As plantas tiveram seus índices de crescimento determinados aos 14, 28, 42, 56, 80, 94 e 108 dias após o transplante (DAT), para A e aos 14, 28, 42, 56, 70, 84, 108, 122 e 136 DAT, para B. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os dados foram analisados por meio de análise de regressão. Os modelos foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão utilizando-se o teste t até 10%, no coeficiente de determinação e no fenômeno em estudo. As plantas apresentaram comportamento semelhante em A e B para a maioria das variáveis analisadas. Embora, as plantas sombreadas (radiação média de 218 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), tivessem maior duração do ciclo cultural, cerca de 140 DAT, retardando os valores máximos e / ou mínimos, em relação às plantas a luz plena (média de 658 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), com aproximadamente 110 DAT. Em B, foram obtidas também as maiores médias para a maioria dos índices avaliados - área foliar, altura, números de folhas e capítulos florais, biomassa seca total, taxa de crescimento absoluto, taxa de crescimento relativo, razão de peso

foliar, razão de área foliar e área foliar específica -, sugerindo que a espécie é favorecida pelo sombreamento.

Palavras-chave: análise de crescimento, sombreamento, botão-de-ouro.

*ABSTRACT – This study aimed to contrast the effects of shading on the growth of **S. orientalis** by applying growth analysis. The experiments were conducted in pots under full sunlight (A) and 50% shading (B). Plant growth indices were determined at 14, 28, 42, 56, 80, 94 and 108 days after transplant (DAT) for A and at 14, 28, 42, 56, 70, 84, 108, 122, 136 DAT for B. The experimental design was completely randomized, with four repetitions. Data were analyzed by means of regression analysis. The models were chosen based on the significance of the regression coefficients, using the t test up to 10% in the determination coefficient and the phenomenon under study. The plants presented a similar behavior in A and B for most of the variables analyzed; however, the plants under shading (mean radiation of $218 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) have a longer cultural cycle duration (around 140 DAT) with their maximum and minimum points being much slower than the plants under full sunlight (average of $658 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), with approximately 110 DAT. The plants shaded also obtained the highest averages for most of the indices evaluated, such as leaf area, height, number of leaves and floral capitulum, total dry biomass, absolute growth rate, relative growth rate, leaf weight*

ratio, leaf area ratio and specific leaf area, indicating that this species is favored by shading.

Key words: growth analysis, shading, hythiem, shrimp-claw plant.

INTRODUÇÃO

Siegesbeckia orientalis L. (botão-de-ouro) é uma espécie herbácea anual e cosmopolita, da família Asteraceae, incluída na tribo Heliantheae. No Brasil é frequentemente encontrada na região Sudeste, com maior ocorrência no período da primavera ao outono, em locais úmidos, sendo tolerante a iluminação difusa e podendo ser considerada daninha em algumas culturas. É também utilizada como planta medicinal (Baruah et al., 1979; Bremer, 1994; Kissmann & Groth, 1992), sendo isolados diversos compostos, que, além de possuírem princípios ativos medicamentosos, incluem substâncias com atividade alelopática (Pudles et al., 1957; Bohlmann et al., 1979; Baruah, et al., 1979, 1980; Zdero et al., 1991; Heinrich et al., 2002).

O cultivo de plantas medicinais e / ou alelopáticas envolve a possibilidade de domesticação da espécie a ser utilizada, o que implica no domínio do conhecimento dos estádios de desenvolvimento. A estratégia de obtenção de biomassa, assim como de seus princípios ativos, requer conhecimento sobre a forma de propagação, adaptação ao ambiente de cultivo, forma de crescimento, senescência, etc. (Reis & Mariot, 2002).

A análise de crescimento ainda é o meio mais simples e preciso para inferir a contribuição de diferentes processos fisiológicos sobre o crescimento vegetal, sendo útil no estudo de variações entre plantas geneticamente diferentes ou sob diferentes condições ambientais. Mediante a análise de crescimento, é possível conhecer a cinética de produção de biomassa das plantas, sua distribuição e eficiência ao longo da ontogenia (Benincasa, 1988).

Estudos de crescimento de plantas têm sido amplamente utilizados para o conhecimento da ecofisiologia de diferentes espécies submetidas a diferentes condições de luminosidade, seja pelo controle da radiação incidente, por meio do emprego de lâmpadas de diferentes comprimentos de ondas ou câmaras de crescimento (Cooper, 1967, Jeangros & Nosberger, 1992; Cooley et al., 2000; Musil et al., 2002), ou pelo uso de telados ou plásticos redutores da radiação (Vlahos et al., 1991; Dale & Causton, 1992a, b, c; Pushpakumari & Sasidhar, 1992; Sharma, 1994; Muroya et al., 1997; Farias et al., 1997).

Objetivou-se, neste estudo, avaliar os efeitos de sombreamento sobre o crescimento de *S. orientalis*, utilizando-se de técnicas de análise de crescimento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de agosto de 2002 a janeiro de 2003, em casa de vegetação na Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa –

MG, localizada a 20°45' S, 46°51' W e com altitude média de 689 metros. Os aquênios de *Siegesbeckia orientalis* foram coletados de plantas nascidas espontaneamente no campus, em março, e armazenados por cinco meses em sacos de papel Kraft, em local seco e arejado, sob temperatura ambiente.

A sementeira foi feita em bandejas de isopor, preenchidas com substrato para formação de mudas e mantidas em casa de vegetação, sem que a água fosse fator limitante. Mudanças com 8 cm de altura foram transplantadas 30 dias após a sementeira para local sombreado, sob sombrite – 50% (baixa radiação incidente - B) e a pleno sol (A). As unidades experimentais foram constituídas por vasos de 3 kg, contendo uma planta cada, preenchido com solo (Oxissolo / LVA), onde previamente realizou-se uma adubação de nivelamento (NPK – 4:14:8), mais 25% de composto, sem que fosse necessário a realização de calagem. As plantas foram colhidas a intervalos de quatorze dias e seus índices de crescimento determinados aos 14, 28, 42, 56, 80, 94, 108 dias após o transplante (DAT), para o experimento A e aos 14, 28, 42, 56, 70, 84, 108, 122, 136 DAT, para o B. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de regressão. Os modelos foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t e adotando-se o nível de até 10% de probabilidade, no coeficiente de determinação ($R^2 = S.Q_{\text{Regressão}} / S.Q_{\text{Luminosidade}}$) e no fenômeno em estudo.

Semanalmente, foi modificada a posição dos vasos e efetuou-se capina manual. A radiação incidente média nas duas condições de

luminosidade foi medida com o auxílio de um fotômetro (Hansatech), modelo SKP 200, em um dia ensolarado, em seis pontos distintos do dossel e em quatro horários distintos: 7h30, 10h, 13h e 16h.

Foram realizadas nove e sete coletas (método destrutivo), sob sombrite e a pleno sol, respectivamente, devido à diferença na duração do ciclo de crescimento nas duas condições. Em cada coleta, foram separadas as partes das plantas: folhas (f), ramos e capítulos florais (fl) e raízes (r), sendo determinadas as características: número de folhas e capítulos, altura do ramo principal, início da floração e senescência de folhas e área foliar (A_f). Após a secagem das diferentes partes em estufa de renovação forçada de ar a 70°C até massa constante, foi aferida a massa seca de raízes (W_r), ramos e capítulos florais (W_{fl}), folhas (W_f) e total (W_t).

A área foliar (cm^2) foi determinada por meio de um medidor de área foliar Li-cor, modelo LI-3100, sendo a altura medida com régua milimetrada. A partição de biomassa entre diferentes regiões da planta (F_w) foi determinada em percentagem de matéria seca das diferentes partes (W_f , W_{fl} e W_r) em relação à matéria seca total (W_t) ao longo do ciclo (g g^{-1}). Com base nos resultados de massa seca acumulada e área foliar foram também determinadas, para cada avaliação, a taxa de crescimento absoluto (C_t), a taxa de crescimento relativo (R_w), a taxa de assimilação líquida (E_A), a razão de área foliar (F_A) e a área foliar específica (S_A), de acordo com Radford (1967) e Benincasa (1988).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas de *Siegesbeckia orientalis* apresentaram comportamento semelhante nos experimentos A (a pleno sol) e B (sob sombrite) para a maioria das variáveis analisadas, embora as plantas cultivadas em B (radiação média de $218 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) tivessem maior duração do ciclo de desenvolvimento, cerca de 140 DAT, em relação às plantas mantidas sob A (média de $658 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), com ciclo de aproximadamente 110 DAT. A diferença percentual de radiação entre as duas condições foi em média de 67% ao longo do ciclo.

As plantas sombreadas (B) apresentaram área foliar (A_f) de $846 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$ durante o ciclo, cerca de três vezes superior à média de $277 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$, mantidas a plena luz (A) (Figura 1). A A_f foi crescente até 58 ($1.503 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$) e 40 ($565 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$) DAT, para B e A, respectivamente, quando se iniciou o processo de senescência foliar. Resultados semelhantes foram obtidos por Vlahos et al. (1991) para três diferentes cultivares de *Archimene*; por Muroya et al. (1997) em estudo com *Calophyllum angulare*; e por Farias et al. (1997) em *Cedrelinga catenaeformis*, que verificaram um rápido aumento da superfície fotossintetizante como forma de as plantas assegurarem um aproveitamento maior das baixas intensidades luminosas.

Quanto à altura (Figura 1), medida de dimensão linear, observou-se maior cobertura vegetal nas plantas de *S. orientalis* mantidas sob baixa radiação (B), altura máxima de 45 cm planta⁻¹, obtida aos 91 DAT, e 26 cm planta⁻¹ aos 75 DAT sob alta radiação (A). Esse mesmo comportamento também foi observado nos estudos de Pushpakumari & Sasidhar (1992) com *Discorea alata.*, *D. esculenta* e *Xanthosoma sangittifolium* e por Muroya et al. (1997) com *Calophyllum angulare*, em que as maiores alturas observadas sob sombreamento, provavelmente, se deveram ao aumento da dominância apical, em decorrência do decréscimo de fotoassimilados e dos maiores níveis de auxina.

A contagem de estruturas morfológicas e os números de folhas e inflorescências (Figura 1) fornecem dados relevantes quanto à fenologia das plantas (Benincasa, 1988). Para ambas as condições de luminosidade, embora já houvesse iniciado o processo de senescência foliar, obteve-se o número máximo de folhas aos 74 e 55 DAT, para B e A, com médias estimadas de 124 e 69 folhas planta⁻¹, respectivamente. Quanto ao desenvolvimento reprodutivo, observou-se que houve formação de capítulos florais logo na segunda avaliação, com os pontos máximos estimados aos 89 e 70 DAT, média de 367 e 278 flores planta⁻¹, para B e A. Tanto para o número de folhas como o de flores, as plantas sob sombreamento obtiveram maiores médias e os pontos de máxima estimados mais tardiamente. Vlahos et al. (1991), em experimento com cultivares de *Achimenes* também observaram que a diminuição da intensidade luminosa favoreceu ao florescimento; esses dados foram

contrários aos de Cooper (1967), que verificou decréscimo da produção de flores de *Lotus corniculatus* e *Medicago sativa* com a redução da luminosidade.

De acordo com os dados de biomassa seca total (W_t) de *S. orientalis* (Figura 2), foram obtidos os pontos máximos aos 92 e 70 DAT, para as condições B (17,5 g planta⁻¹) e A (11,4 g planta⁻¹). O decréscimo da W_t ao final do ciclo deveu-se, principalmente, à queda no número de folhas. Outros autores também verificaram que algumas espécies são capazes de maximizar a produção de matéria seca com a diminuição da radiação, como em *Achimenes* (Vlahos et al., 1991), *Rumex obtusifolius* (Jeangros & Nosberger, 1992) e *Cynosurus cristatus* (Cooley et al., 2000); o estabelecimento de tais espécies não é prevenido pelo sombreamento.

A distribuição de matéria seca nas diferentes partes da planta (Figura 2) se deve ao processo fisiológico da translocação de fotoassimilados ao longo do ciclo cultural. Para ambas as condições de radiação, a razão de massa seca nas folhas (F_{wf}) foi decrescente com o ciclo, enquanto a massa seca acumulada na parte aérea (F_{wfl}) mostrou-se crescente (Figura 2). No início do ciclo encontram-se valores entre 0,55 e 0,65 para a F_{wf} , evidenciando que nesta fase 55 a 65% do total da biomassa encontrava-se nas folhas. Após este período inicial, houve inversão na representatividade das folhas e parte aérea. Ao final do ciclo, em ambos os experimentos, a biomassa seca acumulada na parte aérea (F_{wfl}) chegou a representar em torno de 80%. Quanto à razão de massa

radicular (F_{wr}), estimou-se o mínimo aos 125 DAT para B ($0,05 \text{ g g}^{-1}$) e o máximo aos 36 DAT para A ($0,195 \text{ g g}^{-1}$).

Corroborando com os trabalhos de Dale & Causton (1992b, c) em três diferentes espécies de *Veronica*, Sharma (1994) com *Panicum maximum* e Farias et al. (1997) com *Cedrelinga catenaeformis*, na condição B, a média da razão de massa foliar (F_{wf}) foi superior durante o ciclo, $0,3 \text{ g g}^{-1}$ contra $0,25 \text{ g g}^{-1}$ em A. Entretanto, esta diferença se torna muito pequena, considerando a superioridade de três vezes em área foliar (A_f) obtida na condição B, em relação a A. Isso indica que, apesar de apresentarem menor A_f , as folhas das plantas sob luz plena tiveram maior espessamento do mesófilo e, conseqüentemente, maior massa por superfície de folha. A razão de massa seca de raiz (F_{wr}) e parte aérea (F_{wf}) foi maior para o experimento A - média de 18 contra 12% (B) da matéria seca total para raiz e 56 contra 52% (B) para parte aérea. Em espécies de *Veronica* também se observou a diminuição da F_{wr} com o sombreamento, já quanto a F_{wf} o comportamento foi o oposto (Dale & Causton, 1992a, b, c).

De modo geral, as plantas de *S. orientalis* apresentaram um rápido crescimento inicial (Figura 3). Para as plantas sob sombreamento, a taxa de crescimento absoluto (C_t) obteve sua velocidade de incremento máximo ao redor de 40-50 DAT, seguido por redução gradual, até atingir valores negativos, entre 80-90 DAT, devido ao processo de senescência da planta. Por outro lado, para as plantas sob alta radiação, a C_t atingiu valores máximos logo na segunda avaliação: 28 DAT. A partir do 60 DAT, observou-se rápida

senescência dos órgãos da planta. Considerando-se somente os valores positivos das $C_t(s)$, as plantas de *S. orientalis* apresentaram velocidade média de crescimento de 0,2 e 0,3 g dia⁻¹, para as condições de alta e baixa luminosidade, respectivamente.

Na figura 4, para ambos os experimentos, as diferentes partes de *S. orientalis* mostraram comportamento semelhante quanto às taxas de crescimento relativo (R_W). Os valores da R_W foram crescentes até 28 DAT, seguido por decréscimo das taxas até o final do ciclo, devido, principalmente, ao auto-sombreamento. Considerando-se somente as $R_W(s)$ positivas, em B os valores médios corresponderam a 0,036 g g⁻¹ dia⁻¹ para raiz, 0,055 g g⁻¹ dia⁻¹ para parte aérea, 0,042 g g⁻¹ dia⁻¹ para folhas e 0,057 g g⁻¹ dia⁻¹ total. Para plantas sob A os valores estimados para as $R_W(s)$ foram superiores aos da condição anterior: 0,054 g g⁻¹ dia⁻¹ para raiz, 0,06 g g⁻¹ dia⁻¹ para parte aérea e 0,056 g g⁻¹ dia⁻¹ para folhas. No entanto, quando se observa a R_W total, o índice foi um pouco inferior, 0,05 g g⁻¹ dia⁻¹. Isso ocorre porque a R_W é dependente de dois outros parâmetros de crescimento: a área foliar útil para o crescimento (F_A) e a taxa de fotossíntese líquida (E_A) (Cooper, 1967; Benincasa, 1988). Esses resultados concordam com os trabalhos de Cooper (1967) com *Lotus corniculatus* e *Medicago sativa*, Jeangros & Nosberger (1992) com *Rumex obtusifolius* e *Lolium perene* e Dale & Causton (1992a, b, c) com espécies de *Veronica*.

De acordo com Radford (1967) e Benincasa (1988), a fórmula da taxa de assimilação líquida (E_A) somente se aplica quando existe correlação

linear entre área foliar e matéria seca total. Uma vez que não foi encontrada tal correlação para nenhuma das situações estudadas, estes dados não foram apresentados em forma de regressão. Entretanto, considerando-se somente as taxas positivas, a E_A foi de 0,00025 e 0,0005 $\text{g dia}^{-1} \text{cm}^2$, para as condições B e A, respectivamente, sendo o principal fato para explicar as maiores $R_W(s)$ na condição A, onde as plantas de *S. orientalis* produziram maior biomassa por área foliar, demonstrando menor competitividade da espécie sob alta radiação incidente.

A razão de área foliar (F_A) é um componente morfofisiológico que expressa a área foliar útil para a fotossíntese. Na figura 5, verifica-se que a F_A foi maior para as plantas na condição B - média durante o ciclo de 108 contra 69 $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ para A -, indicando que a *S. orientalis* é favorecida por ambientes sombreados, pois as plantas consideradas de sombra, geralmente, apresentam uma baixa F_A a pleno sol, como resultado da capacidade da planta em se adaptar a diferentes condições de luminosidade, assim como nas espécies estudadas por Cooper (1967), Dale & Causton (1992a, b, c), Sharma (1994) e Farias et al. (1997). Esses dados permitem também verificar que a F_A declina à medida que a planta cresce, pois, com o crescimento, aumenta a interferência devido ao auto-sombreamento e diminui a área foliar.

A área foliar específica (S_A) é o componente da F_A que relaciona a superfície foliar (parte morfológica) com o peso de matéria seca da própria folha (parte anatômica). O inverso da S_A indica a espessura da folha. A S_A foi superior para a condição B - média de 313 contra 204 $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ em A (Figura 5)

-, indicando que as plantas de *S. orientalis* apresentam maior espessamento das folhas quando submetidas à alta radiação, corroborando com os experimentos de Sharma (1994) e Dale & Causton (1992a, b).

De maneira geral, conclui-se que as plantas de *S. orientalis* iniciaram sua fase reprodutiva precocemente, apresentaram plasticidade fenotípica e se adaptaram a diferentes condições de luminosidade. Sob menor radiação incidente, entretanto, as plantas tiveram seu ciclo prolongado em torno de 30 dias, retardando os valores máximos e / ou mínimos. Obtiveram, também, as maiores médias para a maioria dos índices avaliados - A_f , altura, números de folhas e capítulos florais, W_t , C_t , R_w , F_w , F_A e S_A -, sugerindo, assim, que a espécie é favorecida pelo sombreamento.

LITERATURA CITADA

BARUAH, R. N. et al. A new melampolide from *Siegesbeckia orientalis*.

Phytochemistry, v. 18, p. 991-994, 1979.

BARUAH, R. N. et al. New melampolides and darutigenol from *Siegesbeckia orientalis*. **Phytochemistry**, v. 19, p. 323-325, 1980.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas - noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 42 p.

BOHLMANN, F. et al. Neue melampolide und *cis, cis*-germacranolide aus vertretern der subtribus *Melampodiinae*. **Phytochemistry**, v. 18, p. 625-630, 1979.

BREMER, K. **Asteraceae, cladistics & classification**. Portland: Timber Press, 1994. 752 p.

COOLEY, N. M. et al. Outdoor ultraviolet polychromatic action spectra for growth responses of *Bellis perennis* and *Cynosurus cristatus*. **J. Photochem. Photobiol. Biol.**, v. 59, p. 64-71, 2000.

COOPER, C. S. Relative growth of alfafa and birdsfoot trefoil seedlings under low light intensity. **Crop Sci.**, v. 7, n. 3, p. 176-178, 1967.

DALE, M. P.; CAUSTON, D. R. The ecophysiology of *Veronica chamaedrys*, *V. montana* and *V. officinalis*. I. Light quality and light quantity. **J. Ecol.**, v. 80, p. 483-492, 1992a.

DALE, M. P.; CAUSTON, D. R. The ecophysiology of *Veronica chamaedrys*, *V. montana* and *V. officinalis*. II. The interaction of irradiance and water regime. **J. Ecol.**, v. 80, p. 493-504, 1992b.

DALE, M. P.; CAUSTON, D. R. The ecophysiology of *Veronica chamaedrys*, *V. montana* and *V. officinalis*. III. Effects of shading on the phenology of biomass allocations – a field experiment. **J. Ecol.**, v. 80, p. 505-515, 1992c.

FARIAS, V. C. C. et al. Análise de crescimento de mudas de cedrorana (*Cedrelinga catenaeformis* (Ducke) Ducke) cultivadas em condições de viveiro. **R. Bras. Sementes**, v. 19, n. 2, p. 193-200, 1997.

HEINRICH, G. et al. Glandular hairs of *Siegebeckia jorullensis* Kunth (Asteraceae): morphology, histochemistry and composition of essential oil. **Ann. Bot.**, v. 89, p. 459-469, 2002.

JEANGROS, B.; NOSBERGER, J. Comparasion of the growth response of *Rumes obtusifolius* L. and *Lolium perenne* L. to photon flux density. **Weed Res.**, v. 32, n. 4, p. 311-316, 1992.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: BASF Brasileira, 1992. p. 326-328. T. 2.

MUROYA, K.; VARELA, V. P.; CAMPOS, M. A. A. Análise de crescimento de mudas de jacareúba (*Calophyllum angulare* A.C. Smith – Guttiferae) cultivadas em condições de viveiro. **Acta Am.**, v. 27, n. 3, p. 197-212, 1997.

MUSIL, C. F.; CHIMPHANGO, S. B. M.; DAKORA, F. D. Effects of elevated ultraviolet-B radiation on native and cultivated plants of southern Africa. **Ann. Bot.**, v. 90, p. 127-137, 2002.

PUDLES, J.; DIARA, A.; LEDERER, E. Sur l'isolement et la constitution chimique du darutoside, principe amer de *Siegesbeckia orientalis*. **Comptes Rendus Herbd. des Sea. l'academie Sci.**, v. 244, n. 4, p. 472-475, 1957.

PUSHPAKUMARI, R.; SASIDHAR, V. K. Influence of shade on the growth attributes of minor tuber crops. **J. Root Crops**, v. 18, n. 1, p.64-67, 1992.

RADFORD, P. J. Growth analysis formulae. Their use and abuse. **Crop Sci.**, v. 7, n. 3, p. 171-175, 1967.

REIS, M. S.; MARIOT, A. Diversidade natural e aspectos agronômicos de plantas medicinais. In: SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 4.ed. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2002. p. 41-62.

SHARMA, B. M. Ecophysiological studies on *Panicum maximum* Jacq. In south-west Nigeria. **Range Manag. Agrof.**, v. 15, n. 1, p. 49-53, 1994.

VLAHOS, J. C.; HEUVELINK, E.; MARTAKIS, G. F. P. A growth analysis study of three *Achimenes* cultivars grown under three light regimes. **Sci. Hort.**, v. 46, n. 3-4, p. 275-282, 1991.

ZDERO, C. et al. Sesquiterpene lactones and other constituents from *Siegesbeckia orientalis* and *Guizotia scabra*. **Phytochemistry**, v. 30, n. 5, p. 1579-1584, 1991.

FIGURAS

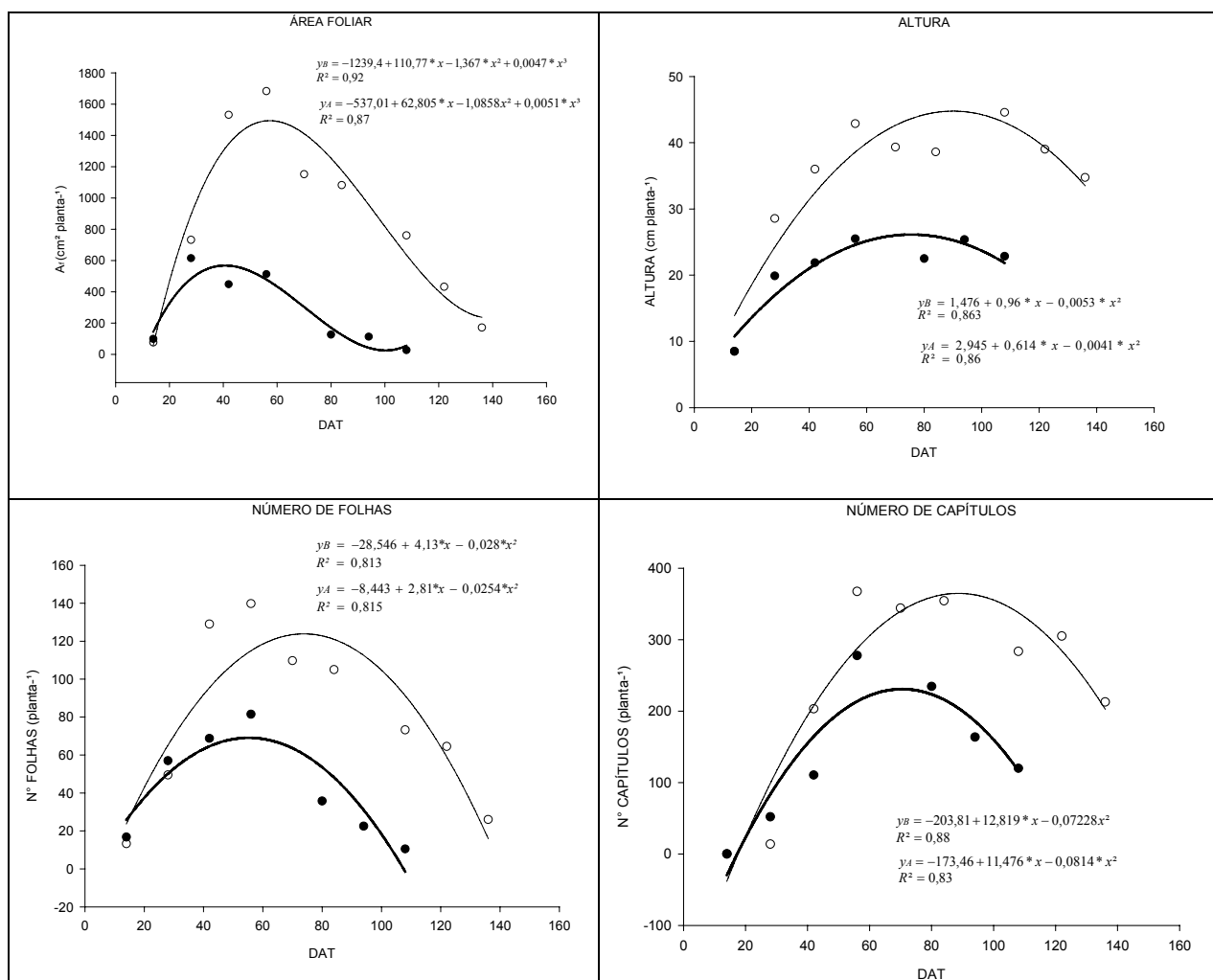


Figura 1 - Área foliar, altura, número de folhas e capítulos florais de *Siegesbeckia orientalis* ao longo do ciclo de crescimento, sob alta (●) e baixa (○) radiação.

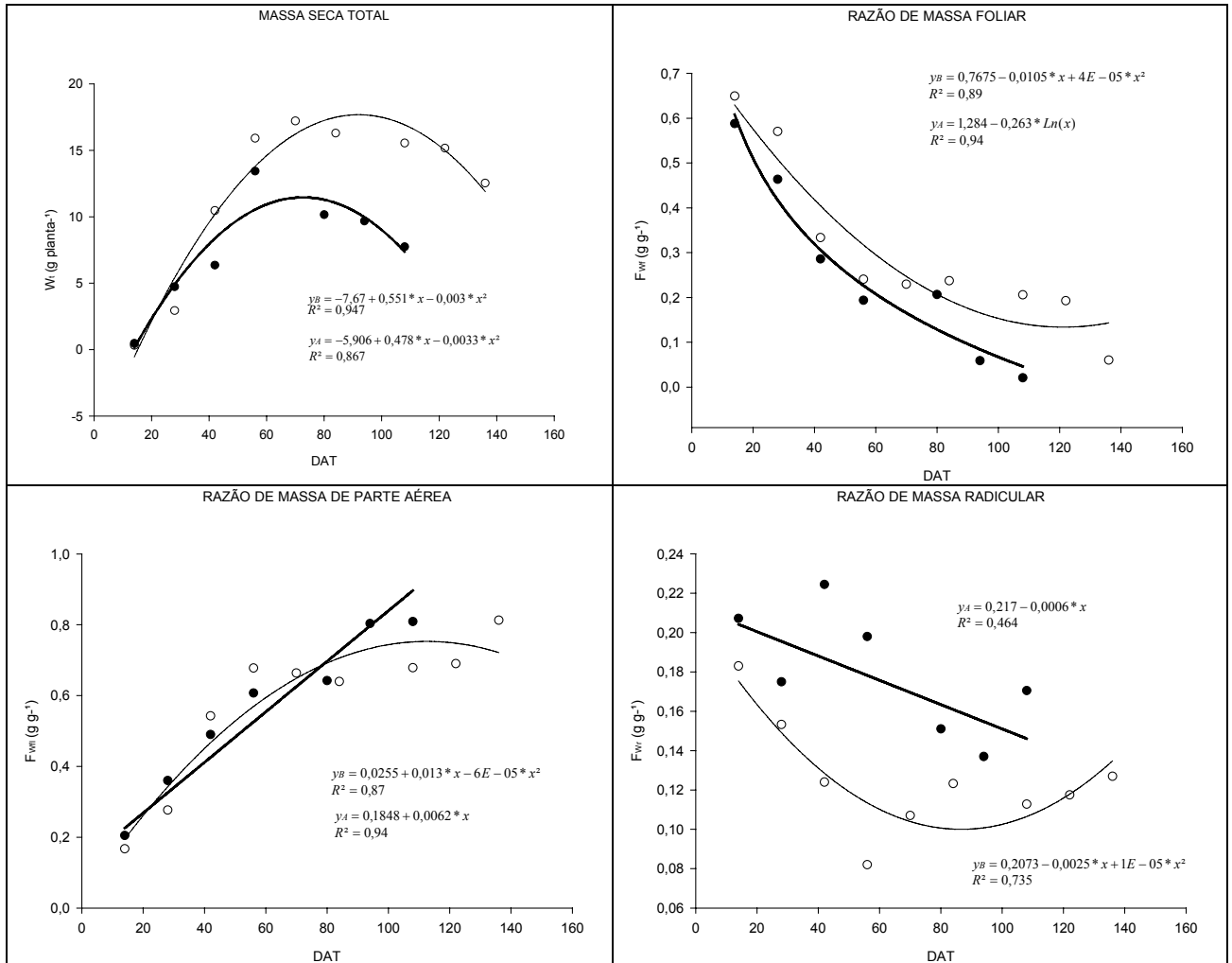


Figura 2 - Massa seca total e a sua distribuição nas diferentes partes de *Siegesbeckia orientalis* ao longo do ciclo de crescimento, sob alta (●) e baixa (○) radiação.

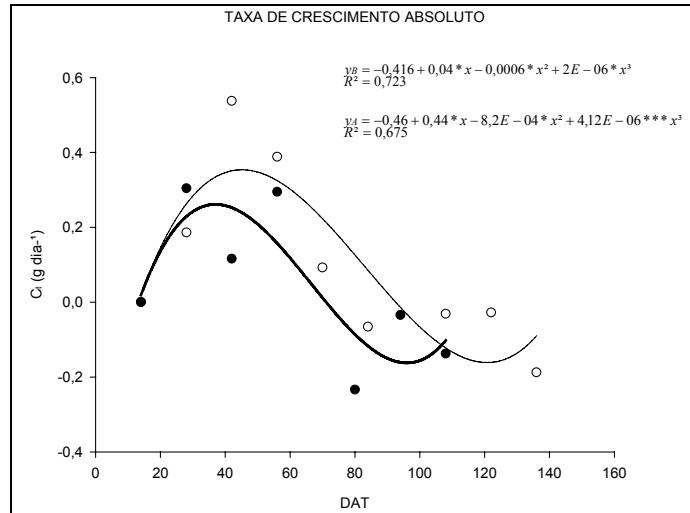


Figura 3 - Taxa de crescimento absoluto de *Siegesbeckia orientalis* ao longo do ciclo de crescimento, sob alta (●) e baixa (○) radiação.

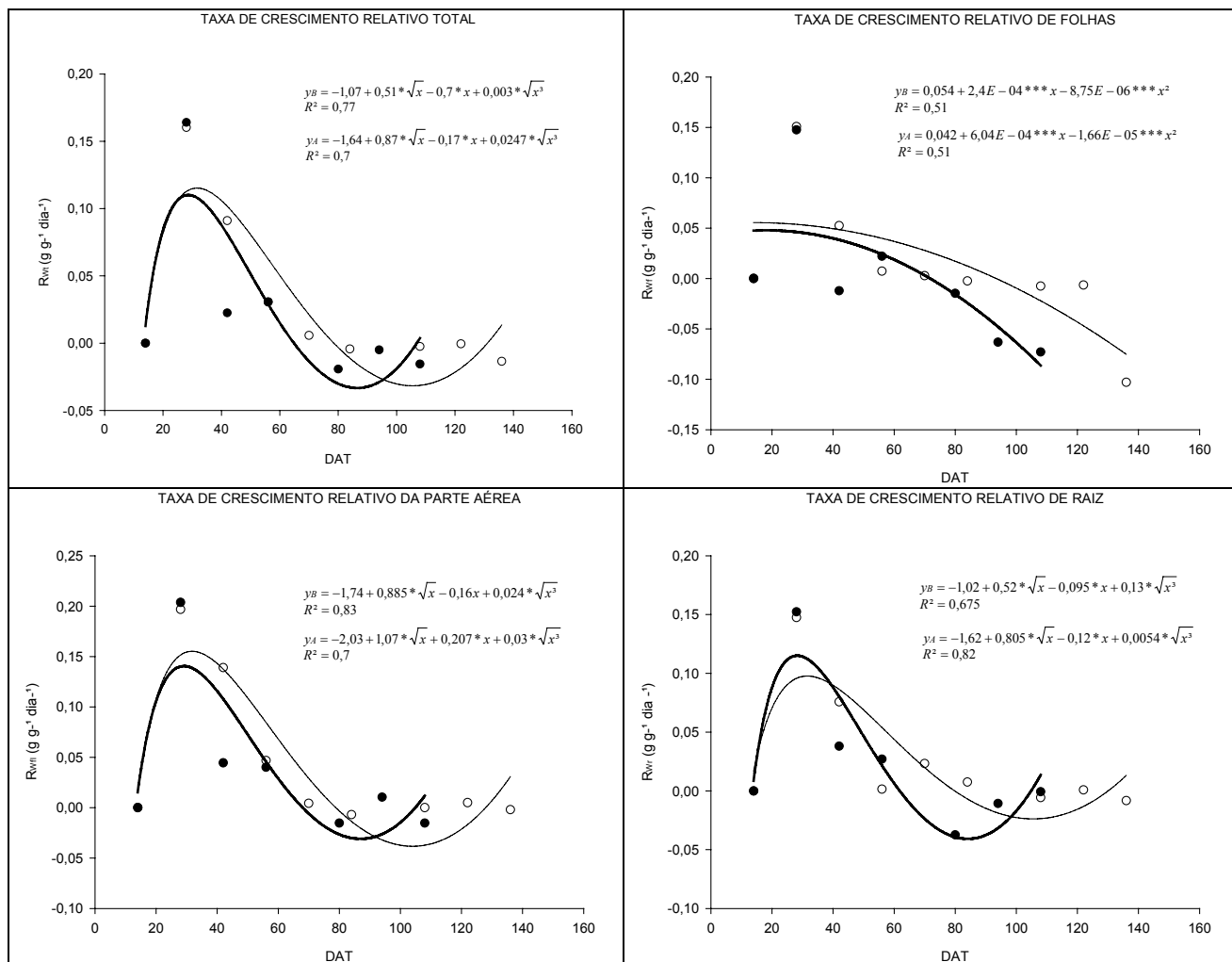


Figura 4 - Taxa de crescimento relativo nas diferentes partes de *Siegesbeckia orientalis* ao longo do ciclo de crescimento, sob alta (●) e baixa (○) radiação.

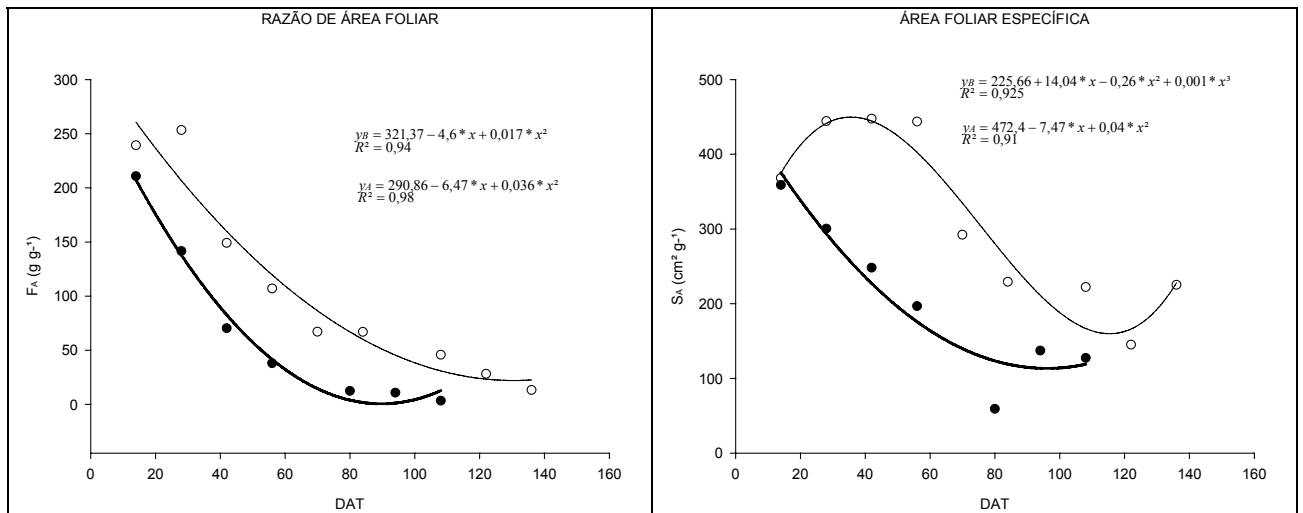


Figura 5 - Razão de área foliar e área foliar específica de *Siegesbeckia orientalis* ao longo do ciclo de crescimento, sob alta (●) e baixa (○) radiação.

ANATOMIA E HISTOQUÍMICA DOS ÓRGÃOS VEGETATIVOS DE
Siegesbeckia orientalis (ASTERACEAE)

*Anatomy and Histochemistry of the Vegetative Organs of
Siegesbeckia orientalis (Asteraceae)*

RESUMO - Descreveu-se a anatomia dos órgãos vegetativos de *S. orientalis*, em estrutura primária, enfatizando a caracterização e histoquímica de suas estruturas secretoras. Folhas, caules e raízes foram fixados em FAA₅₀ e em sulfato ferroso e estocados em etanol 70%. Cortes transversais e longitudinais foram submetidos ao azul-de-toluidina pH 4,0, ao vermelho-de-rutênio, à reação de PAS, ao reativo Xylidine Ponceau, ao Sudan Black B e ao reativo Dragendorff. Anatomicamente, os órgãos vegetativos de *S. orientalis* são semelhantes aos caracteres descritos para Asteraceae. As raízes laterais são triarcas e o caule, um eustelo. Ductos estão ausentes na raiz e presentes no caule e na folha. Estas estruturas são de pequeno diâmetro, sendo delimitados por 4 a 5 células epiteliais. No caule os ductos estavam presentes no córtex, próximos à endoderme e na medula; nas folhas, associados aos feixes vasculares, tanto para o lado do xilema quanto para o do floema. As folhas são dorsiventrais e anfiestomáticas. Três tipos de estruturas secretoras foram observados: ductos, hidatódios e tricomas glandulares. Os testes histoquímicos aplicados demonstraram a presença de compostos fenólicos e alcalóides nos ductos e, nos tricomas, de compostos lipofílicos e fenólicos. Estes resultados

indicam a complexidade da secreção produzida pelas estruturas secretoras na espécie.

Palavras-chave: Planta daninha, planta medicinal, botão-de-ouro, Heliantheae.

*ABSTRACT - The anatomy of the vegetative organs of **S. orientalis** in primary structure was described, emphasizing the characterization and histochemistry of its secretory structures. Leaves, stems and roots were fixed in FAA₅₀ and ferrous sulphate and stored in 70% ethanol. Cross and longitudinal sections were submitted to toluidine blue pH 4.0, ruthenium red, PAS reaction, Ponceau Xylidine reactive, Sudan Black B and Dragendorff reactive. Anatomically, **S. orientalis** vegetative organs are similar to the characters described for the Asteraceae. The lateral roots are triarches and the stem is an eustele. Ducts are absent in the root and present in the stem and leaf. These structures are of low diameter, being delimited by 4 to 5 epithelial cells. In the stems, the ducts were present in the cortex, next to the endoderm and in the pith. In the leaves, they were associated to the vascular bundles, facing both the xylem and the phloem. The leaves are dorsiventral and amphistomatic. Three types of secretory structures were observed: ducts, hydathodes and glandular trichomes. The histochemical tests showed the presence of phenolic and alkaloid compounds in the ducts, while the presence*

of lipid and phenolic compounds was found in the trichomes. Such results indicate the complex secretion produced by the structures in this species.

Key words: Weed, medicinal plant, hythiem, shrimp-claw plant, Heliantheae.

INTRODUÇÃO

Siegesbeckia orientalis L., conhecida por botão-de-ouro, é uma planta herbácea anual e cosmopolita, da família Asteraceae, incluída na tribo Heliantheae. No Brasil é considerada planta daninha, freqüentemente encontrada na região Sudeste (Kissmann & Groth, 1992; Bremer, 1994). A parte aérea da planta é utilizada na medicina tradicional chinesa em tratamentos antialérgicos, artrites reumáticas, entre outros (Pudles et al., 1957; Baruah et al., 1979, 1980; Hwang et al., 2001), tendo sido isolados diversos compostos, que, além de possuírem princípios ativos medicamentosos, incluem substâncias com atividade alelopática (Pudles et al., 1957; Bohlmann et al., 1979; Baruah et al., 1979, 1980; Zdero et al., 1991; Heinrich et al., 2002).

A Asteraceae constitui a maior família entre as Angiospermas, com cerca de 1.535 gêneros e 23.000 espécies (Bremer, 1994; Judd et al., 1999). O sucesso da família talvez se deva à presença de tipos particulares de estruturas secretoras, como canais resiníferos e laticíferos, responsáveis pela sua defesa

química (Metcalfé & Chalk, 1950; Heywood et al., 1977; Cronquist, 1981, Simões et al., 2002).

Considerando-se as investigações realizadas sobre a anatomia de Asteraceae, diferentes tipos de estruturas secretoras foram relatados: ductos (Castro, 1987; Ascensão & Pais, 1988; Lersten & Curtis, 1988; Meira, 1991; Claro, 1994; Poli et al., 1995; Castro et al., 1997), cavidades (Lersten & Curtis, 1986, 1987, 1989; Curtis & Lersten, 1986, 1990; Monteiro et al., 1995), idioblastos (Meira, 1991; Claro, 1994), laticíferos (Vertrees & Mahlberg, 1978), hidatódios (Lersten & Curtis, 1985; Castro, 1987; Meira, 1991; Claro, 1994; Castro et al., 1997), nectários extraflorais (O'Dowd & Catchpole, 1983), tricomas (Werker & Fahn, 1981; Castro, 1987; Meira, 1991; Claro, 1994; Castro et al., 1997; Monteiro et al., 2001), coléteres (Solereeder, 1908) e apêndices glandulares (Carlquist, 1959). Nestes trabalhos, tais estruturas foram investigadas quanto aos aspectos estruturais, ultra-estruturais, histoquímicos e ecológicos.

Dados sobre anatomia de *Siegesbeckia* estão restritos as informações contidas na revisão de Solereeder (1908), que relatou a ocorrência de coléteres no pecíolo e de Heinrich et al. (2002), que observaram a presença de tricomas glandulares multicelulares de haste longa (bi a trisseriados) e pequenos tricomas bisseriados nas brácteas involucrais internas e externas dos capítulos paniculados.

O objetivo do trabalho foi descrever a anatomia dos órgãos vegetativos, em estrutura primária, de *S. orientalis*, enfatizando a

caracterização de estruturas secretoras, e aplicar testes histoquímicos para obter informações sobre a natureza química dos produtos secretados.

MATERIAL E MÉTODOS

O material vegetal foi coletado de plantas de *Siegesbeckia orientalis* que cresciam espontaneamente no campus da Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa, MG. O espécime testemunha encontra-se depositado no Herbário da UFV (VIC), sob o nº 26.307.

Foram amostradas folhas totalmente expandidas, entre o quarto e quinto nós a partir do ápice; caules em estrutura primária, localizados em entrenós acima da quarta folha; e raízes laterais de pequeno calibre próximas ao ápice meristemático, que se encontravam em estrutura primária. As amostras foram fixadas em FAA₅₀ (formaldeído, ácido acético glacial, etanol 50%; 5:5:90, v/v) (Johansen, 1940) e, para verificação de compostos fenólicos, em sulfato ferroso em formalina neutra tamponada - SF (Jensen, 1962). Ambas amostras foram estocadas em etanol 70%. Cortes transversais e longitudinais do pecíolo (porções basal e distal), da lâmina foliar (porções basal, mediana, apical e marginal), dos caules e das raízes (porção apical) foram obtidos em micrótomo de mesa e em micrótomo rotativo de avanço automático (RM 2155, Leica). Neste último caso, as amostras foram incluídas em metacrilato (Historesin, Leica) e cortadas na espessura de 8 µm com navalha de aço.

Os cortes das amostras fixadas em FAA₅₀ foram submetidos aos reagentes: azul-de-toluidina - AT, pH 4,0 (O'Brien & McCully, 1981), para detecção de radicais catiônicos e metacromasia; ao vermelho-de-rutênio - VR (Johansen, 1940), que cora, principalmente, substâncias pécnicas; ao reativo de Schiff e ácido periódico - PAS (Pearse, 1980), para identificar polissacarídeos neutros e glicoproteínas; ao reativo Xylidine Ponceau - XP (Vidal, 1970), para verificação de radicais catiônicos protéicos; ao Sudan Black B - BB (Benes, 1964), para verificação de compostos lipofílicos e ao reativo Dragendorff - DD (Yoder & Mahlberg, 1976), para alcalóides. As lâminas preparadas com amostras cortadas ao micrótomo de mesa foram montadas em gelatina glicerinada (Johansen, 1940), e aquelas incluídas em metacrilato foram montadas em resina sintética (Permout, SP15-500, Fisher Scientific) (Ruzin, 1999). Para alguns dos testes foram desenvolvidos controles: para o PAS, pela supressão do tratamento com ácido periódico (Riding & Gifford, Jr., 1973); para lipídios, pela extração prévia com piridina (Jensen, 1962); e para compostos fenólicos, pela extração prévia com metanol (Ramsey & Berlyn, 1976).

Na análise e documentação fotográfica foram utilizados um fotomicroscópio (Olympus AX70), equipado com sistema fotográfico (U-Photo) e recurso de contraste de fase e polarização, e um microscópio estereoscópico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As folhas de *S. orientalis* são simples, opostas em pares cruzados e com as bases dos pecíolos fundidas aos ramos.

No pecíolo, a epiderme é unisseriada, com cutícula espessa e com tricomas tectores pluricelulares unisseriados e glandulares pluricelulares bisseriados (Figura 1), com 8 a 12 células, sendo 2 basais, 2 no pescoço e 6 a 10 formando o ápice (Figura 1). Nestes últimos, as células da cabeça apresentam citoplasma denso e a cutícula que as recobre se distende, dando origem a um espaço subcuticular. Tricomas secretores bisseriados são característicos da família Asteraceae, podendo ser considerados um caráter conservativo (Castro, 1987; Meira, 1991; Claro, 1994; Castro et al., 1997; Monteiro et al., 2001). O colênquima é subepidérmico e três feixes vasculares colaterais encontram-se imersos no parênquima cortical (Figura 1). Ductos secretores de diâmetro reduzido, delimitados por 4 a 5 células epiteliais, encontram-se próximos aos feixes vasculares, tanto para o lado do floema (Figuras 1 e 2), como para o do xilema (Figuras 1 e 4). Em corte longitudinal, o lúmen dos ductos é alongado e reagiu positivamente aos testes para compostos fenólicos (Figura 3) e alcalóides. Os fenóis incluem uma grande diversidade de compostos, como os flavonóides, os taninos e os ácidos benzóicos e cinâmicos (Simões et al., 2002); podendo ser encontrados complexados com proteínas, alcalóides e terpenos (Salatino & Gottlieb, 1980).

Não foram visualizados coléteres nos pecíolos, o que contrapõe o relato de Solereder (1908).

O limbo é lanceolado e pubescente, com a margem serrilhada e venação reticulada. As folhas são anfiestomáticas, com estômatos do tipo anomocítico, e a epiderme é unisseriada (Figura 5). Tricomas tectores e glandulares bisseriados são abundantes por toda a superfície foliar e podem ser visualizados ao microscópio estereoscópico, como gotas translúcidas (Figura 8). Na nervura central (Figura 6), o colênquima subepidérmico se dispõe como calotas - uma voltada para a face adaxial e a outra para a abaxial. Os feixes vasculares são colaterais e delimitados pelo parênquima aclorofilado (Figura 6). Ductos secretores de lúmen reduzido estão próximos ao feixe vascular, tanto para o lado do floema quanto para o do xilema. Os plastídeos do parênquima clorofiliano e os das células-guarda dos estômatos reagiram positivamente ao teste para alcalóides (Figura 6). O mesofilo é dorsiventral e nas nervuras de maior porte foram visualizados ductos voltados somente para a face adaxial (Figura 5). A constante presença e a posição dos ductos confirmam a sugestão de que na tribo Heliantheae estas características podem ter valor diagnóstico (Castro, 1987; Ascensão & Pais, 1988; Lersten & Curtis, 1988; Meira, 1991; Claro, 1994; Poli et al., 1995; Castro et al., 1997).

Hidatódios (Figuras 7 e 8) foram evidenciados nas margens das folhas. São caracterizados por uma epiderme portadora de poros, por epitema subepidérmico constituído de pequenas células de núcleo grande, citoplasma denso e aclorofiladas; a vascularização é exclusivamente xilemática. São

responsáveis pelo processo de gutação e são estruturas comuns dentre as Asteraceae (Lersten & Curtis, 1985; Castro, 1987; Meira, 1991; Claro, 1994; Castro et al., 1997).

O caule é cilíndrico, oco, de cor verde e levemente pubescente. A epiderme é unisseriada (Figura 9), com estômatos que se projetam para o exterior (Figura 10) e com os mesmos tipos de tricomas tectores e glandulares (Figuras 11 e 12) observados na folha, porém em menor abundância. O córtex é ocupado por um anel subepidérmico de quatro a cinco camadas de colênquima do tipo lamelar (Figura 9) e internamente delimitado pela endoderme (Figuras 9 e 13). Internamente ao colênquima, ocorre um parênquima clorofiliano, onde se apresentam imersos ductos secretores de diâmetro reduzido, associados aos feixes vasculares, tanto para o lado do floema (Figura 9), quanto para o do xilema (Figura 14). Os feixes vasculares são colaterais, e a medula parenquimática; caracteriza-se, portanto, estelo do tipo eustelo. O conteúdo do lúmen dos ductos e grânulos nas células da endoderme reagiu positivamente ao teste para alcalóides (Figura 13). Compostos fenólicos também foram identificados nos ductos do caule, assim como para aqueles da folha (Figura 3). Esses resultados corroboram os registrados na literatura quanto à complexidade química dos produtos secretados pelas estruturas secretoras de Asteraceae, relacionando o grande sucesso da família, a maior entre as Angiospermas, a um sistema de defesa químico derivado (Metcalf & Chalk, 1950; Heywood et al., 1977; Cronquist, 1981).

A espécie possui raiz pivotante, bastante desenvolvida e de coloração branca. A epiderme é uniestratificada, revestida com cutícula extremamente fina; o córtex parenquimático é delimitado internamente por uma endoderme com estrias de Caspary (Figura 15). A raiz lateral é triarca na região seccionada (Figura 15) e de maturação centrípeta. Não foram evidenciadas estruturas secretoras na raiz, o que confirma os conhecimentos da medicina popular, que indicam somente a utilização da parte aérea nos preparos medicinais (Pudles et al., 1957; Bohlmann et al., 1979; Baruah et al., 1979, 1980; Zdero et al., 1991; Heinrich et al., 2002).

O conteúdo dos ductos reagiu positivamente a compostos fenólicos (Figura 3) e a alcalóides (Figura 13). Quanto aos tricomas glandulares (Figuras 1, 8, 11 e 12), a reação foi positiva somente nas células da cabeça, tanto para compostos lipofílicos (Figura 11), como para fenólicos (Figura 12), evidenciando uma cutícula distendida (Figuras 11 e 12). A reação positiva para compostos lipofílicos indica que os tricomas glandulares são os responsáveis pela síntese e / ou acúmulo dos terpenóides relatados para a espécie (Pudles et al., 1957; Baruah et al., 1979, 1980; Bohlmann et al., 1979; Zdero et al., 1991; Heinrich et al., 2002). Como a espécie é cultivada como medicinal esses dados são de importância nas decisões agronômicas de cultivo e pós-colheita (Simões et al., 2002).

O vermelho-de-rutênio e o PAS reagiram somente nas paredes celulares. O Xylidine Ponceu corou paredes celulares primárias e proteínas

citoplasmáticas. Não foram evidenciadas substâncias pécnicas, polissacarídeos e proteínas como conteúdo das estruturas secretoras descritas.

Siegesbeckia orientalis apresentou estruturas secretoras típicas da família Asteraceae. Dos tipos de estruturas secretoras descritas para a família, três foram observados na espécie: ductos, hidatódios e tricomas. Os testes histoquímicos demonstraram a presença de compostos fenólicos e alcalóides nos ductos e compostos lipofílicos e fenólicos nos tricomas, indicando a complexidade da secreção produzida pela espécie e confirmando seu potencial farmacológico.

LITERATURA CITADA

ASCENSÃO, L.; PAIS, M. S. Ultrastructure and histochemistry of secretory ducts in *Artemisia campestris* ssp. *maritima* (Compositae). **Nord. J. Bot.**, v. 8, n. 2, p. 283-292, 1988.

BARUAH, R. N. et al. A new melampolide from *Siegesbeckia orientalis*.

Phytochemistry, v. 18, p. 991-994, 1979.

BARUAH, R. N. et al. New melampolides and darutigenol from *Siegesbeckia orientalis*. **Phytochemistry**, v. 19, p. 323-325, 1980.

BENES, K. Detection of lipids in plant meristematic cell with aid of sudan black staining. **Biol. Plant.**, v. 6, n. 1, p. 142-151, 1964.

BREMER, K. **Asteraceae, cladistics & classification**. Portland: Timber Press, 1994. 752 p.

BOHLMANN, F. et al. Neue melampolide und *cis, cis*-germacranolide aus vertretern der subtribus *Melampodiinae*. **Phytochemistry**, v. 18, p. 625-630, 1979.

CARLQUIST, S. The leaf of *Calycadenia* and its glandular appendages. **Am. J. Bot.**, v. 46, 70-80, 1959.

CASTRO, M. M. **Estruturas secretoras em folhas de espécies da família Asteraceae: aspectos estruturais e histoquímicos**. 1987. 247 f. Tese (Doutorado em Botânica) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.

CASTRO, M. M.; LEITÃO-FILHO, H. F.; MONTEIRO, W. R. Utilização de estruturas secretoras na identificação dos gêneros de Asteraceae de uma vegetação de cerrado. **R. Bras. Bot.**, v. 20, n. 2, p. 163-174, 1997.

CLARO, S. M. C. A. **Levantamento dos tipos de estruturas secretoras em folhas de Asteraceae da restinga de Setiba, Guarapari (ES)**. 1994. 101 f.

Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.

CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York: Columbia University Press, 1981. 1262 p.

CURTIS, J. D.; LERSTEN, N. R. Development of bicellular foliar secretory cavities in white snakeroot, *Eupatorium rugosum* (Asteraceae). **Am. J. Bot.**, v. 73, n. 1, p. 79-86, 1986.

CURTIS, J. D.; LERSTEN, N. R. Oil reservoirs in stem, rhizome, and root of *Solidago canadensis* (Asteraceae, tribe Astereae). **Nord. J. Bot.**, v. 10, n. 4, p. 443-449, 1990.

HEINRICH, G. et al. Glandular hairs of *Siegebeckia jorullensis* Kunth (Asteraceae): morphology, histochemistry and composition of essential oil. **Ann. Bot.**, v. 89, n. 4, p. 459-469, 2002.

HEYWOOD, V. H.; HARBONE, J. B.; TURNER, B. L. **The biology and chemistry of the Compositae**. London: Academic Press, 1977. v. 1. 619 p.

HWANG, W. J. et al. Inhibitory effect of immunoglobulin and production by jin-deuk-chal (*Siegesbeckia orientalis*). **Immunopharmacol.**

Immunotoxicol., v. 23, n. 4, p. 555-563, 2001.

JENSEN, W. A. **Botanical histochemistry: principles and practice**. San Francisco: W. H. Freeman and Company, 1962. 408 p.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: Mcgraw-Hill Book, 1940. 523 p.

JUDD, W. S. et al. **Plant systematics, a phylogenetic approach**.

Massachusetts: Publishers Sunderland, 1999. 464 p.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: BASF Brasileira, 1992. v. 2. p. 326-328.

LERSTEN, N. R.; CURTIS, J. D. Distribution and anatomy of hydathodes in Asteraceae. **Bot. Gaz.**, v. 146, n. 1, p. 106-114. 1985.

LERSTEN, N. R.; CURTIS, J. D. Tubular cavities in white snakeroot, *Eupatorium rugosum* (Asteraceae). **Am. J. Bot.**, v. 73, n. 1, p. 1016-1021, 1986.

LERSTEN, N. R.; CURTIS, J. D. Internal secretory spaces in Asteraceae. A review and original observations on *Conyza canadensis* (tribe Astereae). **La Cellule**, v. 74, p. 179-196, 1987.

LERSTEN, N. R.; CURTIS, J. D. Secretory reservoirs (ducts) of two kinds in giant ragweed (*Ambrosia trifida*; Asteraceae). **Am. J. Bot.**, v. 75, n. 1, p. 1313-1323, 1988.

LERSTEN, N. R.; CURTIS, J. D. Foliar oil reservoir anatomy and distribution in *Solidago canadensis* (Asteraceae, tribe Astereae). **Nord. J. Bot.**, v. 9, n. 2, p. 281-287, 1989.

MEIRA, R. M. S. A. **Levantamento dos tipos de estruturas secretoras em folhas de espécies de Asteraceae em vegetação de floresta (Atibaia, SP)**. 1991. 99 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 1991.

METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of dicotyledons**. Oxford: Clarendon Press, 1950. v. 2. 724 p.

MONTEIRO, W. R.; CASTRO, M. M.; FAHN, A. Observations on the development of foliar secretory cavities of *Porophyllum lanceolatum* (Asteraceae). **Nord. J. Bot.**, v. 15, n. 1, p. 69-76, 1995.

MONTEIRO, W. R. et al. Development and some histochemical aspects of foliar glandular trichomes of *Stevia rebaudiana* (Bert.) Bert. – Asteraceae. **R. Bras. Bot.**, v. 24, n. 3, p. 349-357, 2001.

O'BRIEN, T. P.; McCULLY, M. E. **The study of plant structure: principles and selected methods**. Melbourne: Termarcarphi Pty, 1981. 316 p.

O'DOWD, D. J.; CATCHPOLE, E. A. Ants and extrafloral nectaries: no evidence for plant protection in *Helichrysum* ssp. – ant interactions. **Oecologia**, v. 59, n. 2, p. 191-200, 1983.

PEARSE, A. G. E. **Histochemistry, theoretical and applied: preparative and optical technology**. 4.ed. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1980. v. 1. 439 p.

POLI, F.; SACCHETTI, G.; BRUNI, A. Distribution of internal secretory structures in *Tagetes patula* (Asteraceae). **Nord. J. Bot.**, v. 15, n. 2, p. 197-205, 1995.

PUDLES, J.; DIARA, A.; LEDERER, E. Sur l'isolement et la constitution chimique du darutoside, principe amer de *Siegesbeckia orientalis*. **Comp. Rend.**, v. 244, n. 4, p. 472-475, 1957.

RAMSEY, J. C. ; BERLYN, J. D. Ultrastructure of early stages of cotton fiber differentiation. **Bot. Gaz.**, v. 137, n. 1, p. 11-19, 1976.

RIDING, R. T.; GIFFORD JR., E. M. Histochemical changes occurring at the seedling shoot apex of *Pinus radiata*. **Canad. J. Bot.**, v. 51, p. 501-512, 1973.

RUZIN, S. E. **Plant microtechnique and microscopy**. New York: Oxford University Press, 1999. 322 p.

SALATINO, A.; GOTTLIEB, O. R. Quinolizidine alkaloids as systematic markers of the Papilionoideae. **Bioch. Syst. Ecol.**, v. 8, n. 1, p. 133-147, 1980.

SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2002. 833 p.

SOLEREDER, H. **Systematic anatomy of the dicotyledons - A handbook for laboratories of pure and applied botany**. Oxford: Clarendon Press, 1908. v. 2. 1182 p.

VERTREES, G. L.; MAHLBERG, P. G. Structure and ontology of laticifers in *Cichorium intybus* (Compositae). **Am. J. Bot.**, v. 65, p. 764-771, 1978.

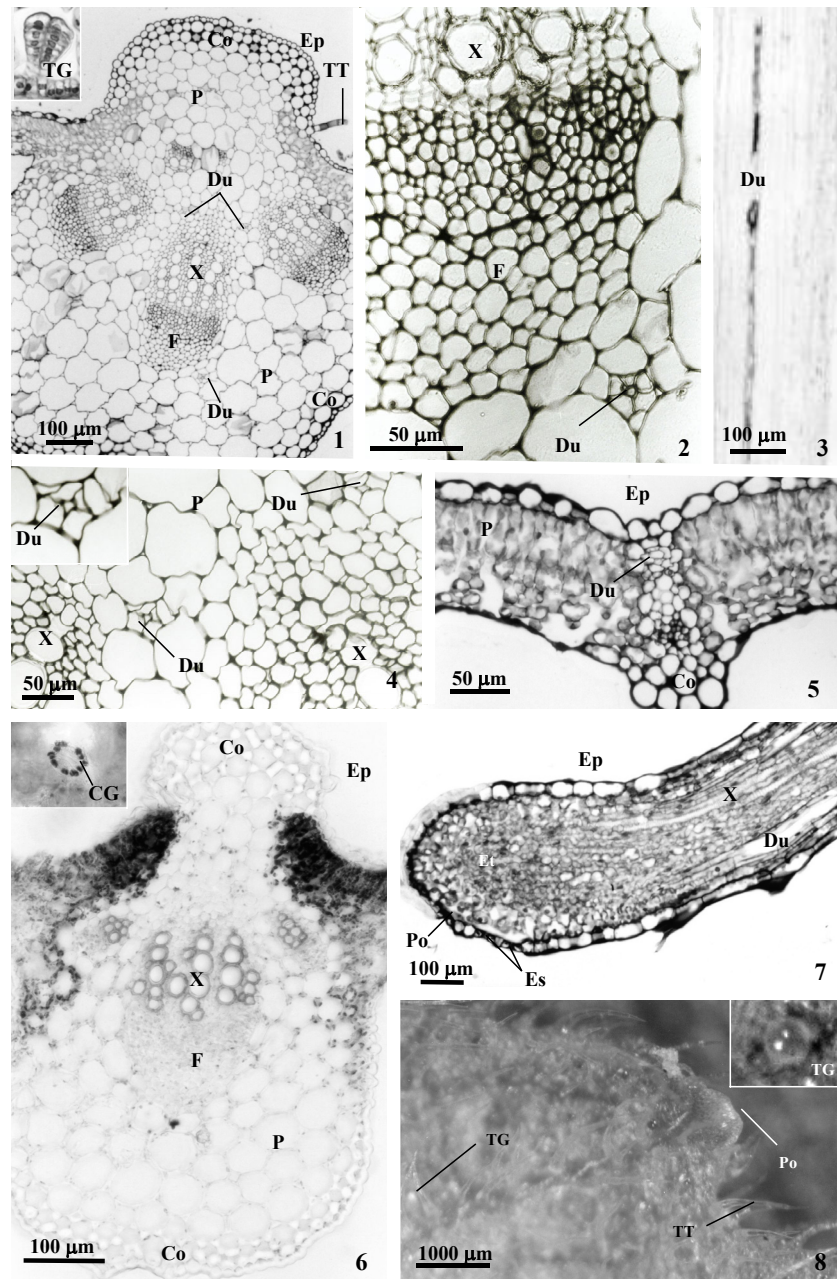
VIDAL, B. C. Dichroism in collagen bundles stained with Xylidine Ponceau 2
R. **Ann. Histochem.**, v. 15, p. 289-296, 1970.

WERKER, E.; FAHN, A. Secretory hairs of *Inula viscosa* (L.) Ait. –
development, ultrastructure, and secretion. **Bot. Gaz.**, v. 142, n. 4, p. 461-476,
1981.

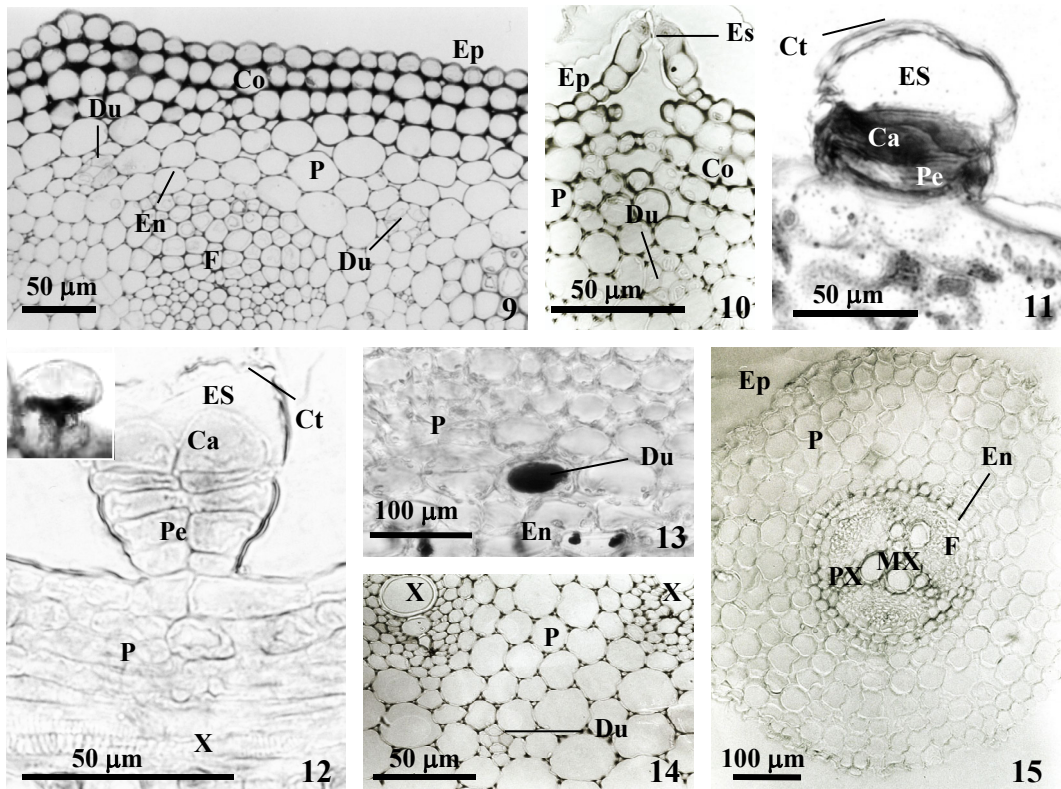
YODER, L. R.; MAHLBERG, P. G. Reactions of alkaloid and histochemical
indicators in laticifers and specialized parenchyma cells of *Catharanthus*
roseus (Apocynaceae). **Am. J. Bot.**, v. 63, n. 9, p. 1167-1173, 1976.

ZDERO, C. et al. Sesquiterpene lactones and other constituents from
Siegesbeckia orientalis and *Guizotia scabra*. **Phytochemistry**, v. 30, n. 5, p.
1579-1584, 1991.

FIGURAS



Figuras 1-8 - Cortes de *Siegesbeckia orientalis*. 1, 2 e 4) transversal do pecíolo; em 1, detalhe do tricoma glandular e em 4 do ducto (AT). 3) longitudinal do pecíolo (SF). 5) transversal da nervura de maior calibre do mesofilo (AT). 6) transversal da nervura central da folha; detalhe do estômato (DD). 7) longitudinal do hidatódio na margem foliar (AT). 8) vista geral da superfície foliar em microscópio estereoscópico; detalhe do tricoma glandular. AT, azul-de-toluidina; CG, célula-guarda; Co, colênquima; DD, reagente de Dragendorff; Du, ducto; Ep, epiderme; Es, estômato; Et, epitema; F, floema; P, parênquima; Po, poro; SF, sulfato ferroso; TG, tricoma glandular; TT, tricoma tector; X, xilema.



Figuras 9-15 - Cortes de *Siegesbeckia orientalis*. **9-10 e 14)** transversal do caule (AT). **11)** tricoma glandular (BB). **12)** tricoma glandular e detalhe da reação (SF). **13)** detalhe da reação no ducto e na endoderme (DD). **15)** transversal da raiz (SF). AT, azul-de-toluidina; BB, Sudan Black B; Ca, cabeça; Co, colênquima; Ct, cutícula; DD, reagente de Dragendorff; Du, ducto; En, endoderme; Ep, epiderme; Es, estômato; ES, espaço subcuticular; F, floema; MX, metaxilema; P, parênquima; Pe, pescoço; PX, protoxilema; SF, sulfato ferroso; X, xilema.

ANATOMIA, HISTOQUÍMICA E COMPOSIÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE
***Siegesbeckia orientalis* (ASTERACEAE)**

Anatomy, Histochemistry and Composition of the Essential Oil of
***Siegesbeckia orientalis* (Asteraceae)**

RESUMO – A anatomia dos órgãos reprodutivos de *S. orientalis*, enfatizando a caracterização e histoquímica de suas estruturas secretoras foi descrita, junto à extração e identificação dos principais compostos do óleo essencial das folhas e capítulos florais. Os capítulos foram fixados em FAA₅₀ e em sulfato ferroso e estocados em etanol 70%. Cortes transversais e longitudinais foram submetidos ao azul-de-toluidina pH 4,0, ao vermelho-de-rutênio, à reação de PAS, ao reativo Xylidine Ponceau, ao Sudan Black B e ao reativo Dragendorff. O óleo essencial foi analisado por meio de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa. *Siegesbeckia orientalis* apresentou estruturas secretoras típicas de Asteraceae, nas brácteas involucrais dos capítulos. Tricomas glandulares bisseriados reagiram a compostos lipofílicos e fenólicos. Cristais de oxalato de cálcio foram observados em tricomas glandulares pedunculados, que reagiram a compostos lipofílicos, protéicos e alcalóides. Entre os principais compostos detectados no óleo essencial dos capítulos, 30,5% (v/v) foram identificados como monoterpenos e 52,7% (v/v) como sesquiterpenos, sendo o sesquiterpeno γ -elemeno (11,9%, v/v) o principal componente. No óleo essencial das folhas, 47% (v/v) dos compostos

foram identificados como sesquiterpenos, sendo o (+)-espatulenol (10,8% v/v) seu maior representante. A composição do óleo essencial das flores por substâncias mais voláteis que o das folhas, pode ser devido à presença dos tricomas glandulares pedunculados, além dos tricomas bisseriados, que podem estar relacionados à atração de polinizadores e à dispersão por epizoocoria.

Palavras-chave: planta medicinal, planta daninha, estruturas secretoras, fitoquímica, Heliantheae.

*ABSTRACT - The anatomy of the reproductive organs of **S. orientalis** were described, emphasizing the characterization and histochemistry of its secretory structures, together to the extraction and identification of mainly compounds of the essential oil of leaves and capitula. Capitula were fixed in FAA₅₀ and ferrous sulphate and stored in 70% ethanol. Cross and longitudinal sections were submitted to toluidine blue pH 4.0, ruthenium red, PAS reaction, Ponceau Xylidine reactive, Sudan Black B and Dragendorff reactive. The essential oil was analysed by gas chromatography coupling with mass spectrometry. Involucral bracts of the capitula presented secretory structures typical of the Asteraceae. Small biseriate trichomes reacted to lipophilic and phenolic compounds. Long-stalked trichomes reacted to lipophilic, proteic and alkaloid compounds and it was presented calcium oxalate crystals. Out of the mainly compounds detected in the essential oil of **S. orientalis**, 30,5% (v/v) were identified with monoterpenes and 52,7% (v/v)*

with sesquiterpenes, being the sesquiterpene γ -elemene (11,9%, v/v) the main constituent. In the leaves, 47% (v/v) of the compounds were identified with sesquiterpenes, being the (+)-spathulenol (10,8% v/v) your predominant component. The composition of essential oil of the capitula by substances more volatiles of the leaves, could be due to presence of the long-stalked trichomes, besides biseriate trichomes, which could be related to the pollinators attraction and to the epizoic fruit propagation.

Key words: medicinal plant, weed, secretory structures, phytochemistry, Heliantheae.

INTRODUÇÃO

A Asteraceae constitui a maior família entre as Angiospermas com cerca de 23.000 espécies (Bremer, 1994; Judd et al., 1999). Do ponto de vista ecológico, o sucesso da família se deve principalmente à presença de tipos particulares de estruturas secretoras que sintetizam e / ou armazenam metabólitos secundários, que muitas vezes atuam como inibidores da germinação, na proteção contra herbívoros e patógenos, na atração de polinizadores (Metcalf e Chalk, 1950; Cronquist, 1981, Harbone, 1993; Simões et al., 2002) e / ou propagação; no gênero *Siegesbeckia*, uma secreção viscosa produzida nas brácteas dos capítulos florais adere em animais ou

humanos, junto aos aquênios, levando-os à dispersão por epizoocoria (Heinrich et al., 2002).

Siegesbeckia orientalis L. é uma espécie herbácea anual e cosmopolita, incluída na tribo Heliantheae (Kissmann e Groth, 1992; Bremer, 1994), utilizada na medicina tradicional chinesa em tratamentos antialérgicos, em artrites reumáticas, entre outros (Pudles et al., 1957; Baruah et al., 1979, 1980; Hwang et al., 2001).

Pudles et al. (1957) isolaram o princípio amargo de *S. orientalis*, um β -D-glicosídeo ($C_{26}H_{44}O_8$) denominado darutosídeo e sua aglicona darutigenol, um diterpeno tricíclico ($C_{20}H_{34}O_3$). Além disso, uma série de diterpenóides *ent*-caureno e *ent*-pimareno, monoterpênicos e diversas lactonas sesquiterpênicas das classes melampolídeo e germacranolídeo foram isoladas da planta (Baruah et al., 1979, 1980; Zdero et al. 1991).

Investigações sobre a anatomia das Asteraceae, revelaram diferentes tipos de estruturas secretoras quanto aos aspectos estruturais, ultra-estruturais, histoquímicos e ecológicos (Solereeder, 1908; Carlquist, 1959; Vertrees & Mahlberg, 1978; Werker & Fahn, 1981; O'Dowd & Catchpole, 1983; Lersten & Curtis, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989; Curtis & Lersten, 1986, 1990; Castro, 1987; Ascensão & Pais, 1988; Meira, 1991; Claro, 1994; Monteiro et al., 1995; 2001; Poli et al., 1995; Castro et al., 1997; Heinrich et al., 2002; Aguilera et al., 2004). Entretanto, quanto ao gênero *Siegesbeckia* estão restritos às informações contidas na revisão de Solereeder (1908), que relatou a ocorrência de coléteres no pecíolo; ao trabalho de Heinrich et al. (2002) com

S. jorullensis, que revelou a presença de tricomas glandulares de haste longa e pequenos tricomas bisseriados nas brácteas dos capítulos florais, cujo material secretado reagiu positivamente a compostos lipofílicos, flavonóides e taninos; e de Aguilera et al. (2004) que evidenciaram hidatódios nas margens foliares de *S. orientalis*, além de ductos e tricomas glandulares bisseriados nas folhas e caules. A reação foi positiva para compostos fenólicos e alcalóides nos ductos, e a compostos lipofílicos e fenólicos nos tricomas.

O objetivo deste estudo foi descrever a anatomia e histoquímica dos órgãos reprodutivos de *S. orientalis*, enfatizando a caracterização das estruturas secretoras, junto à extração e identificação dos principais compostos do óleo essencial das folhas e capítulos florais.

MATERIAL E MÉTODOS

Material vegetal

Foram coletadas plantas de *S. orientalis* que cresciam espontaneamente no campus da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, MG. O espécime testemunha encontra-se depositado no Herbário da UFV (VIC), sob o nº 26.307.

Anatomia e histoquímica

Os capítulos florais de *S. orientalis* foram fixados em FAA₅₀ (formaldeído, ácido acético glacial, etanol 50%; 5:5:90, v:v) (Johansen, 1940) e em sulfato ferroso em formalina neutra tamponada – SF (Jensen, 1962), para verificação de compostos fenólicos. Ambas amostras foram estocadas em etanol 70%. Cortes transversais e longitudinais foram obtidos em micrótomo rotativo de mesa com avanço automático (RM 2155 – Leica). Neste último caso as amostras foram incluídas em metacrilato (Historesin, Leica) e cortadas com navalha de aço na espessura de 8 µm.

Os cortes das amostras fixadas em FAA₅₀ foram submetidos aos reagentes: azul-de-toluidina pH 4,0 – AT (O’Brien & McCully, 1981), corante metacromático; ao vermelho-de-rutênio – VR (Johansen, 1940), que cora, principalmente, substâncias pécnicas; ao reativo de Schiff e ácido periódico – PAS (Pearse, 1980), para identificar polissacarídeos neutros e glicoproteínas; ao reativo Xylidine Ponceau (XP) (Vidal, 1970), para verificação de radicais catiônicos protéicos; ao Sudan Black B – BB (Benes, 1964), para verificação de compostos lipofílicos e ao reativo Dragendorff – DD (Yoder & Mahlberg, 1976), para alcalóides. As lâminas obtidas das amostras cortadas ao micrótomo de mesa foram montadas em gelatina glicerinada (Johansen, 1940), e aquelas incluídas em metacrilato montados com Permount (SP15-500, Fisher Scientific) (Ruzin, 1999). Foram desenvolvidos controles para os testes: PAS, pela supressão do tratamento com ácido periódico (Riding & Gifford, Jr.,

1973); para compostos lipofílicos pela extração prévia com piridina (Jensen, 1962) e para compostos fenólicos pela extração prévia com metanol (Ramsey & Berlyn, 1976).

Para análise e documentação fotográfica foram utilizados um fotomicroscópio (Olympus AX70), equipado com sistema fotográfico (U-Photo), com recurso de contraste de fase e polarização.

Extração do óleo essencial

Folhas e capítulos florais frescos (100 g) de *S. orientalis* foram colocados separadamente em balões contendo 500 mL de água deionizada. As amostras foram destiladas por 4 horas em um aparelho do tipo Clevenger (Simões et al., 2002).

O hidrolato (água e óleo) resultante foi submetido à extração do óleo essencial, com pentano ao hidrolato (2 x 20 mL). A fase orgânica recolhida foi seca com sulfato de magnésio anidro, filtrada e concentrada em evaporador rotativo. O óleo obtido foi transferido para frascos de vidro e armazenado em refrigerador, ao abrigo da luz, para análise cromatográfica.

Cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa (CG-EM)

A composição do óleo essencial de *S. orientalis* foi analisada por meio da cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa (Collins et

al., 1997). As amostras foram diluídas em hexano (10.000 mg L⁻¹) e injetadas (1 µL) no GC-MS.

O equipamento utilizado foi um GC-MS-QP 5050A com DI (Shimadzu), com temperaturas de 220 e 240°C do injetor e do detector, respectivamente, pressão da coluna de 100 KPa e variação de massa entre 29 e 400 (m/z). As amostras foram analisadas em uma coluna capilar DB-1, com 30 metros de comprimento, diâmetro de 0,25 mm e poro de 0,25 µm. O fluxo do hélio, gás de arraste, foi de 1,8 mL min⁻¹ e a programação da temperatura da coluna foi: temperatura inicial de 40°C, mantida por 2 min, elevada para 240°C a uma taxa de 3°C min⁻¹. O corte do solvente foi estabelecido aos 5 min.

A identificação dos principais compostos químicos do óleo essencial foi feita através da comparação dos espectros de massa, dos tempos de retenção e dos *índices de Kovats - IK*, com os do banco de dados da biblioteca WILEY229.000 e da literatura consultada (Davis, 1990; Collins et al., 1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Anatomia e histoquímica

Os capítulos florais de *S. orientalis* (Figura 1) são pequenos, paniculados em grupos de 2 a 3, ou isolados. O receptáculo é plano, coberto por páleas obovadas e glabro (Figura 1). As flores são dimorfas (Figuras 1 e

2); as marginais, em número de cinco a oito, são amarelas, femininas e liguladas, bi- ou tridentadas; as flores centrais são numerosas, hermafroditas, tubulares, de coloração amarela, 5-dentadas e com estiletos bifurcados. O ovário é ínfero, unilocular, muito desenvolvido e napiforme (Figuras 1, 2 e 3). Corroborando com a descrição morfológica relatada para a espécie por Kissmann & Groth (1992).

São capítulos paucifloros que possuem duas séries de brácteas involucrais, de coloração verde e hirsuto-glandulosas. As cinco brácteas externas são linear-espatuladas e se estendem horizontalmente, ultrapassando bastante a base do capítulo, as cinco internas (Figura 1) são côncavas de ápice obtuso e recobrem as flores marginais como se fossem páleas. Nelas foram evidenciados tricomas tectores unisseriados e glandulares bisseriados (Figuras 4 e 5), com 8 a 12 células, sendo 2 basais, 2 no pescoço e 6 a 10 formando o ápice (Figura 4). Nesses últimos, as células da cabeça apresentam citoplasma denso e a cutícula que as recobre se distende, dando origem a um espaço subcuticular. Tais tipos de tricomas foram também relatados nas folhas e caules da espécie por Aguilera et al. (2004) e nas brácteas involucrais de *S. jorullensis* por Heinrich et al. (2002). Tricomas secretores bisseriados são característicos da família Asteraceae, podendo ser considerados um caráter conservativo (Castro, 1987; Meira, 1991; Claro, 1994; Castro et al., 1997; Monteiro et al., 2001). Nas brácteas involucrais foram também observados tricomas multicelulares, bi- a tri-seriados de pescoço longo ou pedunculado (Figuras 1, 6 e 7), cuja cabeça é formada por muitas células (Figura 8). Tais

estruturas foram também verificadas por Heinrich et al. (2002) nas brácteas involucrais de *S. jorullensis*.

De acordo com os testes histoquímicos aplicados, nos tricomas glandulares bisseriados encontrados nas brácteas internas e externas dos capítulos, a reação foi positiva somente nas células da cabeça, tanto para compostos fenólicos, como para lipofílicos, confirmando os dados de Aguilera et al. (2004). Quanto aos tricomas glandulares pedunculados (Figuras 1, 6 e 7), observados somente nas brácteas involucrais dos capítulos florais, a reação também foi positiva somente nas células da cabeça, para compostos lipofílicos (Figura 7), protéicos e alcalóides, assim como, a presença de cristais de oxalato de cálcio (Figura 8). Esses resultados demonstram a complexidade da secreção produzida por espécies de Asteraceae, conforme sugerido na literatura (Castro, 1987; Meira, 1991; Claro, 1994; Monteiro et al., 2001), relacionando o grande sucesso da família, a maior entre as Angiospermas, a um sistema de defesa químico evoluído (Metcalfé & Chalk, 1950; Cronquist, 1981, Harbone, 1993; Simões et al., 2002). Além disso, a reação positiva para compostos lipofílicos indica que estas estruturas são as responsáveis pela síntese e / ou acúmulo de terpenóides relatados para a espécie (Pudles et al., 1957; Baruah et al., 1979, 1980; Zdero et al., 1991; Aguilera et al., 2004). Como a espécie medicinal (Pudles et al., 1957; Baruah et al., 1979, 1980; Hwang et al., 2001), esses dados são de importância nas decisões agrônomicas de cultivo e pós-colheita (Simões et al., 2002).

Assim como os resultados de Aguilera et al. (2004), quanto aos órgãos vegetativos de *S. orientalis*, os corantes vermelho-de-rutênio e reativo de Schiff e ácido periódico (Figura 5) reagiram somente nas paredes celulares; o Xylidine Ponceu corou paredes celulares primárias e proteínas citoplasmáticas. Não foram evidenciados substâncias pécticas e polissacarídeos como conteúdo das estruturas secretoras descritas na parte reprodutiva.

Cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa (CG-EM)

O óleo essencial de *S. orientalis* se apresentou viscoso e de coloração amarelo brilhante.

Nos Gráficos 1 e 2 estão representados os cromatogramas dos principais compostos voláteis presentes nos capítulos florais e folhas de *S. orientalis*, respectivamente. Observou-se que o óleo essencial dos capítulos possui compostos mais voláteis que o das folhas (Gráficos 1 e 2; Tabela 1). Isto pode ser devido à presença de numerosos tricomas glandulares pedunculados, além dos tricomas glandulares bisseriados encontrados nas folhas, os quais podem estar relacionados a funções ecológicas como atração de polinizadores e dispersão por epizoocoria (Metcalfé & Chalk, 1950; Cronquist, 1981, Harbone, 1993; Simões et al., 2002), embora, Heinrich et al. (2002) tenham relatado que no óleo essencial da parte aérea de *S. jorullensis*,

alguns constituintes voláteis poderiam ser repelentes a insetos e anti-herbivoria.

Dos principais compostos detectados no óleo essencial dos capítulos florais (Tabela 1), 21 compostos (30,5%, v/v) foram identificados como monoterpenos e 25 (52,7%, v/v) como sesquiterpenos. Entre os compostos classificados como outros, 11 compostos (9,6%, v/v) foram caracterizados como aldeídos, cetonas, álcoois, lactonas, alcanos e ácidos, e 12 compostos (7,3 %, v/v) foram caracterizados parcialmente, baseados em seus espectros de massa e seus índices de retenção. Os principais monoterpenos identificados foram timil metil éter (6,0%), hidrato de *cis*-sabineno (4,4%), α -felandreno (3,8%) e *cis-p*-ment-2-en-1-ol (3,0%). Os principais sesquiterpenos identificados foram o γ -elemeno (11,9%), (+)-espatulenol (7,6%), *trans*-cariofileno (6,7%) e α -muuroleno (5,7%).

No óleo essencial das folhas (Tabela 1), 19 compostos foram identificados como sesquiterpenos (47% v/v), 10 compostos (29% v/v) como alcanos, alquenos, cetonas, lactonas e ésteres, e 19 (24%, v/v) foram caracterizados parcialmente, baseados em seus espectros de massa e índices de retenção. Os principais sesquiterpenos identificados foram o (+)-espatulenol (10,8%), acetato de farnesila (5,9%), δ -cadineno (5,0%) e álcool cariofileno (4,5%).

Lactonas sesquiterpênicas em associação com momo- e sesquiterpenos são constituintes característicos de óleos essenciais e resinas entre as Asteraceae. Nesse estudo, assim como em *S. jorullensis* (Heinrich et

al., 2002), tais lactonas não foram detectadas, embora alguns dos compostos parcialmente identificados (Tabela 1) possam vir a sê-los. Baruah et al. (1979, 1980) e Zdero et al. (1991) isolaram diferentes lactonas sesquiterpênicas de *S. orientalis*, entretanto, tais compostos foram extraídos do material vegetal com solventes orgânicos e não por arraste de vapor d'água, como no caso em estudo.

LITERATURA CITADA

AGUILERA, D. B.; MEIRA, R. M. S. A.; FERREIRA, F. A. Anatomia e histoquímica dos órgãos vegetativos de *Siegesbeckia orientalis* (Asteraceae).

Planta Daninha, v. 22, n. 4, p. 483-489, 2004.

ASCENSÃO, L.; PAIS, M. S. Ultrastructure and histochemistry of secretory ducts in *Artemisia campestris* ssp. *maritima* (Compositae). **Nord. J. Bot.**, v. 8, n. 2, p. 283-292, 1988.

BARUAH, R. N. et al. A new melampolide from *Siegesbeckia orientalis*.

Phytochemistry, v. 18, p. 991-994, 1979.

BARUAH, R. N. et al. New melampolides and darutigenol from *Siegesbeckia orientalis*. **Phytochemistry**, v. 19, p. 323-325, 1980.

BENES, K. Detection of lipids in plant meristematic cell with aid of sudan black staining. **Biol. Plant.**, v. 6, p. 142-151, 1964.

BREMER, K. **Asteraceae, cladistics & classification**. Portland: Timber Press, 1994. 752 p.

CARLQUIST, S. The leaf of *Calycadenia* and its glandular appendages. **Am. J. Bot.**, v. 46, n. 1, p. 70-80, 1959.

CASTRO, M. M. **Estruturas secretoras em folhas de espécies da família Asteraceae: aspectos estruturais e histoquímicos**. 1987. 247 f. Tese (Doutorado em Botânica) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.

CASTRO, M. M.; LEITÃO-FILHO, H. F.; MONTEIRO, W. R. Utilização de estruturas secretoras na identificação dos gêneros de Asteraceae de uma vegetação de cerrado. **R. Bras. Bot.**, v. 20, n. 2, p. 163-174, 1997.

CLARO, S. M. C. A. **Levantamento dos tipos de estruturas secretoras em folhas de Asteraceae da restinga de Setiba, Guarapari (ES)**. 1994. 101 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.

COLLINS, C. H.; BRAGA, G. L.; BONATO, P. S. **Introdução a métodos cromatográficos**. 7 ed. Campinas: Unicamp, 1997. 279 p.

CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York: Columbia University, 1981. 1262 p.

CURTIS, J. D.; LERSTEN, N. R. Development of bicellular foliar secretory cavities in white snakeroot, *Eupatorium rugosum* (Asteraceae). **Am. J. Bot.**, v. 73, n. 1, p. 79-86, 1986.

CURTIS, J. D.; LERSTEN, N. R. Oil reservoirs in stem, rhizome, and root of *Solidago canadensis* (Asteraceae, tribe Astereae). **Nord. J. Bot.**, v. 10, n. 4, p. 443-449, 1990.

DAVIS, N. W. Gas chromatographic retention indices of monoterpenes and sesquiterpenes on methyl silicone and carbowax 20M phases. **J. Chromatogr.**, v. 503, p. 1-24, 1990.

HARBONE, J. B. **Introduction to ecological biochemistry**. 4 ed. London: Academic Press, 1993.

HWANG, J.H. et al. Inhibitory effect of immunoglobulin and production by jin-deuk-chal (*Siegesbeckia orientalis*). **Immunopharmacol.**

Immunotoxicol., v. 23, n. 4, p. 555-563, 2001.

HEINRICH, G. et al. Glandular hairs of *Siegesbeckia jorullensis* Kunth (Asteraceae): morphology, histochemistry and composition of essential oil.

Ann. Bot., v. 89, n. 4, p. 459-469, 2002.

JENSEN, W. A. **Botanical histochemistry: principles and practice**. San Francisco: W.H. Freeman and Company, 1962. 408p.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York.: Mcgraw-Hill Book, 1940. 523 p.

JUDD, W.S. et al. **Plant systematics, a phylogenetic approach**.

Massachusetts: Publishers Sunderland, 1999. 464 p.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: BASF Brasileira, 1992. v. 2. p. 326-328.

LERSTEN, N. R.; CURTIS, J. D. Distribution and anatomy of hydathodes in Asteraceae. **Bot. Gaz.**, v. 146, n. 1, p. 106-114, 1985.

LERSTEN, N. R.; CURTIS, J. D. Tubular cavities in white snakeroot, *Eupatorium rugosum* (Asteraceae). **Am. J. Bot.**, v. 73, n. 1, p. 1016-1021, 1986.

LERSTEN, N. R.; CURTIS, J. D. Internal secretory spaces in Asteraceae. A review and original observations on *Conyza canadensis* (tribe Astereae). **La Cellule**, v. 74, p. 179-196, 1987.

LERSTEN, N. R.; CURTIS, J. D. Secretory reservoirs (ducts) of two kinds in giant ragweed (*Ambrosia trifida*; Asteraceae). **Am. J. Bot.**, v. 75, n. 1, p. 1313-1323, 1988.

LERSTEN, N. R.; CURTIS, J. D. Foliar oil reservoir anatomy and distribution in *Solidago canadensis* (Asteraceae, tribe Astereae). **Nord. J. Bot.**, v. 9, n. 2, p. 281-287, 1989.

MEIRA, R. M. S. A. **Levantamento dos tipos de estruturas secretoras em folhas de espécies de Asteraceae em vegetação de floresta (Atibaia, SP)**. 1991. 99 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 1991.

METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of dicotyledons**. Oxford: Clarendon Press, 1950. v. 2. 724 p.

MONTEIRO, W. R.; CASTRO, M. M.; FAHN, A. Observations on the development of foliar secretory cavities of *Porophyllum lanceolatum* (Asteraceae). **Nord. J. Bot.**, v. 15, n. 1, p. 69-76. 1995.

MONTEIRO, W. R. et al. Development and some histochemical aspects of foliar glandular trichomes of *Stevia rebaudiana* (Bert.) Bert. – Asteraceae. **R. Bras. Bot.**, v. 24, n. 3, p. 349-357, 2001.

O'BRIEN, T. P.; McCULLY, M. E. **The study of plant structure: principles and selected methods**. Melbourne: Termarcarphi Pty, 1981. 316p.

O'DOWD, D. J.; CATCHPOLE, E. A. Ants and extrafloral nectaries: no evidence for plant protection in *Helichrysum* ssp. – ant interactions. **Oecologia**, v. 59, n. 2, p. 191-200, 1983.

PEARSE, A. G. E. **Histochemistry, theoretical and applied: preparative and optical technology**. 4.ed. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1980. v. 1. 439 p.

POLI, F.; SACCHETTI, G.; BRUNI, A. Distribution of internal secretory structures in *Tagetes patula* (Asteraceae). **Nord. J. Bot.**, v. 15, n. 2, p. 197-205, 1995.

PUDLES, J.; DIARA, A.; LEDERER, E. Sur l'isolement et la constitution chimique du darutoside, principe amer de *Siegesbeckia orientalis*. **Comp. Rend.**, v. 244, n. 4, p. 472-475, 1957.

RAMSEY, J. C.; BERLYN, J. D. Ultrastructure of early stages of cotton fiber differentiation. **Bot. Gaz.**, v. 137, n. 1, p. 11-19, 1976.

RIDING, R. T.; GIFFORD JR., E. M. Histochemical changes occurring at the seedling shoot apex of *Pinus radiata*. **Canad. J. Bot.**, v. 51, p. 501-512, 1973.

RUZIN, S. E. **Plant microtechnique and microscopy**. New York: Oxford University Press, 1999. 322p.

SALATINO, A.; GOTTLIEB, O. R. Quinolizidine alkaloids as systematic markers of the Papilionoideae. **Bioch. Syst. Ecol.**, v. 8, n. 1, p. 133-147, 1980.

SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2002. 833p.

SOLEREDER, H. **Systematic anatomy of the dicotyledons - a handbook for laboratories of pure and applied botany**. Oxford: Clarendon Press, 1908. v. 2. 1182 p.

VERTREES, G. L.; MAHLBERG, P. G. Structure and ontology of laticifers in *Cichorium intybus* (Compositae). **Am. J. Bot.**, v. 65, p. 764-771, 1978.

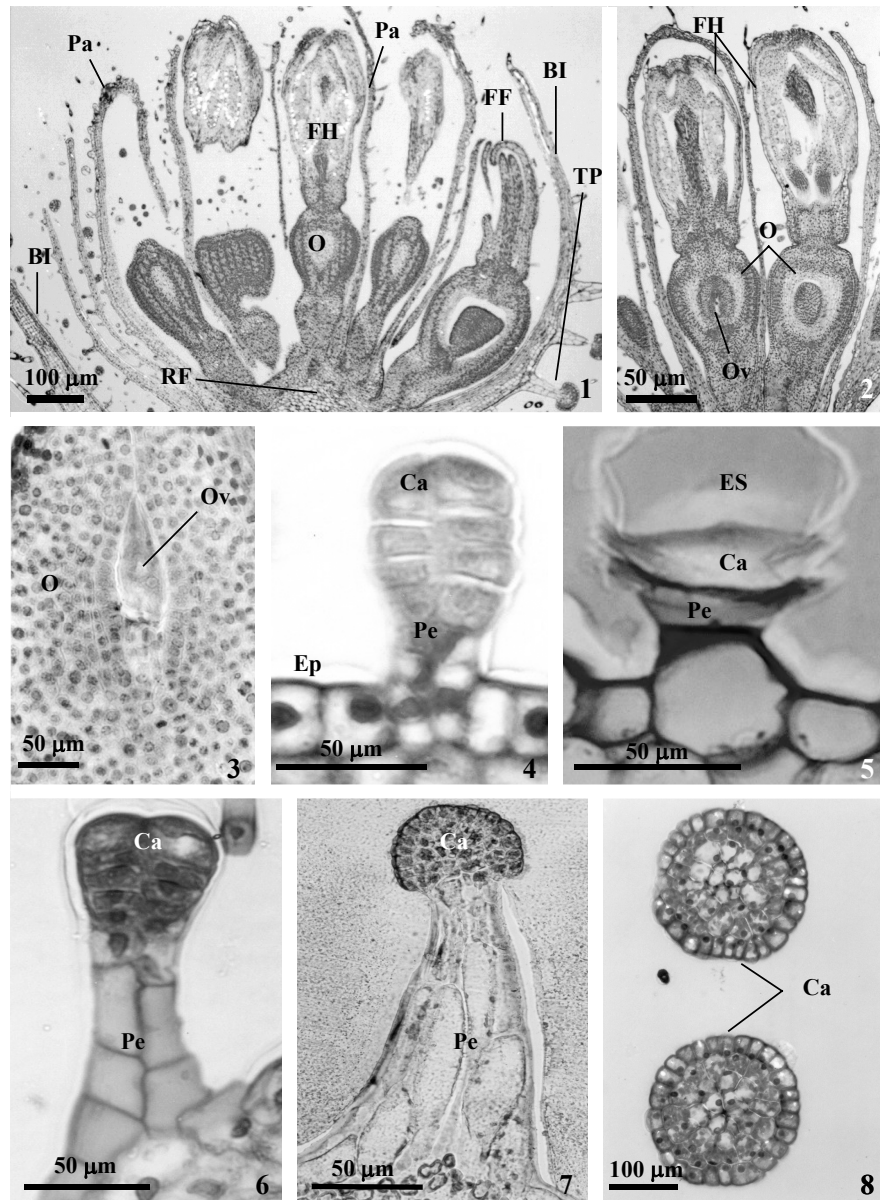
VIDAL, B. C. Dichroism in collagen bundles stained with Xylidine Ponceau 2 R. **Ann. Histoch.**, v. 15, p. 289-296, 1970.

WERKER, E.; FAHN, A. Secretory hairs of *Inula viscosa* (L.) Ait. – development, ultrastructure, and secretion. **Bot. Gaz.**, v. 142, n. 4, p. 461-476, 1981.

YODER, L. R.; MAHLBERG, P. G. Reactions of alkaloid and histochemical indicators in laticifers and specialized parenchyma cells of *Catharanthus roseus* (Apocynaceae). **Am. J. Bot.**, v. 63, n. 9, p. 1167-1173, 1976.

ZDERO, C. et al. Sesquiterpene lactones and other constituents from *Siegesbeckia orientalis* and *Guizotia scabra*. **Phytochemistry**, v. 30, n. 5, p. 1579-1584, 1991.

TABELAS E FIGURAS



Figuras 1-8 - Cortes longitudinais do capítulo de *Siegesbeckia orientalis*. **1)** recurso de luz polarizada (AT). **2)** flores hermafroditas (AT). **3)** detalhe do saco embrionário (AT). **4)** tricoma glandular bisseriado – bráctea interna (AT). **5)** tricoma glandular bisseriado – bráctea externa (PAS). **6)** tricoma glandular pecunculado – bráctea externa (AT). **7)** tricoma glandular pecunculado – bráctea interna (BB). **8)** detalhe da cabeça - recurso de luz polarizada. Os pontos mais claros demonstram a presença de cristais de oxalato de cálcio (AT). AT, azul-de-toluidina; BB, Sudan Black B; BI, bráctea interna; Ca, cabeça; Ep, epiderme; ES, espaço subcuticular; FF, flor feminina; FH, flor hermafrodita; O, ovário; Ov, óvulo; Pa, pálea; PAS, reagente de Schiff e ácido periódico; Pe, pescoço; RF, receptáculo floral; SF, sulfato ferroso; TG, tricoma glandular bisseriado; TP, tricoma glandular pedunculado.

Gráfico 1 - Cromatograma do óleo essencial dos capítulos florais de *Siegesbeckia orientalis*.

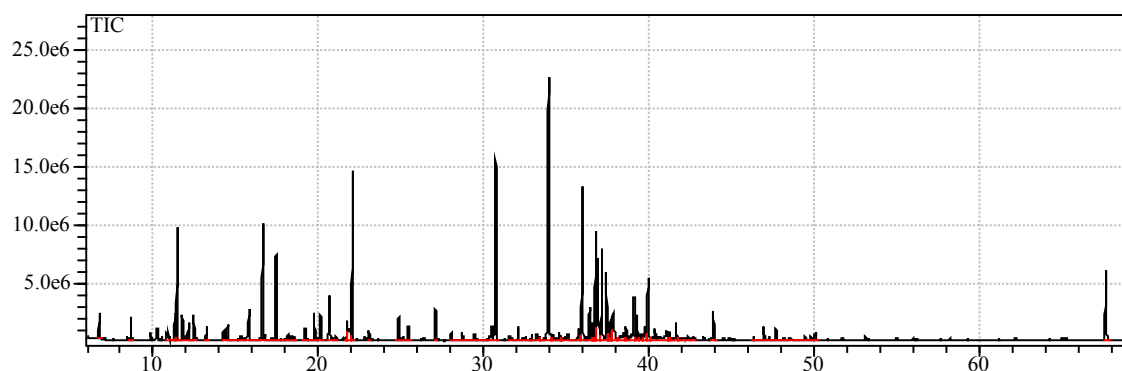


Gráfico 2 - Cromatograma do óleo essencial das folhas de *Siegesbeckia orientalis*.

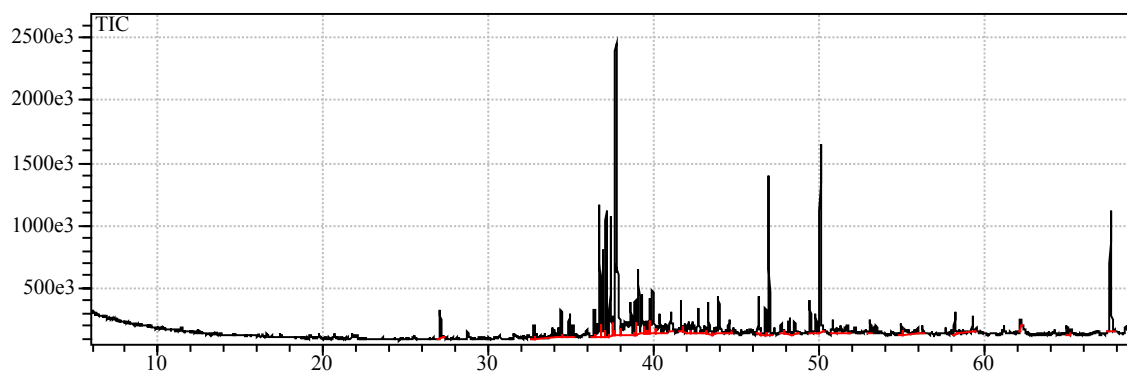


Tabela 1 - Principais constituintes do óleo essencial dos capítulos florais e folhas de *Siegesbeckia orientalis*.

Componentes	IK	IK (literatura)	% flor	% folha
Monoterpenos				
α-pineno	945	942	0,5	-
sabineno	973	972	0,5	-
mirceno	996	988	0,6	-
α-felandreno	1005	1002	3,8	-
car-3-eno	1012	1013	0,7	-
<i>p</i> -cimeno	1020	1020	0,8	-
β-felandreno	1026	1025	0,9	-
hidrato de <i>trans</i> -sabineno	1040	1037	0,4	-
γ-terpineno	1058	1057	0,5	-
terpinoleno	1082	1081	1,7	-
hidrato de <i>cis</i> -sabineno	1094	1092	4,4	-
<i>cis-p</i> -ment-2-en-1-ol	1107	1111	3,0	-
terpinen-4-ol	1142	1129	0,6	-
δ-terpineol	1153	1160	1,0	-
<i>p</i> -8-mentanol	1160	1162	1,7	-
mentol	1169	1168	1,6	-
diidrocarvona	1187	1183	0,7	-
timil metil éter	1193	1234	6,0	-
ácido nerólico	1314	1316	0,3	-
acetato de terpinila	1329	1333	0,4	-
acetato de nerila	1345	1345	0,4	-
Sesquiterpenos				
piperitenona	1293	1315	1,1	1,1
α-copaeno	1368	1369	0,9	-
<i>trans</i> -cariofileno	1373	-	6,7	-
<i>trans</i> -β-farneseno	1412	1426	0,3	-
<i>trans</i> -β-bergamoteno	1428	1427	0,4	-
α-bergamoteno	1431	1436	0,2	-
γ-elemeno	1445	1425	11,9	1,5
humuleno	1452	1450	0,8	0,4
germacreno D	1468	1468	-	1,2
β-selineno	1473	1477	0,6	0,5
α-muuroleno	1499	1495	5,7	-
<i>trans, trans</i> -α-farneseno	1502	1501	2,1	1,4
γ-cadineno	1515	1510	3,2	3,4
(+)-espatulenol	1522	1551	7,6	10,8
δ-cadineno	1529	1524	2,4	5,0
elemol	1532	1540	0,6	0,8
<i>trans</i> -nerolidol	1555	1553	0,9	-
álcool cariofileno	1559	1559	1,5	4,5
isoespatulenol	1571	-	2,2	3,1
torreiol	1575	-	1,1	2,7
globulol	1583	1583	0,5	0,6
viridiflorol	1586	1588	0,6	1,4
cedrol	1619	1616	-	1,1
β-bisabolol	1665	1666	0,7	1,3
acetato de farnesila	1782	1787	0,6	5,9
Outros			16,9	53,1
Total			100,0	100,0

3. CONCLUSÕES GERAIS

No primeiro experimento, ocorreram as maiores médias de germinação em substrato umedecido com GA₃ (64,55%), em relação à água (53,25%). As maiores porcentagens de germinação foram aos 19° C (70%) em água e 17° C (76%) em GA₃, estabelecendo-se a temperatura de 18° C como ótima, para ambos os substratos. Verificou-se total inibição da germinação, somente na dose de paclobutrazol, PZ, mais elevada (10⁻² M). A aplicação de GA₃ junto ao PZ (10⁻² M) não reverteu o efeito inibitório do PZ sobre a germinação, assim como, a transferência dos aquênios incubados em PZ, para o substrato umedecido com GA₃, em nenhum tempo de incubação analisado. A aplicação de PZ (10⁻² M) em aquênios induziu à dormência, mesmo quando acondicionados sob temperatura considerada ideal, observando-se assim, a participação do GA no seu processo de germinação.

Na análise de crescimento, as plantas de *S. orientalis* cultivadas sob sombreamento (B), tiveram maior duração do ciclo cultural, cerca de 140 dias após o transplante (DAT), retardando os valores máximos e / ou mínimos, em relação às plantas a luz plena (A), com aproximadamente 110 DAT. Em B, foram obtidas também as maiores médias para a maioria dos índices avaliados - área foliar, altura, números de folhas e capítulos florais, biomassa seca total, taxa de crescimento absoluto, taxa de crescimento relativo, razão de peso foliar, razão de área foliar e área foliar específica -, sugerindo que a espécie é favorecida pelo sombreamento.

Anatomicamente, os órgãos vegetativos de *S. orientalis* são semelhantes aos caracteres descritos para Asteraceae. Ductos estão ausentes na raiz e presentes no caule e na folha. No caule, os ductos estavam presentes no córtex, próximos à endoderme e na medula; nas folhas, associados aos feixes vasculares, tanto para o lado do xilema quanto para o do floema. As folhas são dorsiventrais e anfiestomáticas. Três tipos de estruturas secretoras foram observados: ductos, hidatódios e tricomas glandulares. Os testes histoquímicos aplicados demonstraram a presença de compostos fenólicos e alcalóides nos ductos e, nos tricomas, de compostos lipofílicos e fenólicos. Estes resultados indicam a complexidade da secreção produzida pelas estruturas secretoras na espécie.

Siegesbeckia orientalis também apresentou estruturas secretoras típicas de Asteraceae nas brácteas involucrais dos capítulos florais. Tricomas glandulares bisseriados reagiram a compostos lipofílicos e fenólicos. Cristais de oxalato de cálcio foram observados em tricomas glandulares pedunculados, que também reagiram a compostos lipofílicos, protéicos e alcalóides. Entre os principais compostos detectados no óleo essencial dos capítulos, 30,5% (v/v) foram identificados como monoterpenos e 52,7% (v/v) como sesquiterpenos, sendo o sesquiterpeno γ -elemeno (11,9%, v/v) o principal componente. No óleo essencial das folhas, 47% (v/v) dos compostos foram identificados como sesquiterpenos, sendo o (+)-espatulenol (10,8%v/v) seu maior representante. A composição do óleo essencial das flores por substâncias mais voláteis que o das folhas, pode ser devido à presença dos tricomas glandulares pedunculados,

além dos tricomas bisseriados, que podem estar relacionados à atração de polinizadores e à dispersão por epizoocoria.

4. APÊNDICE

REVISÃO: ESTRUTURAS SECRETORAS EM ASTERACEAE

Review: Secretory Structures of the Asteraceae

RESUMO – Esta revisão objetivou catalogar em forma de tabelas, as principais estruturas secretoras identificadas em espécies vegetais da família Asteraceae, agrupando-as, de acordo com as tribos às quais pertencem. Nas tabelas foram apresentados os órgãos em que foram verificadas as estruturas secretoras: antera - At, ápice - Ap, caule - C, folha - Fo, parte aérea - PA (incluindo caules, folhas e capítulos florais), pecíolo - Pe e raiz - R; seguido da nomeação das principais estruturas: tricomas, ductos e / ou canais, laticíferos, hidatódios, idioblastos e outras, as quais, foram assinalados com um sinal positivo (+), quando mencionadas para a espécie; a natureza da substância identificada e / ou o teste aplicado (histoquímico - H ou químico - Q); e por fim, a fonte de referência pesquisada.

ABSTRACT - This review aimed to catalogue in tables the main secretory structures identified in vegetal species of the Asteraceae family, grouping them, in accordance with this tribes. The tables show the organs where the secretory structures had been verified: anther - At, apex - Ap, stem - C, leaf - Fo, aerial part - PA (including stems, leaves and capitula), petiole - Pe and

root - R; followed of the denomination of the main structures: trichomes, ductos and / or canals, laticifers, hydathodes, idioblasts and others, which, had been designated with a positive signal (+) when mentioned for the species; the nature of the identified substance and / or the applied test (histochemistry - H or chemistry - Q); and finally the search source.

Tabela 1. Estruturas secretoras em espécies de Asteraceae. Tribos Anthemideae, Arctoteae, Calenduleae e Cardueae.

Tribos/Espécie	Órgão	Tricomas	Ductos/Canais	Estrutura/Posição			Referência
				Laticíferos	Hidatódios	Idioblastos	
Anthemideae							
<i>Achillea millefolium</i>	Fo	+					Cheniolet & Cardé (1985)
<i>Artemisia annua</i>	Fo	+					Duke & Paul (1993)
<i>Artemisia campestris</i>	Fo	+	+ (FV)				Ascensão & Pais (1987)
<i>Artemisia camphorata</i>	Fo	+					Cheniolet & Cardé (1985)
<i>Artemisia crithmifolia</i>	Fo	+					Ascensão & Pais (1982)
<i>Artemisia glabella</i>	Fo	+					Adekenov et al. (1995)
<i>Artemisia nova</i>	Fo	+					Kelsey & Shafizadeh (1980)
<i>Artemisia verlotiorum</i>	Fo	+					Maleci & Marchi (1983)
<i>Artemisia vulgaris</i>	Fo	+					Maleci & Marchi (1983)
<i>Artemisia umbelliformis</i>	Fo	+					Cappelletti et al. (1986)
<i>Athanasia</i> sp.	Fo	+	+				Metcalfe & Chalk (1950)
<i>Chrysanthellum argentinum</i>			+ (Fa)				Sanchez et al. (1986)
<i>Chrysanthellum tuberculatum</i>			+ (Fa)				Sanchez et al. (1986)
<i>Chrysanthemum indicum</i>	Fo	+					Ramayya (1963)
<i>Cotula acenoides</i>	Fo	+					Pyykko (1966)
<i>Santolina pinnata</i>	Fo	+	+				Cheniolet & Cardé (1985)
<i>Tanacetum parthenium</i>	PA	+					Williams et al. (1999)
<i>Tanacetum vulgare</i>	PA	+					Williams et al. (1999)
Arctoteae							
<i>Gazania</i> sp.	Fo				+		Metcalfe & Chalk (1950)
<i>Gundelia tournefortii</i>	Fo						Solereder (1908)
Calenduleae							
<i>Calendula</i> sp.	Pe					Co	Solereder (1908)
<i>Osteospermum</i> sp.	Pe					Co	Solereder (1908)
Cardueae							
<i>Arctium minus</i>	Fo				+		Lersten & Curtis (1985)
<i>Arctium</i> sp.	Fo						Metcalfe & Chalk (1950)
<i>Atractylis</i> sp.	Fo		+				Metcalfe & Chalk (1950)
<i>Benardita</i> sp.	Fo		+				Metcalfe & Chalk (1950)
<i>Cardus</i> sp.	Fo						Carlquist (1958a)
<i>Carlina</i> sp.	Fo		+				Solereder (1908)
<i>Chardina</i> sp.	Fo		+				Solereder (1908)
<i>Cirsium</i> sp.	Fo		+				Metcalfe & Chalk (1950)
<i>Consistia</i> sp.	Fo						Solereder (1908)
<i>Galactites</i> sp.	Fo						Solereder (1908)
<i>Jurinea</i> sp.	Fo						Metcalfe & Chalk (1950)
<i>Onopodium</i> sp.	Fo						Metcalfe & Chalk (1950)
<i>Silybum</i> sp.	Fo						Metcalfe & Chalk (1950)
<i>Suaehelina</i> sp.	Fo						Metcalfe & Chalk (1950)
<i>Wartonia</i> sp.	Fo						Metcalfe & Chalk (1950)
							Carlquist (1958a)

Abreviações: Co - coléteres; Fa - fascicular; Fl - flavonóides; Fo - folha; FV - feixe vascular; Fv - flavonas; Gl - glicosídeos; H - teste histoquímico; L - lipídeos; LS - Lactonas sesquiterpênicas; PA - parte aérea; Pe - pectíolo; Q - teste químico; Re - resina; + - estrutura mencionada.

Tabela 2. Estruturas secretoras em espécies de Asteraceae. Tribos Astereae, Lactuceae e Gnaphalieae.

Tribo/Espécie	Órgão	Estrutura/Posição					Natureza	Referência
		Tricomas	Ductos/Canais	Laticíferos	Hidatódios	Idiobastos		
Asteraceae								
<i>Archibaccharis</i> sp.	Fo	+						Hellwig (1992)
<i>Aster lutescens</i>	Fo		+					Anderson & Creech (1975)
<i>Aster novae-angliae</i>	Fo	+						Hellwig (1992)
<i>Aster parmicoides</i>	Fo	+	+					Anderson & Creech (1975)
<i>Aster</i> sp.	Fo	+						Hellwig (1992)
<i>Baccharidastrum</i> sp.	Fo	+	+					Meira (1991)
<i>Baccharis brasiliensis</i>	Fo	+	+		+			Claro (1994)
<i>Baccharis calvicensis</i>	Fo	+	+		+			Castro (1887)
<i>Baccharis camporum</i>	Fo	+	+		+			Pyykkö (1966)
<i>Baccharis darwinii</i>	Fo	+	+		+			Solereder (1908)
<i>Baccharis douglasii</i>	Fo	+	+		+			Pyykkö (1966)
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	Fo	+	+		+			Pyykkö (1966)
<i>Baccharis magellanica</i>	Fo	+	+		+			Hellwig (1992)
<i>Baccharis obovata</i>	Fo	+	+		+			Claro (1994)
<i>Baccharis pilularis</i>	Fo	+	+		+			Claro (1987)
<i>Baccharis platypoda</i>	Fo	+	+		+			Claro (1994)
<i>Baccharis pseudotenusifolia</i>	Fo	+	+		+			Silva & Grotta (1971)
<i>Baccharis reticulata</i>	Fo	+	+		+			Pyykkö (1966)
<i>Baccharis retusa</i>	Fo	+	+		+			Pyykkö (1966)
<i>Baccharis rhomboidalis</i>	Fo	+	+		+			Meira (1991)
<i>Baccharis rufescens</i>	Fo	+	+		+			Hellwig (1992)
<i>Baccharis saliens</i>	Fo	+	+		+			Claro (1994)
<i>Baccharis semiserata</i>	Fo	+	+		+			Claro (1994)
<i>Baccharis sessiliflora</i>	Fo	+	+		+			Castro (1987)
<i>Baccharis sp.</i>	Fo	+	+		+			Castro (1987)
<i>Baccharis tridentata</i>	Fo	+	+		+			Metcalfe & Chalk (1950)
<i>Baccharis ulcina</i>	Fo	+	+		+			Castro (1987)
<i>Bigelovia</i> sp.	Fo	+	+		+			Pyykkö (1966)
<i>Celmisia</i> sp.	Fo	+	+		+			Solereder (1908)
<i>Chilothricium difusum</i>	Fo	+	+		+			Metcalfe & Chalk (1950)
<i>Chilothricium rosmarinifolium</i>	Fo	+	+		+			Pyykkö (1966)
<i>Chrysoma pauciflorescens</i>	Fo	+	+		+			Pyykkö (1966)
<i>Chrysoma</i> sp.	Fo	+	+		+			Pyykkö (1966)
<i>Chrysopsis godfreyi</i>	Fo	+	+		+			Lersten & Curtis (1987)
<i>Chrysopsis gossypina</i>	Fo	+	+		+			Pyykkö (1966)
<i>Chrysopsis lanuginosa</i>	Fo	+	+		+			Lersten & Curtis (1987)
<i>Chrysopsis linearifolia</i>	Fo	+	+		+			Anderson & Creech (1975)
<i>Chrysopsis scabrella</i>	Fo	+	+		+			Sample et al. (1980)
<i>Chrysanthamnus nauseosus</i>	Fo	+	+		+			Sample et al. (1980)
<i>Comysa ambigua</i>	PA e R			+				Sample et al. (1980)
<i>Comysa canadensis</i>	Fo	+	+		+			Sample et al. (1980)
<i>Coryza</i> sp.	Fo	+	+		+			Sample et al. (1980)
<i>Erigeron annuus</i>	Fo	+	+		+			Sample et al. (1980)
<i>Erigeron</i> sp.	Fo	+	+		+			Sample et al. (1980)
<i>Euthamia galetorum</i>	Fo	+	+		+			Sample et al. (1980)
<i>Euthamia graminifolia</i>	Fo	+	+		+			Sample et al. (1980)
	Fo	+	+		+			Bonner & Galston (1947)
	Fo	+	+		+			Saeed & Khan (1996)
	Fo	+	+		+			Lersten & Curtis (1987)
	Fo	+	+		+			Hellwig (1992)
	Fo	+	+		+			Lersten & Curtis (1985)
	Fo	+	+		+			Hellwig (1992)
	Fo	+	+		+			Hellwig (1992)
	Fo	+	+		+			Anderson & Creech (1975)
	Fo	+	+		+			Anderson & Creech (1975)

(Continuação Asteraceae)					
<i>Euthamia gymnospermoides</i>	Fo	+			Anderson & Creech (1975)
<i>Euthamia hirtepes</i>	Fo	+			Anderson & Creech (1975)
<i>Euthamia leptocephalis</i>	Fo	+			Anderson & Creech (1975)
<i>Euthamia occidentalis</i>	Fo	+			Anderson & Creech (1975)
<i>Euthamia pulverulenta</i>	Fo	+			Anderson & Creech (1975)
<i>Euthamia remota</i>	Fo	+			Anderson & Creech (1975)
<i>Euthamia tenuifolia</i>	Fo	+			Anderson & Creech (1975)
<i>Grindelia chiloensis</i>	Fo	+			Pyykkö (1966)
<i>Grindelia squarrosa</i>	Fo	+			Cheniclet & Cardé (1985)
<i>Gundlachia corymbosa</i>	Fo	+			Anderson & Creech (1975)
<i>Haplopappus parryi</i>	Fo	+			Anderson & Creech (1975)
<i>Haplopappus pectinatus</i>	Fo	+			Anderson & Creech (1975)
<i>Haplopappus prunelloides</i>	Fo	+			Pyykkö (1966)
<i>Haplopappus sp.</i>	Fo	+			Pyykkö (1966)
<i>Heterothalamus sp.</i>	Fo	+			Solereder (1908)
<i>Heterotheca subaxillaris</i>	Fo	+			Solereder (1908)
<i>Heterotheca stenophylla</i>	Fo	+			Hellwig (1992)
<i>Himerhubera imbricata</i>	Fo	+			Semple et al. (1980)
<i>Hysterionica jasionoides</i>	Fo	+			Semple et al. (1980)
<i>Olearia sp.</i>	Fo	+			Roth (1974)
<i>Pityopsis pinifolia</i>	Fo	+			Pyykkö (1966)
<i>Solidago alpestris</i>	Fo	+			Solereder (1908)
<i>Solidago altissima</i>	Fo	+			Semple et al. (1980)
<i>Solidago arguta</i>	Fo	+			Anderson & Creech (1975)
<i>Solidago azorica</i>	Fo	+			Anderson & Creech (1975)
<i>Solidago bigelovii</i>	Fo	+			Anderson & Creech (1975)
<i>Solidago caesia</i>	Fo	+			Anderson & Creech (1975)
<i>Solidago californica</i>	Fo	+			Anderson & Creech (1975)
<i>Solidago canadensis</i>	Fo	+			Anderson & Creech (1975)
<i>Solidago chapmani</i>	Fo	+			Schnepf (1969)
<i>Solidago deltoideata</i>	Fo	+			Anderson & Creech (1975)
<i>Solidago erecta</i>	Fo	+			Anderson & Creech (1975)
<i>Solidago fistulosa</i>	Fo	+			Anderson & Creech (1975)
<i>Solidago flexicaulis</i>	Fo	+			Anderson & Creech (1975)
<i>Solidago gattingeri</i>	Fo	+			Anderson & Creech (1975)
<i>Solidago gigantea</i>	Fo	+			Anderson & Creech (1975)
<i>Solidago harrissii</i>	Fo	+			Anderson & Creech (1975)
<i>Solidago hispida</i>	Fo	+			Anderson & Creech (1975)
<i>Solidago hongtomi</i>	Fo	+			Anderson & Creech (1975)
<i>Solidago juncea</i>	Fo	+			Anderson & Creech (1975)
<i>Solidago macrophylla</i>	Fo	+			Anderson & Creech (1975)
<i>Solidago microglossa</i>	Fo	+			Anderson & Creech (1975)
<i>Solidago missouriensis</i>	Fo	+			Anderson & Creech (1975)
<i>Solidago mollis</i>	Fo	+			Anderson & Creech (1975)
<i>Solidago multiradiata</i>	Fo	+			Panizza & Grotta (1965)
<i>Solidago nemoralis</i>	Fo	+			Anderson & Creech (1975)
<i>Solidago odora</i>	Fo	+			Panizza & Grotta (1965)
<i>Solidago pentoliaris</i>	Fo	+			Anderson & Creech (1975)
<i>Solidago radula</i>	Fo	+			Anderson & Creech (1975)
<i>Solidago rugosa</i>	Fo	+			Anderson & Creech (1975)

(Continuação Asteraceae)					
<i>Solidago sempervirens</i>	Fo				Anderson & Creech (1975)
<i>Solidago simplex</i>	Fo				Anderson & Creech (1975)
<i>Solidago</i> sp.	Fo	+			Bonner & Galston (1947)
<i>Solidago sparsiflora</i>	Fo				Anderson & Creech (1975)
Solidago spathulata	Fo				Anderson & Creech (1975)
<i>Solidago spectabilis</i>	Fo				Anderson & Creech (1975)
<i>Solidago spithmaea</i>	Fo				Anderson & Creech (1975)
<i>Solidago stricta</i>	Fo				Anderson & Creech (1975)
<i>Solidago torrifolia</i>	Fo				Anderson & Creech (1975)
<i>Solidago verna</i>	Fo				Anderson & Creech (1975)
<i>Solidago virgaurea</i>	Fo				Anderson & Creech (1975)
Lactuceae					
<i>Andryala</i> sp.	Pe				Solereder (1908)
<i>Cichorium intybus</i>	Fo		+		Perrin (1972)
<i>Cichorium</i> sp.	Fo				Esau (1965)
<i>Hieracium</i> sp.	Pe				Solereder (1908)
<i>Hypochoeris radicata</i>	Fo				Solereder (1908)
<i>Lactuca sativa</i>	Fo				Olson et al. (1969)
<i>Lactuca scariola</i>	Fo		+		Leristen & Curtis (1985)
<i>Lactuca</i> sp.	Fo				Esau (1965)
<i>Scorzonera</i> sp.	Fo				Esau (1965)
<i>Scorzonera tau</i>	PA e R				Bonner & Galston (1947)
<i>Sonchus asper</i>	Fo				Saeed & Khan (1996)
<i>Sonchus</i> sp.	Pe				Solereder (1908)
<i>Taraxacum kok</i>	PA e R				Bonner & Galston (1947)
<i>Taraxacum officinale</i>	Fo				Perrin (1970)
<i>Tragopogon</i> sp.	Fo		+		Esau (1965)
Gnaphaliece					
<i>Achyrocline saturoioides</i>	Fo				Grotta (1960)
<i>Helichrysum aureonitens</i>	Fo				Afolayan & Meyer (1995)
<i>Helichrysum bractatum</i>	Fo				O'Dowd & Catchpole (1983)
<i>Helichrysum viscosum</i>	Fo				O'Dowd & Catchpole (1983)

Abreviações: C - caule; Co - coléteres; F - floema; Fo - folha; H - teste histoquímico; L - lipídeos; NE - nectários extraflorais; PA - parte aérea; Pe - pecíolo; R - raiz; Re - resina; + - estrutura mencionada.

Tabela 3. Estruturas secretoras em espécies de Asteraceae. Tribo Eupatorieae.

Tribo/Espécie	Órgão	Estrutura/Posição			Idioblastos	Outras	Natureza	Referência
		Tricomas	Ductos/Canais	Laticíferos				
<i>Agerantum conyzoides</i>	Fo						Solereder (1908)	
<i>Critonia</i> sp.	Fo	+					King & Robinson (1971a)	
<i>Critoniadelphus</i> sp.	Fo			+			King & Robinson (1971b)	
<i>Eupatorium amigdalinum</i>	Fo						Castro (1987)	
<i>Eupatorium campestre</i>	Fo	+	(X/F)				Castro (1987)	
<i>Eupatorium chlorolepis</i>	Fo	+	(X/F)				Castro (1987)	
<i>Eupatorium conyzoides</i>	Fo	+	(X)				Meira (1991)	
<i>Eupatorium dicyophyllum</i>	Fo	+	(X)				Castro (1987)	
<i>Eupatorium glaziovii</i>	Fo	+	(X)				Meira (1991)	
<i>Eupatorium hominoides</i>	Fo	+	(X)				Castro (1987)	
<i>Eupatorium intermedium</i>	Fo	+	(X)				Castro (1987)	
<i>Eupatorium laevigatum</i>	Fo	+	(X/F)				Castro (1987)	
<i>Eupatorium lamigerum</i>	Fo	+	(X)				Castro (1987)	
<i>Eupatorium maximiliani</i>	Fo	+	(X)				Castro (1987)	
<i>Eupatorium megacephalum</i>	Fo	+	(X)				Castro (1987)	
<i>Eupatorium molissimum</i>	Fo	+	(X)				Castro (1987)	
<i>Eupatorium oxylepis</i>	Fo	+	(X)				Castro (1987)	
<i>Eupatorium purpurascens</i>	Fo	+	(X)				Castro (1987)	
<i>Eupatorium rugosum</i>	Fo	+	(X/F)				Castro (1987)	
<i>Eupatorium</i> sp.	Fo	+				L (H)	Lersten & Curtis (1986)	
<i>Eupatorium stachyophyllum</i>	Fo	+	(X)				Solereder (1908)	
<i>Liatrix</i> sp.	Fo	+					Castro (1987)	
<i>Mikania bifomis</i>	Fo	+	(X)				Metcalfe & Chalk (1950)	
<i>Mikania cordifolia</i>	Fo	+	(X/F)				Claro (1994)	
<i>Mikania micrantha</i>	Fo	+	(X/F)				Castro (1987)	
<i>Mikania officinalis</i>	Fo	+	(X)				Claro (1994)	
<i>Mikania scandens</i>	Fo	+	(X)				Castro (1987)	
<i>Mikania sessifolia</i>	Fo	+	(X/F)				Solereder (1908)	
<i>Mikania triervis</i>	Fo	+	(X/F)				Castro (1987)	
<i>Stevia cinerascens</i>	Fo	+	(X/F)				Castro (1987)	
<i>Stevia comixta</i>	Fo	+	(X/F)				Castro (1987)	
<i>Stevia rebaudiana</i>	Fo	+	(X/F)				Castro (1987)	
<i>Stevia veronicaceae</i>	Fo	+	(X/F)				Monteiro et al. (2001)	
<i>Symphopappus decussatus</i>	Fo	+	(X)				Castro (1987)	
<i>Symphopappus reticulatus</i>	Fo	+	(X)				Meira (1991)	
<i>Symphopappus</i> sp.	Fo	+	(X)				Handro et al. (1970)	
<i>Symphopappus viscosus</i>	Fo	+	(X/F)				Solereder (1908)	
<i>Trichogonia garthneri</i>	Fo	+	(X/F)				Claro (1994)	

Abreviações: F - floema; Fe - compostos fenólicos; Fo - folha; G - glândulas; H - teste histoquímico; L - lipídeos; Pc - pectatos; X - xilema; + - estrutura mencionada.

Tabela 4. Estruturas secretoras em espécies da família Asteraceae. Tribo Heleniceae.

Tribo/Espécie	Órgão	Estrutura/Posição					Natureza	Referência
		Tricomas	Ductos/Canais	Laticíferos	Hidatódios	Idioblastos		
<i>Adenothamus validus</i>	Fo	+						Carlquist (1958b)
<i>Argyroxiphium caligni</i>	Fo	+			+		L e R (H)	Metcalfe & Chalk (1950)
<i>Argyroxiphium grayanum</i>	Fo	+	+(X)					Carlquist (1957)
<i>Argyroxiphium sandwicense</i>	Fo	+						Carlquist (1957)
<i>Blepharizonia plumosa</i>	Fo	+						Carlquist (1957)
<i>Calycadenia ciliosa</i>	Fo	+						Carlquist (1958b)
<i>Calycadenia hispida</i>	Fo	+			+		Pc (H)	Carlquist (1959a)
<i>Calycadenia mollis</i>	Fo	+						Carlquist (1959a)
<i>Calycadenia multiglandulosa</i>	Fo	+			+			Carlquist (1959a)
<i>Calycadenia oppositifolia</i>	Fo	+						Carlquist (1959a)
<i>Calycadenia pauciflora</i>	Fo	+						Carlquist (1959a)
<i>Calycadenia spicata</i>	Fo	+						Carlquist (1959a)
<i>Calycadenia tenella</i>	Fo	+						Carlquist (1959a)
<i>Calycadenia truncata</i>	Fo	+			+		Pc (H)	Carlquist (1959a)
<i>Calycadenia villosa</i>	Fo	+						Carlquist (1959a)
<i>Hemizonia fitchii</i>	Fo	+						Carlquist (1958b)
<i>Hemizonia minthornii</i>	Fo	+						Carlquist (1959b)
<i>Holocarpa heermannii</i>	Fo	+						Carlquist (1959b)
<i>Holocarpa macradenia</i>	Fo	+						Carlquist (1959b)
<i>Holocarpa obeconica</i>	Fo	+						Carlquist (1959b)
<i>Holocarpa virgata</i>	Fo	+						Carlquist (1959b)
<i>Holozonia filipes</i>	Fo	+						Carlquist (1958b)
<i>Jaumea carnososa</i>	Fo	+			+			St. Omer & Moseley Jr. (1981)
<i>Madia sativa</i>	Fo	+						Carlquist (1958b)
<i>Madia</i> sp.	Pe							Solreder (1908)
<i>Pectis odorata</i>	Fo		+				L (H)	Sanchez et al. (1986)
<i>Pectis sessiliflora</i>	Fo		+				L (H)	Sanchez et al. (1986)
<i>Pectis</i> sp.	Fo		+					Solreder (1908)
<i>Porophyllum lanceolatum</i>	Fo		+					Monteiro (1986)
<i>Porophyllum</i> sp.	Fo		+			Co		Solreder (1908)
<i>Tagetes erecta</i>	Fo		+					Monteiro (1986)
<i>Tagetes minuta</i>	Fo		+					Solreder (1908)
<i>Tagetes patula</i>	Fo	+	+			G (F)		Russin et al. (1988)
<i>Tagetes</i> sp.	PA e R		+					Fueyo (1986)
	Fo		+					Sasikala & Narayanan (1998)
			+					Poli et al. (1995)
								Solreder (1908)

Abreviações: Co - coléteres; F - floema; Fo - folha; G - glândulas; H - teste histoquímico; L - lipídeos; PA - parte aérea; Pc - poliacetilenos; Pe - pectatos; R - raiz; Re - resina; X - xilema; + - estrutura mencionada.

Tabela 5. Estruturas secretoras em espécies de Asteraceae. Tribos Heliantheae e Inuleae.

Tribo/Espécie Heliantheae	Órgão	Tricomas	Ductos/Canais	Estrutura/Posição			Natureza	Referência
				Laticíferos	Hidatódios	Idioblastos		
<i>Acanthospermum hispidum</i>	Fo	+						Sasikala & Narayanan (1998)
<i>Ambrosia trifida</i>	Fo						Pa e L (H)	Lersten & Curtis (1985) Lersten & Curtis (1988)
<i>Aspilia setosa</i>	Fo		+ (X/F)					Castro (1987)
<i>Bidens graveolens</i>	Fo	+	+ (X/F)					Castro (1987)
<i>Bidens speciosa</i>	Fo	+	+ (X/F)					Castro (1987)
<i>Brasilita sickii</i>	Fo	+	+ (X)				Re (H)	Paviani (1972)
<i>Calea clauseniana</i>	Fo	+	+ (X/F)					Castro (1987)
<i>Calea cuneifolia</i>	Fo	+	+ (X/F)					Castro (1987)
<i>Calea pinnatifida</i>	Fo	+	+ (X)					Hoehne et al. (1952)
<i>Calea platylepis</i>	Fo	+	+ (X/F)					Castro (1987)
<i>Cosmos sulphureus</i>	Fo	+	+ (X/F)					Castro (1987)
<i>Eclipta alba</i>	Fo	+						Sasikala & Narayanan (1998)
<i>Eclipta prostrata</i>	Fo	+						Saeed & Khan (1996)
<i>Encelia actoni</i>	Fo	+						Sasikala & Narayanan (1998)
<i>Encelia asperifolia</i>	Fo	+						Ehleringer & Cook (1987)
<i>Encelia californica</i>	Fo	+						Ehleringer & Cook (1987)
<i>Encelia farinosa</i>	Fo	+						Ehleringer & Cook (1987)
<i>Encelia virginensis</i>	Fo	+						Ehleringer & Cook (1987)
<i>Espeletia atropurpurea</i>	Fo	+	+ (X)				Re (H)	Ehleringer & Cook (1987) Roth (1973)
<i>Espeletia sp.</i>	Fo	+	+ (FV)					Metcalfe & Chalk (1950) Roth (1973)
<i>Espeletia timotensis</i>	Fo	+						Ramayya (1963)
<i>Glossaria basvalleae</i>	Fo	+						Macias et al. (1996)
<i>Helianthus annuus</i>	Fo	+						Solereder (1908)
<i>Helianthus sp.</i>	Fo	+						Cheniclet & Cardé (1985)
<i>Helianthus tuberosus</i>	Fo		+				Re (H)	Handro et al. (1970)
<i>Isoetigma pencedanifolia</i>	Fo					G		Sasikala & Narayanan (1998)
<i>Lagascea mollis</i>	Fo	+	+ (FV)				Re (H)	Artiswager (1943)
<i>Parthenium argentatum</i>	Fo	+						Healey et al. (1986)
<i>Parthenium fruticosum</i>	Fo	+						Healey et al. (1986)
<i>Parthenium rollinsianum</i>	Fo	+						Healey et al. (1986)
<i>Parthenium schoottii</i>	Fo	+						Healey et al. (1986)
<i>Parthenium tomentosum</i>	Fo	+						Castro (1987)
<i>Rtencourtia oblongifolia</i>	Fo	+	+ (X/F)					Lersten & Curtis (1985)
<i>Rudbeckia laciniata</i>	Fo	+						Spring et al. (1999)
<i>Scalestia affinis</i>	Fo	+						Spring et al. (1999)
<i>Scalestia aspera</i>	Fo	+						Spring et al. (1999)
<i>Scalestia atracyloides</i>	Fo	+						Spring et al. (1999)
<i>Scalestia baurii</i>	Fo	+						Spring et al. (1999)
<i>Scalestia crockeri</i>	Fo	+						Spring et al. (1999)
<i>Scalestia divisa</i>	Fo	+						Spring et al. (1999)
<i>Scalestia helleri</i>	Fo	+						Spring et al. (1999)
<i>Scalestia microcephala</i>	Fo	+						Spring et al. (1999)
<i>Scalestia pedunculata</i>	Fo	+						Spring et al. (1999)
<i>Scalestia retroflexa</i>	Fo	+						Spring et al. (1999)
<i>Scalestia villosa</i>	Fo	+						Spring et al. (1999)

(Continuação Heliantheae)					LS e Fl (Q)			
<i>Scalésia stewartii</i>								Spring et al. (1999)
<i>Siegesbeckia</i> sp.								Solereder (1908)
<i>Siegesbeckia jorullensis</i>								Heinrich et al. (2002)
<i>Siegesbeckia orientalis</i>								Aguilera et al. (2004)
<i>Silphium perfoliatum</i>								Lersten & Curtis (1985)
<i>Spilanthes acmella</i>								Grotta (1945)
<i>Tithonia diversifolia</i>								Sasikala & Narayanan (1998)
<i>Tridax procumbens</i>								Sasikala & Narayanan (1998)
<i>Verbena sardensis</i>								Castro (1987)
<i>Viguiera discolor</i>								Castro (1987)
<i>Viguiera quinqueremis</i>								Costa et al. (2001)
<i>Viguiera robusta</i>								Castro (1987)
<i>Xanthium pennsylvanicum</i>								Costa et al. (2001)
<i>Wedelia macrodonia</i>								Maksymowych & Maksymowych (1982)
<i>Wedelia paludosa</i>								Castro (1987)
<i>Zinnia elegans</i>								Castro (1987)
<i>Wedelia subvelutina</i>								Sasikala & Narayanan (1998)
<i>Wilkesia gymnoxiphium</i>								Castro (1987)
<i>Wulffia baccata</i>								Carlquist (1957)
<i>Wulffia stenoglossa</i>								Meira (1991)
								Castro (1987)
Inuleae								
<i>Inula crithmoides</i>								Werker & Fahn (1982)
<i>Inula graveolens</i>								Werker & Fahn (1982)
<i>Inula viscosa</i>								Werker & Fahn (1981)
<i>Inulopsis scaposa</i>								Castro (1987)
<i>Pterocaulon alopecuroides</i>								Castro (1987)
<i>Pterocaulon rugosum</i>								Castro (1987)
<i>Pulicaria</i> sp.								Castro (1987)
<i>Tessaria absinthioides</i>								Metcalfe & Chalk (1950)
<i>Tessaria ambigua</i>								Petenatti et al. (1999)
<i>Tessaria dodoneaeifolia</i>								Petenatti et al. (1999)
<i>Tessaria fastigiata</i>								Petenatti et al. (1999)
<i>Tessaria integrifolia</i>								Petenatti et al. (1999)

Abreviações: Al - alcalóides; At - antera; Co - coléteres; F - floema; Fe - compostos fenólicos; Fl - flavonóides; Fo - folha; FV - feixes vasculares; G - glândulas; H - teste histoquímico; L - lipídeos; LS - Lactonas sesquiterpênicas; PA - parte aérea; Pa - poliacetilenos; Pe - peçolo; Q - teste químico; Re - resina; Ta - taninos; X - xilema; + - estrutura mencionada.

Tabela 6. Estruturas secretoras em espécies de Asteraceae. Tribo Mustisieae.

Tribo/Espécie	Órgão	Tricomas	Estrutura/Posição			Natureza	Referência
			Ductos/Canais	Laticíferos	Hidatódios		
<i>Ainsliaea acerifolia</i>	Fo					Re (H)	Solereder (1908)
<i>Brachylaena</i> sp.	Fo	+	+				Solereder (1908)
<i>Chaptalia inegerrim</i>	Fo	+		+			Castro (1987)
<i>Dudaëa pinifolia</i>	Fo		+				Carlquist (1958a)
<i>Gochmatia barrosii</i>	Fo	+					Castro (1987)
<i>Gochmatia pulchra</i>	Fo	+					Castro (1987)
<i>Gochmatia polymorpha</i>	Fo	+		+	+		Meira (1991)
<i>Gochmatia</i> sp.	Fo	+				Re (H)	Solereder (1908)
<i>Gongyololepis huachamacari</i>	Fo		+				Carlquist (1958a)
<i>Gongyololepis fruticosa</i>	Fo		+				Carlquist (1958a)
<i>Hyalis spartioides</i>	Fo					Re (H)	Solereder (1908)
<i>Leucheria achillaeifolia</i>	Fo		+	(F)			Pyykko (1966)
<i>Leucheria habnii</i>	Fo			+	(F)		Pyykko (1966)
<i>Leucheria millefolium</i>	Fo	+		+	(F)		Pyykko (1966)
<i>Leucheria purpurea</i>	Fo	+		+	(F)		Pyykko (1966)
<i>Lycoseris mexicana</i>	Fo		+			Re (H)	Solereder (1908)
<i>Mutisia decurrens</i>	Fo		+			Re (H)	Solereder (1908)
<i>Mutisia retusa</i>	Fo		+			Re (H)	Pyykko (1966)
<i>Mutisia spinosa</i>	Fo		+	(F)			Pyykko (1966)
<i>Nassauvia digitata</i>	Fo		+	(F)			Pyykko (1966)
<i>Nassauvia nivalis</i>	Fo	+				Re (H)	Solereder (1908)
<i>Peresia beckii</i>	Fo	+				Re (H)	Pyykko (1966)
<i>Peresia recurvata</i>	Fo	+				Re (H)	Pyykko (1966)
<i>Peresia sessiliflora</i>	Fo	+				Re (H)	Pyykko (1966)
<i>Polychurus villosus</i>	Fo	+				Re (H)	Solereder (1908)
<i>Quelchia cardonae</i>	Fo		+				Carlquist (1958a)
<i>Trixis antimenorrhoea</i>	Fo	+	+	(F)			Meira (1991)
<i>Trixis divaricata</i>	Fo	+	+	(F)			Meira (1991)
<i>Trixis glutinosa</i>	Fo	+	+			+	Castro (1987)
<i>Trixis verbaselliformis</i>	Fo	+	+	(F)			Castro (1987)

Abreviações: F - floema; Fo - folha; H - teste histoquímico; Re - resina; + - estrutura mencionada.

Tabela 7. Estruturas secretoras em espécies de Asteraceae. Tribos Senecioneae e Vernoniae.

Tribo/Espécie	Órgão	Estrutura/Posição				Natureza	Referência
		Tricomas	Ductos/Canais	Laticíferos	Hidatódios		
Senecioneae							
<i>Paragnoxys magnifolia</i>	Fo	+	+	(F)			Torres & Robles (1996)
<i>Paragnoxys meridiana</i>	Fo	+	+	(F)			Torres & Robles (1996)
<i>Paragnoxys venezuelae</i>	Fo	+	+	(F)			Torres & Robles (1996)
<i>Senecio bracteolatus</i>	Fo		+	(F)			Pykko (1966)
<i>Senecio brasiliensis</i>	Fo		+	(F)			Meira (1991)
<i>Senecio chilensis</i>	Fo		+	(F)			Pykko (1966)
<i>Senecio chrysocomoides</i>	Fo		+	(F)			Pykko (1966)
<i>Senecio danyaussii</i>	Fo		+	(F)			Pykko (1966)
<i>Senecio filaginoides</i>	Fo		+	(F)			Pykko (1966)
<i>Senecio goldsackii</i>	Fo		+	(F)			Pykko (1966)
<i>Senecio lagopus</i>	Fo		+	(F)			Pykko (1966)
<i>Senecio magellanicus</i>	Fo		+	(F)			Metcalfe & Chalk (1950)
<i>Senecio miser</i>	Fo		+	(F)			Pykko (1966)
<i>Senecio neaei</i>	Fo	+	+	(F)			Pykko (1966)
<i>Senecio rowleyanus</i>	Fo		+	(F)			Pykko (1966)
<i>Senecio saxifragoides</i>	Fo		+	(F)			Hillson (1979)
<i>Senecio subulatus</i>	Fo		+	(F)			Metcalfe & Chalk (1950)
<i>Tussilago farfara</i>	Fo		+				Pykko (1966)
Vernoniae							
<i>Elephantopus biflora</i>	Fo	+					Castro (1987)
<i>Elephantopus elongatus</i>	Fo	+					Castro (1987)
<i>Elephantopus micropappus</i>	Fo	+					Castro (1987)
<i>Elephantopus mollis</i>	Fo	+					Castro (1987)
<i>Eremanthus eriopus</i>	Fo	+					Handro et al. (1970)
<i>Eremanthus sphaerocephalus</i>	Fo	+					Castro (1987)
<i>Haplostephium passerina</i>	Fo	+					Handro et al. (1970)
<i>Lychnohthora ericoides</i>	Fo	+					Handro et al. (1970)
<i>Lychnohthora reticulata</i>	Fo	+					Handro et al. (1970)
<i>Lychnohthora rosmarinifolia</i>	Fo	+					Handro et al. (1970)
<i>Lychnohthora salicifolia</i>	Fo	+					Handro et al. (1970)
<i>Piptocarpha macropoda</i>	Fo	+					Handro et al. (1970)
<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	Fo	+					Handro et al. (1970)
<i>Vernonia albicans</i>	PA e R	+					Meira (1991)
<i>Vernonia apiculata</i>	Fo	+					Re (H) e L (H)
<i>Vernonia bardanoides</i>	Fo	+					Achutti (1978)
<i>Vernonia bourneana</i>	Fo	+					Narayana (1979)
<i>Vernonia brevifolia</i>	Fo	+					Castro (1987)
<i>Vernonia brevipetiolata</i>	Fo	+					Castro (1987)
<i>Vernonia cinerea</i>	Fo	+					Narayana (1979)
<i>Vernonia cognata</i>	Fo	+					Rocha (1975)
<i>Vernonia comorinensis</i>	Fo	+					Castro (1987)
<i>Vernonia conyzoides</i>	Fo	+					Narayana (1979)
<i>Vernonia coriacea</i>	Fo	+					Castro (1987)
<i>Vernonia dalzelliana</i>	Fo	+					Narayana (1979)

LITERATURA CITADA

ACHUTTI, M. H. C. **Aspectos morfológicos e anatômicos dos sistemas aéreo e subterrâneo e o óleo essencial das folhas de *Piptocarpha rotundifolia* (Less.) Baker (Compositae)**. 1978. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1978.

ADEKENOV, S. M. et al. Sesquiterpene lactones from *Artemisia glabella*. **Fitoterapia**, v. LXVI, p. 142-146, 1995.

AGUILERA, D. B.; MEIRA, R. M. S. A.; FERREIRA, F. A. Anatomia e histoquímica dos órgãos vegetativos de *Siegesbeckia orientalis* (Asteraceae). **Planta Daninha**, v. 22, n. 4, p. 483-489, 2004.

ALENCASTRO, F. M. M. R. Contribuição ao estudo da anatomia foliar das vernônias do Brasil 1 - *Vernonia oppositifolia* Less. **Arch. Jard. Bot. R. Janeiro**, v. 19, p. 109-123, 1973.

ALFOLAYAN, A. J.; MEYER, J. J. M. Morphology and ultrastructure of secreting and nonsecreting foliar trichomes of *Helichrysum aureonitens* (Asteraceae). **Int. J. Plant. Sci.**, v. 156, p. 481-487. 1995.

ANDERSON, L. C.; CREECH, J. B. Comparative leaf anatomy of *Solidago* and related Asteraceae. **Am. J. Bot.**, v. 62, p. 486-493, 1975.

ARTSCHWAGER, E. Contribution to the morphology and anatomy of guayule (*Parthenium argentatum*). **Tech. Bull.**, v. 842, p. 1-33, 1943.

ASCENSÃO, L.; PAIS, M. S. S. Secretory trichomes from *Artemisia crithmifolia*: some ultrastructural aspects. **Bull. Soc. Bot. Fr. Actual Bot.** , v. 129, p. 83-87, 1982.

ASCENSÃO, L.; PAIS, M. S. S. Glandular trichomes of *Artemisia campestris* (ssp. *maritima*): ontogeny and histochemistry of the secretory product. **Bot. Gaz.** , v. 148, p. 221-227, 1987.

BONNER, J.; GALSTON, A. W. The physiology and biochemistry of rubber formation in plants. **Bot. Rev.**, v. 13, p. 543-596, 1947.

CAPPELLETTI, E. M.; CANIATO, R.; APPENDINO, G. Localization of the cytotoxic hydroperoxyeudesmanolides in *Artemisia umbelliformis*. **Bioch. Syst. Ecol.**, v. 14, p. 183-190, 1986.

CARLQUIST, S. Leaf anatomy and ontogeny in *Argyroxiphium* and *Wilkesia* (Compositae). **Am. J. Bot.**, v. 44, p. 696-705, 1957.

CARLQUIST, S. Anatomy of Guayana Mutisieae. Part. II. **Mem. N. Y. Bot. Gdn.**, v. 10, p. 157-184, 1958a.

CARLQUIST, S. Structure and ontogeny of glandular trichomes of *Madinae* (Compositae). **Am. J. Bot.**, v. 45, p. 675-682, 1958b.

CARLQUIST, S. The leaf of *Calycadenia* and its glandular appendages. **Am. J. Bot.**, v. 46, p. 70-80, 1959a.

CARLQUIST, S. Glandular structure of *Holocarpha* and their ontogeny. **Am. J. Bot.**, v. 46, p. 300-308, 1959b.

CASTRO, M. M. **Estruturas secretoras em folhas de espécies da família Asteraceae: aspectos estruturais e histoquímicos**. 1987. 247 f. Tese (Doutorado em Botânica) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.

CHENICLET, C.; CARDE, J. P. Presence of eucoplasts in secretory cells and of monoterpenes in the essential: a correlative study. **Isr. J. Bot.**, v. 34, p. 219-238, 1985.

CLARO, S. M. C. A. **Levantamento dos tipos de estruturas secretoras em folhas de Asteraceae da restinga de Setiba, Guarapari (ES)**. 1994. 101 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.

COSTA, F. B. et al. Intraspecific variation in the chemistry of glandular trichomes of two brazilian *Viguiera* species (Heliantheae; Asteraceae). **J. Braz. Chem. Soc.**, v. 12, p. 403-407, 2001.

COUTINHO, L. M. Contribuição ao conhecimento da ecologia da mata pluvial tropical. **Bol. Fac. Filos. Ciênc. S. Paulo**, ser. Bot., v. 18, p. 5-219, 1962.

DUKE, S. O.; PAUL, R. N. Development and fine structure of the glandular trichomes of *Artemisia annua* L. **Int. J. Plant. Sci.**, v. 154, p. 107-118, 1993.

EHLERINGER, J.; COOK, C. S. Leaf in *Encelia* (Asteraceae). **Am. J. Bot.**, v. 74, p. 1532-1540, 1987.

ESAU, K. **Plant anatomy**. New York: John Wiley & Sons, 1965.

FUEYO, G. M. Ontogenia de las glândulas foliares e involucrais de *Tagetes minuta* (Compositae). **Bol. Soc. Aragent. Bot.**, v. 24, p. 403-410, 1986.

GROTTA, A. S. Contribuição ao estudo morfológico e anatômico de *Spilanthes acmella* L. Compositae. **An. Fac. Farm. Odont. Univ. S. Paulo**, v. 4, p. 130-164, 1945.

GROTTA, A. S. Contribuição ao estudo morfológico e anatômico de *Achyrocline satureoides* DC. Compositae. **An. Fac. Farm. Odont. Univ. S. Paulo**, v. 17, p. 1-16, 1960.

HANDRO, W.; CAMPOS, J. F. B. M.; OLIVEIRA, Z. M. Sobre a anatomia foliar de algumas Compostas dos campos rupestres. **Ciência e Cultura**, v. 22, p. 107-126, 1970.

HEALEY, P. L.; MEHTA, I. J.; WESTERLING, K. E. Leaf trichomes of some *Parthenium* species. **Am. J. Bot.**, v. 73, p. 1093-1099, 1986.

HEINRICH, G. et al. Glandular hairs of *Siegebeckia jorullensis* Kunth (Asteraceae): morphology, histochemistry and composition of essential oil. **Ann. Bot.**, v. 89, n. 4, p. 459-469, 2002.

HELLWIG, F. H. Untersuchungen zur behaarung ausgewählter Astereae (Compositae). **Flora**, v. 186, p. 425-444, 1992.

HILLSON, C. J. Leaf development in *Senecio rowleyanus* (Compositae). **Am. J. Bot.**, v. 66, p. 59-63, 1979.

HOEHNE, W.; GROTTA, A. S.; SCAVONE, O. Contribuição ao estudo morfológico e anatômico de *Calea pinnatifida* Banks. **An. Fac. Farm. Odont. Univ. S. Paulo**, v. 10, p. 9-33, 1952.

HUNTER, G. E.; AUSTIN, D. F. Evidence from trichome morphology of interspecific hybridization in *Vernonia*: Compositae. **Brittonia**, v. 19, p. 38-41, 1967.

KELSEY, R. G.; SHAFIZADEH, F. Glandular trichomes and sesquiterpene lactones of *Artemisia nova* (Asteraceae). **Biochem. Syst. Ecol.**, v. 8, p. 371-377. 1980.

KING, R. M.; ROBINSON, H. Studies in the Eupatorieae (Asteraceae). XLVII. The genus, *Critonia*. **Phytologia**, v. 22, p. 46-51. 1971a.

KING, R. M.; ROBINSON, H. Studies in the Eupatorieae (Asteraceae). XLIX. A new genus, *Critoniadelphus*. **Phytologia**, v. 22, p. 52-53, 1971b.

LERSTEN, N. R.; CURTIS, J. D. Distribution and anatomy of hydathodes in Asteraceae. **Bot. Gaz.**, v. 146, n. 1, p. 106-114. 1985.

LERSTEN, N. R.; CURTIS, J. D. Tubular cavities in white snakeroot, *Eupatorium rugosum* (Asteraceae). **Am. J. Bot.**, v. 73, n. 1, p. 1016-1021, 1986.

LERSTEN, N. R.; CURTIS, J. D. Internal secretory spaces in Asteraceae. A review and original observations on *Conyza canadensis* (tribe Astereae). **La Cellule**, v. 74, p. 179-196, 1987.

LERSTEN, N. R.; CURTIS, J. D. Secretory reservoirs (ducts) of two kinds in giant ragweed (*Ambrosia trifida*; Asteraceae). **Am. J. Bot.**, v. 75, n. 1, p. 1313-1323, 1988.

MACÍAS, F. A. et al. Potential allelopathic sesquiterpene lactones from sunflower leaves. **Phytochemistry**, v. 43, p. 1205-1215, 1996.

MAKSYMOWYCH, R.; MAKSYMOWYCH, A. B. Petiole development and xylem differentiation in *Xanthium* represented by the plastochron index. **Am. J. Bot.**, v. 69, p. 23-30, 1982.

MALECI, L. B.; MARCHI, A. B. “*Artemisia vulgaris*” L. ed “*A. verlotiorum*” Lamotte: studio di alcuni caratteri morfo-anatomici distintivi delle due specie. **Webbia**, v. 37, p. 185-196, 1983.

MEIRA, R. M. S. A. **Levantamento dos tipos de estruturas secretoras em folhas de espécies de Asteraceae em vegetação de floresta (Atibaia, SP)**. 1991. 99 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 1991.

METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of dicotyledons**. Oxford: Clarendon Press, 1950. v. 2. 724 p.

MONTEIRO, W. R. **Estruturas secretoras da folha de *Porophyllum lanceolatum* DC. (Asteraceae): estudos morfológicos histoquímicos e ultra-estruturais**. 1986. Tese de Livre-docência. Instituto de Biociências. Universidade de São Paulo, São Paulo. 1986.

MONTEIRO, W. R. et al. Development and some histochemical aspects of foliar glandular trichomes of *Stevia rebaudiana* (Bert.) Bert. – Asteraceae. **R. Bras. Bot.**, v. 24, n. 3, p. 349-357, 2001.

NARAYANA, B. M. Taxonomic value of trichomes in *Vernonia* Schreb. (Asteraceae). **Proc. Indian Acad. Sci.**, v. 88, p. 347-357, 1979.

O'DOWD, D. J.; CATCHPOLE, E. A. Ants and extrafloral nectaries: no evidence for plant protection in *Helichrysum* ssp. – ant interactions. **Oecologia**, v. 59, n. 2, p. 191-200, 1983.

OLSON, K. C.; TIBBITTS, T. W.; STRUCKMEYER, B. E. Leaf histogenesis in *Lactuca sativa* with emphasis upon laticifer ontogeny. **Am. J. Bot.**, v. 56, p. 1212-1216, 1969.

PANIZZA, S.; GROTTA, A. S. Contribuição ao estudo morfológico e anatômico de *Solidago microglossa* DC. **R. Fac. Farm. Bioquím. S. Paulo**, v. 3, p. 27-50, 1965.

PAVIANI, T. I. Estudos morfológicos e anatômicos de *Brasilia sickii* G. M.

Barroso: I. **R. Brasil. Biol.**, v. 32, p. 451-472, 1972.

PERRIN, A. Diversité des formes d' accumulation de la phytoferritine dans les cellules constituant l' épithème des hydathodes de *Taraxacum officinalis* Weber et *Saxifraga aizoon* Jacq. **Planta**, v. 93, p. 71-91, 1970.

PERRIN, A. Organisation et nature de l' inclusion cristalline des organites du type "crystal-containing body" rencontrés dans les cellules de l' épithème des hydathodes de *Cichorium intybus* L. **Protoplasma**, v. 74, p. 213-225, 1972.

PETENATTI, M. E.; PETENATTI, E. M.; DEL VITTO, L. A. Morphoanatomy of argentinian species of *Tessaria* (Asteraceae-Inuleae-Pluchinae). **Acta Hort.**, v. 503, p. 87-90, 1999.

POLI, F.; SACCHETTI, G.; BRUNI, A. Distribution of internal secretory structures in *Tagetes patula* (Asteraceae). **Nord. J. Bot.**, v. 15, n. 2, p. 197-205, 1995.

PYYKKO, M. The leaf anatomy of east patagonian xeromorphic plants. **Ann. Bot. Fenn.**, v. 3, p. 453-622, 1966.

RAMAYYA, N. Modes of development in the trichomes of Compositae. **Curr. Sci.**, v. 32, p. 27-28, 1963.

ROCHA, S. **Contribuição à anatomia foliar do gênero *Vernonia* - Compositae**. 1975. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1975.

ROTH, I. Anatomia de las hojas de plantas de los páramos venezolanos 2. *Espeletia* (Compositae). **Acta Bot. Venez.**, v. 8, p. 281-310, 1973.

ROTH, I. Anatomia de las hojas de plantas de los páramos venezolanos 1. *Hinterhubera imbricata* (Compositae). **Acta Bot. Venez.**, v. 9, p. 381-398, 1974.

RUSSIN, W. A. et al. Developmental changes in content of foliar secretory cavities of *Tagetes erecta* (Asteraceae). **Am. J. Bot.**, v. 75, p. 1787-1793, 1988.

SAEED, M. A.; KHAN, Z. Pharmacognostic studies of indigenous medicinal plants - I. **Hamdard - Medicus**, v. 39, p. 60-67, 1996.

SAJO, M. G. **Estudo dos órgãos vegetativos de espécies de *Vernonia* Scrib. (Compositae) da Serra do Cipó (MG)**. 1982. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1982.

SANCHEZ, E.; ARRIAGA, M. O.; PANARELLO, H. O. El síndrome de “kranz” en Asteraceae de la flora Argentina. **Bol. Soc. Argent. Bot.**, v. 24, p. 249-259, 1986.

SASIKALA, K.; NARAYANA, B. M. Numerical evaluation of trichome caracteres in certain members of Asteraceae. **Phytomorphology**, v. 48, p. 67-81. 1998.

SCATENA, V. L. **Estudo morfo-anatômico de plântulas e de órgãos vegetativos aéreos e ensaio farmacológico de *Vernonia polyanthes* Less. (Compositae)**. 1983. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro. 1983.

SCHNEPF, E. Über denfeinbau von oldrusen III. Die olgange von *Solidago canadensis* und die exkretschlauche von *Arctium lappa*. **Protoplasma**, v. 67, p. 205-212, 1969.

SEMPLE, J. C.; BLOK, V. C.; HEIMAN, P. Morphological, anatomical, habit, and habitat differences among the goldenaster genera *Chrysopsis*, *Heterotheca* and *Pityopsis* (Compositae-Astereae). **Can. J. Bot.**, v. 58, p. 147-163, 1980.

SILVA, J.B.; GROTTA, A. S. Anatomia da folha e óleo essencial de *Baccharis retusa* DC., Compositae. **R. Farm. Bioquím. Univ. S. Paulo**, v. 9, p. 321-326, 1971.

SPRING, O.; HEIL, N.; ELIASSON, U. Chemosystematic studies on the genus *Scalesia* (Asteraceae). **Bioch. Syst. Ecol.**, v. 27, p. 277-288, 1999.

SOLEREDER, H. **Systematic anatomy of the dicotyledons - A handbook for laboratories of pure and applied botany**. Oxford: Clarendon Press, 1908. v. 2. 1182 p.

ST. OMER, L; MOSELEY JR, M. F. The vegetative anatomy of *Jaumea carnosa* (Less.) Gray (Asteraceae). A salt marsh species. **Am. J. Bot.**, v. 68, p. 312-319, 1981.

TORRES, F.; ROBLES, L. Anatomía foliar de las especies de *Paragynoxys* Cuatrec. (Asteraceae) del Estado Mérida, Venezuela. **Plantula**, v. 1, p. 151-165, 1996.

WERKER, E.; FAHN, A. Secretory hairs of *Inula viscosa* (L.) Ait. – Development, ultrastructure, and secretion. **Bot. Gaz.**, v. 142, n. 4, p. 461-476, 1981.

WERKER, E.; FAHN, A. *Inula* hairs - structure, ultrastructure and secretion. In: **Aromatic plants: basic and applied aspects. World crops: production, utilization and description.** MARGARIS, N.; KOEDAM, A.; VOKOU, D., v. 7. The Hague: Martinus Nijhoff Publishers, p. 25-37, 1982.

WILLIAMS, C.A. et al. The flavonoids of *Tanacetum parthenium* and *T. vulgare* and their anti-inflammatory properties. **Phytochemistry**, v. 51, p. 417-423, 1999.