

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



**Estudo citotaxonômico de espécies do gênero
Lychnophora Mart. (Asteraceae: Vernonieae) em
Minas Gerais.**

UNICAMP

BIBLIOTECA CENTRAL

SEÇÃO CIRCULANTE

Mariana Esteves Mansanares

Este exemplar corresponde à redação final
da tese defendida pelo(a) candidato(a)

Mariana Esteves Mansanares

e aprovada pela Comissão Julgadora.

Tese apresentada ao Instituto
de Biologia para obtenção do
Título de Mestre em Biologia
Vegetal.

Eliana Regina Forni Martins

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Eliana Regina Forni-Martins

2000

1804190081



UNIDADE BC
CHAMADA:
M317e
Es.
OMBO BC/ 42987
ROC. 16-278/00
C D
REC# R\$ 11,00
DATA 04/11/00
1.º CPD.....

CM-00147064-5

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE BIOLOGIA – UNICAMP

M317e

Mansanares, Mariana Esteves

Estudo citotaxonômico de espécies do gênero *Lychnophora*
Mart. (Asteraceae: Vernonieae) em Minas Gerais / Mariana Esteves
Mansanares. -- Campinas, SP:[s.n.], 2000.
77f: illus.

Orientadora: Eliana Regina Forni-Martins
Dissertação(mestrado) – Universidade Estadual de Campinas.
Instituto de Biologia.

1. Citotaxonomia das plantas. 2. Asteraceae. 3. Cromossomos.
I. Forni-Martins, Eliana Regina. II. Universidade Estadual de Campinas.
Instituto de Biologia. III. Título.

Campinas, 14 de setembro de 2000 .

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. ELIANA REGINA FORNI MARTINS *Eliana R Forni Martins*

Profa. Dra. JULIE HENRIETTE ANTOINETTE DUTILH *Julie H. A. Dutilh*

Profa. Dra. LISETE CHAMMA DAVIDE *Lisete Chamma*

Prof. Dr. JOÃO SEMIR

*"No centro de tudo, a interrogação que vem do
fundo dos tempos:
por que Minas? Por que este mistério?
Um dia, quando todas as explicações forem escritas e
quando não houver mais notícias para dar, é possível que
alguém pergunte de novo.
E (queira Deus) Minas não responderá."
(autor desconhecido)*

*Aos meus pais, Ângela e Luiz, às minhas
irmãs Giuliana e Ísis, e a memória dos
meus avós Ângelo Vitorino e Emília
Mansanares Esteves.*

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi concluído graças ao apoio e dedicação de várias pessoas, que contribuíram direta ou indiretamente para a sua realização. Dentre estas pessoas, faço um agradecimento especial a:

À Prof^ª. Dr^ª. Eliana Regina Forni Martins pela oportunidade oferecida, orientação, e por tudo que me ensinou. Por acreditar que poderia dar certo, e principalmente pela infinita paciência comigo.

Ao Prof. Dr. João Semir por todas suas sugestões e correções durante o trabalho e pré-banca, por também acreditar que daria certo, pela identificação dos materiais e pelo empréstimo de referências bibliográficas.

Aos professores do Departamento de Botânica da UNICAMP pelos conselhos e sugestões.

À Dr^ª. Neiva Izabel Pierozzi, IAC - Campinas, pela participação na pré-banca e pelas sugestões ao trabalho.

À Dr^ª. Julie Henriette Antoniette Dutilh pelo incentivo, pela participação na pré-banca e pelas sugestões ao trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Botânica - UNICAMP, especialmente ao João Carlos e Iara pela paciência, pelas várias colaborações e principalmente pela amizade e companheirismo.

Aos amigos Fábio Vitta, Lidyanne Aona, Kazue Matsumoto, André Olmos, Alexandre Wolf, Fabíola Feres e Renato Belinelo pela companhia e incentivo nas coletas.

À Juliana Sampaio Farinaci pelo material coletado e auxílio com as ampliações das fotos.

A Eduardo Leite Borba pelos materiais coletados, pelas fotografias e pelo mapa dos afloramentos em Minas Gerais.

A Norberto Peporine Lopes pelo material coletado.

A todos os colegas pós-graduandos pela convivência alegre e apoio nos momentos difíceis.

À amiga Marta Moraes pela força e incentivo constantes, sem os quais seria difícil a conclusão deste trabalho.

Ao amigo Márcio Lisboa pela força e por toda a ajuda.

À grande amiga Maria Isabel F. Chitarra pelas longas conversas que não me deixaram desistir.

À minha irmã Giuliana, pelas diversas ajudas com o computador, meu namorado Luís Pedro e à amiga Lidyanne por me agüentarem, principalmente nesta reta final.

À CAPES pelo apoio financeiro.

SUMÁRIO

1. Introdução	1
<i>O gênero Lychnophora</i>	1
<i>Citotaxonomia</i>	7
2. Objetivos	12
3. Materiais e Métodos	13
<i>Espécies estudadas</i>	13
<i>Estudos cromossômicos</i>	15
4. Resultados	18
5. Discussão	22
<i>Número cromossômico</i>	22
<i>Microsporogênese</i>	33
<i>Considerações taxonômicas x Dados citotaxonômicos</i>	40
6. Conclusões	51
7. Bibliografia	63

TABELAS

Tabela 1	14
Tabela 2	19
Tabela 3	20
Tabela 4	21
Tabela 5	26
Tabela 6	41
Tabela 7	46
Tabela 8	50

FIGURAS

Figura 1	.....	53
Figura 2	.....	54
Figura 3	.....	55
Figura 4	.....	56
Figura 5	.....	57
Figura 6	.....	58
Figura 7	.....	59
Figura 8	.....	60
Figura 9	.....	61
Figura 10	.....	62

Resumo

O gênero *Lychnophora* Mart. é composto por cerca de 68 espécies endêmicas aos campos rupestres dos estados de Minas Gerais, Bahia e Goiás. As condições ecológicas destes ambientes possivelmente propiciaram uma especiação intensa, podendo ser um dos fatores destes endemismos. Em Minas Gerais encontra-se a maior diversidade de espécies de *Lychnophora*, sendo este estado considerado o maior centro de dispersão do gênero. Objetivando contribuir para o estudo biossistemático do gênero, foi realizado o estudo cromossômico de 18 espécies de *Lychnophora* pertencentes a três seções, coletadas na Serra do Cipó, Carrancas e na região de Diamantina, MG. Para análise meiótica, os botões florais foram fixados em solução Carnoy, estocados em etanol 70% e as preparações citológicas foram obtidas mediante o esmagamento de anteras em carmim acético 1,2%. Para análise mitótica, utilizou-se raízes de cipselas recém-germinadas, tratadas com solução de 8-hidroxiquinoleína e fixadas em solução Carnoy. As lâminas foram preparadas através da técnica de Giemsa. Foram encontrados três números cromossômicos, $n=17$, 18 e 19, que nem sempre coincidiram com as citações prévias. Em *L. staavioides*, foi detectada uma população poliplóide ($n=34$). Também foram analisadas a taxa de normalidade das tétrades e de viabilidade dos grãos-de-pólen. Estas taxas foram normais na maioria das espécies analisadas, à exceção de *L. rupestris*, que apresentou baixa taxa de normalidade de tétrades e de viabilidade dos grãos-de-pólen e de *L. staavioides* (população poliplóide), na qual foi observada uma baixa normalidade de tétrades. Esses diferentes números cromossômicos distribuem-se pelas espécies das 3 seções, ou seja, não são caracteres distintivos em nível infragenérico. Por outro lado, são caracteres importantíssimos na diferenciação de algumas espécies, cujos limites são questionados por parte de distintos taxonomistas. Os resultados obtidos confirmam, em sua maioria, a proposição taxonômica apresentada por Semir, em 1991.

Abstract

Genus *Lychnophora* Mart. has about 68 endemic species in campos rupestres in the states of Minas Gerais, Bahia and Goiás. Ecological conditions of this environment has possibly provided intense speciation, and these conditions could be one of the factors for this endemism. The biggest diversity is found in Minas Gerais, and this state is also considered the biggest centre of this genus dispersal. To contribute to the biosystematic study of the genus, a chromosomic study of 18 species of *Lychnophora* belonging to 3 sections was made; they were collected at Serra do Cipó, Carrancas and Diamantina regions, in the state of Minas Gerais. For meiotic analysis, floral buds were fixed in Carnoy's solution, stocked in 70% ethanol and cytologic preparation were obtained through anthers squashing in 1.2% carmine solution. For mitotic analysis cypselas root tips were used, treated in 8-hydroxyquinoline and fixed in Carnoy's solution. The slides were prepared through Giemsa technique. Three chromosome numbers, $n=17$, 18 and 19, were found but they were not always coincident with previous reports. In *L. staavioides* a polyploid population ($n=34$) was detected. Normality range of tetrads and pollen grains feasibility were also analysed. These ranges were normal in most analysed species with the exception of *L. rupestris* that presented a low normality range of tetrads. These different chromosomic numbers are distributed through the 3 sections species; in other words, they are not distinctive characters in infragenic level. On the other hand, they are very important to differentiate some species whose limits are questioned by taxonomists. Results confirm, most of all, the taxonomic proposition presented by Semir, in 1991.

INTRODUÇÃO

1. O GÊNERO *LYCHNOPHORA* MART.

A família Asteraceae Giseke é considerada uma das maiores entre as angiospermas, compreendendo cerca de 1.535 gêneros e aproximadamente 25.000 espécies (CRONQUIST, 1981, 1988; BREMER, 1994). Apresenta ampla distribuição, sendo muito bem representada em regiões tropicais, subtropicais e temperadas. Seus representantes ocupam, com sucesso, os mais diversos habitats, entretanto são mais abundantes nas regiões semi-áridas dos trópicos e subtropicais (CRONQUIST, 1988). No Brasil, são registrados para a família cerca de 180 gêneros (BARROSO, 1986; SEMIR, 1991). Entretanto, se considerarmos os desmembramentos de *Eupatorium* L. e *Vernonia* Schreb. em vários outros gêneros efetuados por KING & ROBINSON (1969, 1970, 1980, 1987) e ROBINSON (1999), este número pode ser aumentado.

Tradicionalmente a família era subdividida em 2 subfamílias, como no sistema clássico de BENTHAM (1873a, b) e HOFFMANN (1894), entre outros. Estudos cladísticos recentes, como os de BREMER & JANSEN (1992), consideraram que a família está subdividida em 3 subfamílias: Barnadesioideae, Cichorioideae e Asteroideae. Segundo BREMER (1994), na família são reconhecidas 17 tribos: Barnadesioideae (Barnadesieae); Cichorioideae (Mutisieae, Cardueae, Lactuceae, Vernonieae, Liabeae e Arctoteae); e Asteroideae (Inulae, Plucheeae, Gnaphalieae, Calendulaceae, Astereae, Anthemideae, Senecioneae, Helianieae, Heliantheae e Eupatorieae).

Dentre estas tribos, Barnadesieae foi segregada da tribo Mutisieae, que, de acordo com estes estudos cladísticos, era considerada polifilética. Por sua vez, a tribo Vernonieae apresenta-se bastante natural e desde o seu estabelecimento permanecia com poucas modificações na sua circunscrição e na dos gêneros que a compunham (BAKER, 1873; BENTHAM, 1873a, b; HOFFMANN 1894; HEYWOOD *et al.*, 1977). Apesar disto, recentemente, ROBINSON (1999), após vários estudos considerou que os tradicionais gêneros que a compunham nos sistemas acima deveriam ser agrupados ou segregados em outros, sendo a sua posição nem sempre bem aceita.

A tribo Vernonieae foi estabelecida por CASSINI (1817), sendo revista globalmente por LESSING (1829, 1831a, b), DE CANDOLLE (1836), BENTHAM (1873a, b) e HOFFMANN (1894). Vernonieae é diferenciada das outras tribos pelo seu capítulo homógamo de flores hermafroditas, corolas tubulosas e os ramos do estiletes longos e agudos. Apesar de ser considerada natural e bem estabelecida, as classificações propostas para a tribo Vernonieae não definem claramente os limites genéricos, que são tênues e imprecisos. O número de gêneros com suas respectivas espécies gera dúvidas e posições conflitantes. Desta forma, uma das últimas revisões da tribo (de cunho apenas bibliográfico) é a de JONES (1977), que relacionou cerca de 70 gêneros e 1.456 espécies, sendo que o gênero *Vernonia* contribuiria com cerca de 1.000 espécies. Após isto, vários estudos com representantes da tribo e principalmente com o gênero *Vernonia* efetuados por ROBINSON (1987a, b, c, 1988a, b, 1989, 1990a, b, 1992a), culminaram com o desmembramento deste em 10 gêneros (BREMER, 1994; ROBINSON, 1999).

A tribo Vernonieae possui distribuição pantropical, apresentando muitas vezes espécies com um endemismo pronunciado (JONES, 1977; BARROSO, 1986; SEMIR, 1991; BREMER, 1994). No Brasil, a tribo (*sensu* BENTHAM) está representada por cerca de 40 gêneros e 450 espécies (JONES, 1977; BARROSO, 1986).

ROBINSON *et al.* (1988a) subdividiu a tribo em várias subtribos e, mais recentemente, ROBINSON (1999) publicou sua classificação da tribo Vernonieae da América, onde distribui os gêneros em 10 subtribos: Leiboldiinae H. Rob., Vernoniinae Less., Piptocarphinae H. Rob., Chrestinae H. Rob., Centratherinae H. Rob., Lychnophorinae Benth., Sipolisiinae H. Rob., Elephantopodinae Less., Rolandrinae Less. e Trichospirinae Less. Dentre estas, caracterizou as Lychnophorinae principalmente pelas inflorescências em glomérulos (sincefalia) e cipselas com *pappus* normalmente espiralado decíduo ou subpersistente. Em relação ao número cromossômico, considerou para esta subtribo $n=15$, 17 e 18.

O gênero *Lychnophora* Mart. (representante da subtribo Lychnophorinae) foi estabelecido por MARTIUS (1822), que considerou, no seu estabelecimento, como características diferenciais, a presença de inflorescências em glomérulo e cipselas com os *pappus* caducos. Posteriormente o gênero foi tratado sem revisões taxonômicas formais, como as de LESSING (1829, 1831a, b) e DE CANDOLLE (1836). Em seguida, SCHULTZ-BIPONTINUS (1863) e BAKER (1873) realizaram as primeiras revisões do gênero, onde relacionaram as espécies já descritas por MARTIUS (1822) e outras que tinham sido descritas após este estabelecimento. Os trabalhos seguintes a respeito do gênero apenas descreveram novas espécies, tendo sido realizados por WAWRA (1888), GLAZIOU (1909), BEAUVERD (1913), MATTFELD (1923),

KRASCHENINNIKOV (1927), BARROSO (1956) e ROBINSON (1980a, b, 1981, 1983a, b, 1992b).

COILE & JONES (1981) revisaram *Lychnophora*, relacionando todas as espécies até então estabelecidas desde sua criação por MARTIUS (1822) até a data da publicação destes autores. Nas suas considerações, COILE & JONES (1981) consideraram o gênero com apenas 11 espécies perfeitamente estabelecidas, sinonimizaram algumas espécies e deslocaram alguns taxa para outros gêneros da tribo Vernonieae. Posteriormente, SEMIR (1991) realizou uma outra revisão de *Lychnophora*, com resultados na maioria das vezes discrepantes das posições taxonômicas de COILE & JONES (1981). O autor não aceitou a maioria das sinonimizações destes autores e ampliou a circunscrição, onde foram englobados outros gêneros sob *Lychnophora*, considerando então 68 espécies.

Segundo SEMIR (1991), o gênero está dividido em 6 seções: Lychnophora, Lychnophoriopsis, Lychnophorioides, Lychnocephaliopsis, Sphaeranthus e Chronopappus. O autor separou tentativamente estas seções baseando-se em diferenças referentes às inflorescências e presença ou ausência de bainhas ou pecíolos nestes taxa.

O gênero *Lychnophora* apresenta um grande número de endemismos, sendo encontrado somente nos chamados campos rupestres dos estados de Minas Gerais, Bahia e Goiás. Os campos rupestres são ambientes geralmente com topografia acidentada, clima e solo secos. As espécies do gênero ocorrem em afloramentos de solos rasos de arenito, quartzito ou ferro, ou sobre solos profundos de arenito branco. As condições ecológicas destes ambientes possivelmente propiciam uma especiação intensa, podendo ser um dos fatores

destes endemismos e dos isolamentos encontrados em gêneros e espécies que ocupam este habitat (COILE & JONES, 1981; SEMIR, 1991).

Apesar do gênero ocorrer em três estados brasileiros, segundo SEMIR (1991)¹, em Minas Gerais encontramos a maior diversidade de espécies, onde estão representadas 76,5% das 68 espécies por ele consideradas. Neste estado, a Serra do Espinhaço e a Serra do Cipó são consideradas centros de diversidade e endemismo. No Espinhaço, segundo SEMIR (1991), o maior número de espécies e a maior diversidade encontram-se na região de Diamantina, onde estão representadas todas as 6 seções, ocorrendo cerca de 37 espécies, das quais 23 são endêmicas ou microendêmicas (COILE & JONES, 1981; SEMIR, 1991).

Na Serra do Cipó estão representadas cerca de 20 espécies. Destas 11 são endêmicas ou microendêmicas. De acordo com SEMIR (1991) é interessante notar que nesta região, algumas espécies simpátricas parecem estar originando híbridos naturais, como, por exemplo, entre *L. tomentosa* x *L. sellowii* e *L. tomentosa* x *L. sessilis*, podendo indicar que o isolamento não tenha sido bem estabelecido ainda. Na sua tese, SEMIR (1991), embora sem um estudo biossistemático comprovatório, comentou a possibilidade de que as espécies endêmicas tenham sido formadas como uma consequência de hibridização, que ocorreria pela produção de aloploplóides de segmento. Entretanto, não descartou a possibilidade destes possíveis híbridos serem diplóides, como sugerido por GRANT (1981) e BRIGGS & WALTERS (1997). Por outro lado, LEWIS (1972) discute a formação de espécies endêmicas sem hibridização como produtos de especiação gradual. Através do

¹ Recentemente, no levantamento das Asteraceae para a flora de São Paulo, foi encontrada *Lychnophora ericoides* neste estado, em região próximo de Furnas, MG.

isolamento cada vez maior dos ecótipos destas espécies, pode ter ocorrido a formação de neoendêmicos (SEMIR, 1991). Também poder-se-ia cogitar a hipótese da formação inicial de autopoliplóides, embora este seja um fenômeno raro na natureza. Geralmente é possível reconhecer se a espécie é um alo ou um autopoliplóide pelo tipo de pareamento meiótico, como no caso de duas espécies da família Asteraceae, *Eupatorium bupleurifolium* DC. e *E. callilepis* Sch.Bip. ex Baker, ambas com $2n=30$ (GUERRA, 1988). Segundo GUERRA (1988), durante a meiose, em *E. bupleurifolium* observa-se a formação geralmente de trivalentes (10_{III}), enquanto em *E. callilepis* há formação quase exclusiva de univalentes (30_I). De acordo com MERREL (1981), os autopoliplóides formariam mais multivalentes do que bivalentes durante o pareamento dos cromossomos homólogos, ocasionando uma esterilidade significativa. Isso sugere uma origem autotriplóide para *Eupatorium bupleurifolium* e alotriplóide para *E. callilepis* (GUERRA, 1988). Entretanto, isto nem sempre é verdadeiro, como por exemplo, em *Triticum aestivum* L. (trigo comum), um alopoliplóide segmentar em que, apesar da grande semelhança entre os genomas de suas espécies ancestrais, todos os cromossomos comportam-se como bivalentes devido à existência de genes que impedem o pareamento dos cromossomos homeólogos (GUERRA, 1988).

Para a investigação destas hipóteses sobre a origem de espécies endêmicas seria importante o estudo bio sistemático, reprodutivo e cromossômico destas espécies de *Lychnophora*. Tais estudos são praticamente inexistentes, à exceção dos cromossômicos. Neste contexto, apenas quatro espécies foram analisadas por COILE & JONES (1981), estabelecendo o número básico $x=17$ para o

gênero. Há também uma espécie estudada por CARR *et al.* (1999), para a qual os autores citaram um número atípico para o gênero, de $2n=18 + 1B$.

2. CITOTAXONOMIA

A Citogenética é uma ciência que surgiu no início deste século, decorrente da sobreposição de conhecimentos citológicos e genéticos em uma área comum. Desde então, a Citogenética expandiu-se muito, penetrando em vários outros campos da Biologia, como a Taxonomia, a Bioquímica, a Medicina Clínica e o Melhoramento Animal e Vegetal. Atualmente, a Citogenética compreende todo e qualquer estudo relativo ao cromossomo isolado ou em conjunto, condensado ou distendido, tanto no que diz respeito a sua morfologia, organização, função e replicação quanto a sua variação e evolução. A Citotaxonomia é a classificação baseada nas características estruturais e numéricas dos cromossomos, utilizando técnicas inerentes à citogenética (Guerra, 1988; Stace, 1989).

Os fundamentos básicos da citotaxonomia e a sua aplicação taxonômica foram resumidos por STEBBINS (1950) num conhecido trabalho que tem sido amplamente citado na literatura (GUERRA, 2000).

Dos parâmetros citotaxonomícos, o número cromossômico é o único amplamente conhecido para um grande número de taxa. Outros, como o uso de dados morfológicos dos cromossomos, conteúdo de DNA nuclear, estrutura do núcleo interfásico, padrões de bandamento ou hibridação *in situ* e outras técnicas menos comuns, que podem refinar a análise citotaxonomíca inicial baseada no número cromossômico, revelam a base estrutural dos mecanismos envolvidos nas mudanças evolutivas (GUERRA, 1988, 2000; STACE, 1989; SUZUKI *et al.*, 1989).

As dicotiledôneas apresentam um elevado grau de variação cromossômica, sendo que o menor número cromossômico encontrado entre as angiospermas é $n=2$, em quatro espécies de monocotiledôneas (duas Poaceae, uma Hyacinthaceae e uma Cyperaceae) e em duas dicotiledôneas da família Asteraceae (SOLBRIG, 1977; VANZELLA *et al.*, 1996). Os mais altos números cromossômicos conhecidos entre as angiospermas estão por volta de $2n=640$ em *Sedum suaveolens* Kimanach para as dicotiledôneas e de $2n=ca.596$ em *Voaniola gerardii* para as monocotiledôneas (BRIGGS & WALTERS, 1997). No Brasil, os números cromossômicos mais altos estão próximos a 300, como acontece em *Eriotheca pubescens* (Mart. & Zucc.) Schott & Endl. (Bombacaceae) com $2n=ca.270$ (FORNI-MARTINS *et al.* 1995) e nas Bromeliaceae *Bromelia laciniosa* Mart. ex Schultes e *Orthophytum maracasense* L.B.Smith, ambas com $2n=150$ (COTIAS-DE-OLIVEIRA *et al.* 2000).

O número cromossômico é a única evidência biossistemática consistente utilizada em Floras. A variação no número cromossômico é também de grande valia, uma vez que cada informação pode ser bastante útil na verificação da integridade de uma espécie. Nestes casos, quando as espécies apresentam números cromossômicos diferentes, estes podem vir a ser um caráter que as separe, especialmente se a diferença cromossômica acompanha as variações morfológicas (SOLBRIG, 1977; GUERRA, 1988; STACE, 1989). Quando as populações de uma espécie ou taxa intraespecíficos diferem quanto ao número cromossômico, ou mesmo quanto à morfologia dos cromossomos, são freqüentemente conhecidos como citótipos ou raças cromossômicas.

A morfologia cromossômica, um dos aspectos mais utilizados nesta área, está relacionada ao tamanho relativo e/ou absoluto, à posição centromérica e presença de constrictões secundárias. Dentro destes caracteres, o cariótipo é a manifestação mais precisa do genoma, podendo este tipo de estudo resolver muitos problemas taxonômicos (genéricos, seccionais e específicos) e mostrar como muitas espécies estão relacionadas evolutivamente (GUERRA, 1988; STACE, 1989).

O comportamento cromossômico incluindo a separação dos mesmos na meiose é de grande importância, pois a regularidade no pareamento determina não somente a fertilidade de uma planta, mas permite uma comparação do grau de homologia entre genomas, possivelmente implicando em comparações futuras da morfologia dos cromossomos. O estudo do pareamento cromossômico e a análise do papel dos cromossomos na hereditariedade são alguns dos principais aspectos estudados na investigação citogenética (GUERRA, 1988; STACE, 1989, SUZUKI *et al.*, 1989).

Algumas informações taxonômicas podem ser obtidas a partir de estudos na meiose. Muitas peculiaridades do comportamento meiótico devem sua origem à existência de heterozigose, então, na meiose, é observado o pareamento de genomas distintos. As diferenças que podem existir têm surgido freqüentemente por duplicação, deficiência, inversões ou translocações do material cromossômico, e as configurações meióticas geralmente provêm evidências da natureza precisa destes arranjos. A ocorrência de anormalidades no comportamento cromossômico pode significar, em alguns casos, que tenha ocorrido uma provável hibridização entre duas plantas com genomas suficientemente diferentes a ponto de causar

problemas mecânicos no pareamento, embora seja conhecida a existência de genes que interferem no pareamento sem que tenha ocorrido cruzamento entre espécies (GUERRA, 1988; STACE, 1989; SUZUKI *et al.*, 1989).

A variação cromossômica pode surgir de diferentes maneiras, mas suas conseqüências evolutivas estão relacionadas à multiplicação do grupo haplóide (poliploidia) ou e/ou aumento ou diminuição do número cromossômico original (disploidia) (GUERRA, 1988, 2000; STACE, 1989; SUZUKI *et al.*, 1989).

A família Asteraceae apresenta uma grande variação de números cromossômicos, apresentando números que vão de $n=2$ em *Haplopappus gracilis* (Nutt.) Gray e *Brachycome lineariloba* (DC.) Drake a $n=106$ em *Werneria nebigena* Kunth. e $n=110-120$ em *Melanthera aspera* (Jacq.) Rendle (SOLBRIG, 1977). De acordo com SOLBRIG (1977), o número cromossômico mais comum em Asteraceae é $n=9$, sugerindo que este seja o número cromossômico básico para a família. Espécies com $n=9$ não estão efetivamente distribuídas através das várias tribos e subtribos, e espécies com outros números também formam grupos modais das tribos (SOLBRIG, 1977). Segundo ROBINSON (1996), os principais dados cromossômicos para a tribo Vernonieae continuam sendo os de JONES (1974, 1979) e KEELEY (1978) e as contagens posteriores realizadas por KEELEY & TURNER (1990). Outros estudos com detalhes cariológicos foram realizados por RUAS *et al.* (1991), além de trabalhos como os de CABRERA (1944), HUNTER (1964), JONES & DUNCAN (1966), COLEMAN (1968, 1970), JONES (1968, 1970, 1974, 1977, 1982), POWELL *et al.* (1974), KEELEY (1978), KEELEY & JONES (1977), TURNER (1981) e SUNDBERG *et al.* (1986).

As contagens cromossômicas realizadas para espécies da tribo Vernonieae do Velho Mundo correspondem a $n=9$ ou $n=10$, tendo sido encontrados poucos poliplóides. No entanto, as espécies americanas têm apresentado $n=17$, múltiplos destes e escassas contagens com $n=10$ ou múltiplos deste (GALIANO & HUNZIKER, 1987). O número cromossômico básico ancestral em Vernonieae é considerado como sendo $x=9$ ou $x=10$, como aqueles encontrados nas espécies da África e Sudeste Asiático. Números cromossômicos elevados presente em muitos membros americanos do gênero, poderiam ter sido derivados de $x=9$ por duplicação para 18 e posterior redução por aneuploidia (JONES 1974, 1976, 1979; BERNADELLO, 1986; DEMATTEIS, 1997; DEMATTEIS & FERNANDEZ, 1998). Segundo ROBINSON (1992a), o número básico $x=17$ aparentemente parece ser exclusivo dos taxa com inflorescência piramidal. Espécies com inflorescências de formas escorpióides, de acordo com as citações em literatura, parecem ter número básico $x=14$, $x=15$ e $x=16$. Isto está de acordo com a hipótese evolutiva da inflorescência sugerida para o gênero por ROBINSON (1992b), na qual as formas piramidais ou tirsóides ($x=17$) são consideradas primitivas, enquanto os tipos seriado ou escorpióide ($x=14$, 15 e 16) seriam derivados (DEMATTEIS & FERNANDEZ, 1998; ROBINSON, 1988a, 1992a, b).

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

OBJETIVOS

Com o maior conhecimento taxonômico de *Lychnophora* devido às revisões recentes, surgem questões referentes a sua biologia reprodutiva e sua possível origem e evolução. Com o intuito de contribuir para a elucidação, mesmo que parcial, deste assunto, será realizado neste trabalho o estudo citotaxonômico do gênero, visando responder algumas questões, bem como verificar hipóteses existentes e contribuir para futuros estudos biossistemáticos. Este estudo visa também o incremento das porcentagens do número de espécies investigadas citologicamente para gênero. Também serão analisadas a normalidade de tétrades e a viabilidade dos grãos-de-pólen para as espécies estudadas para se inferir sobre aspectos de reprodução e hibridização em *Lychnophora*.

MATERIAL E MÉTODOS

1. ESPÉCIES ESTUDADAS

Foram analisadas 19 espécies de *Lychnophora* coletadas em campos rupestres de várias regiões do estado de Minas Gerais, como Carrancas, Serra do Cipó, Diamantina, Gouveia, Datas, Serra da Canastra, Milho Verde e São Gonçalo do Rio das Pedras (tabela 1, figura 1). Foram coletados e herborizados ramos florais e vegetativos seguindo técnicas usuais. Materiais-testemunho de todas as espécies foram depositados no Herbário UEC (Departamento de Botânica, IB, Universidade Estadual de Campinas), à exceção de *L. ericoides* e *L. staavioides*. Frutos (cipselas) desta primeira espécie foram coletados por Norberto Peporine Lopes, na Serra da Canastra, sendo os respectivos materiais-testemunho depositados no Herbário da Universidade Estadual de São Paulo – Ribeirão Preto (SPFR) e frutos de *L. staavioides* por Juliana Sampaio Farinaci, em Diamantina, não sendo disponível seu material-testemunho (*L. staavioides*: população 2; tabela 1). A espécie *L. prostrata* foi coletada por Eduardo Leite Borba, em Diamantina, MG, e seu material-testemunho foi também depositado no Herbário da Universidade Estadual de Campinas (UEC).

Durante as coletas foram feitas observações e, na maioria das vezes, documentação fotográfica das plantas no campo. Essas observações envolveram desde o habitat até características morfológicas tais como, hábito, tamanho e forma das folhas, tipos de inflorescências, cor das flores e folhas.

Tabela 1. Populações de *Lychnophora* analisadas.

ESPÉCIES	LOCAL	POPULAÇÕES	NÚMERO DE COLETOR
Seção <i>Lychnocephaliopsis</i>			
<i>L. cipoensis</i> Semir & Leitão	Serra do Cipó	Pop1	Feres et al. 98/39
	Serra do Cipó	Pop2	Mansanares & Aona 10
<i>L. joliana</i> Semir & Leitão	Serra do Cipó	Pop1	Mansanares et al. 21
<i>L. mello-barretoi</i> G.M.Barroso	Serra do Cipó	Pop1	Mansanares et al. 15
<i>L. sellowii</i> Sch.Bip.	Serra do Cipó	Pop1	Feres et al. 98/41
	Milho Verde	Pop2	Feres et al. 98/57
<i>L. tomentosa</i> (Mart. ex DC.)Sch.Bip.	Serra do Cipó	Pop1	Mansanares & Aona 08
	Datas	Pop2	Feres et al. 98/69
	Diamantina	Pop3	Mansanares et al. 26
Seção <i>Lychnophora</i>			
<i>L. diamantinana</i> Coile & S.B.Jones	Milho Verde	Pop1	Feres et al. 98/56
	Diamantina	Pop2	Feres et al. 98/66
<i>L. ericoides</i> Mart.	Fumas - Serra da Canastra	Pop1	Lopes NPL-128 ^a
	Fumas - Serra da Canastra	Pop2	Lopes NPL-128 ^b
	Delfinópolis - Serra da Canastra	Pop3	Lopes NPL-123
	Babilônia - Serra da Canastra	Pop4	Lopes NPL-157
<i>L. gardneri</i> Sch.Bip.	Diamantina	Pop1	Mansanares & Aona s/n ^o
<i>L. mutica</i> Semir & Leitão	Serra do Cipó	Pop1	Feres et al. 98/51
<i>L. passerina</i> (Mart. ex DC.)Gardner	Serra do Cipó	Pop1	Mansanares et al. 20
	Serra do Cipó	Pop2	Mansanares et al. 13
	Diamantina	Pop3	Feres et al. 98/65
<i>L. pinaster</i> Mart.	Carrancas	Pop1	Mansanares s/n ^o
<i>L. pohllii</i> Sch.Bip.	Diamantina	Pop1	Feres et al. 98/68
<i>L. prostrata</i> Semir & Leitão	Diamantina	Pop1	Borba et al. 508
<i>L. pseudovillosissima</i> Semir & Leitão	Diamantina	Pop1	Mansanares & Aona s/n ^o
<i>L. rosmarinifolia</i> Mart.	Serra do Cipó	Pop1	Feres et al. 98/48
<i>L. rupestris</i> Semir & Leitão	Serra do Cipó	Pop1	Feres et al. 98/28
	Serra do Cipó	Pop2	Mansanares & Aona 04
	Serra do Cipó	Pop3	Mansanares et al. 19
<i>L. salicifolia</i> Mart.	Serra do Cipó	Pop1	Mansanares et al. 18
	Serra do Cipó	Pop2	Feres et al. 98/28
<i>L. staavioides</i> Mart.	São Gonçalo do Rio das Pedras	Pop1	Feres et al. 98/58
	Diamantina	Pop2	-
Seção <i>Lychnophoriopsis</i>			
<i>L. candelabrum</i> Sch.Bip.	Gouvea	Pop1	Mansanares et al. 27

Os materiais coletados passaram por uma análise taxonômica para confirmação de sua identificação específica, através de comparação com materiais do Herbário UEC e através de bibliografias disponíveis para o gênero (COILE & JONES, 1981; SEMIR, 1991). As identificações foram confirmadas pelo Dr. João Semir, docente do Departamento de Botânica da UNICAMP. As espécies de *Lychnophora* analisadas no presente trabalho foram identificadas segundo a conceituação de SEMIR (1991).

2. ESTUDOS CROMOSSÔMICOS

As populações das espécies coletadas para os estudos cromossômicos são apresentadas na tabela 1.

Para o estudo mitótico, os frutos (cipselas) coletados foram estocados em geladeira, e posteriormente colocados para germinar em Gerbox e placas de Petri, sobre papel de filtro umedecido, à temperatura ambiente. Pontas de raízes recém-germinadas foram coletadas e submetidas a pré-tratamento com bloqueadores de divisão celular. Foram testados dois bloqueadores por diferentes períodos de tempo, como: a) solução saturada de PDB (Paradiclorobenzeno), por 3, 4, 5 e 8 horas, a 16-18°C; b) solução 0,002M de 8Hq (8-hidroxiquinoleína), por 3 e 4 horas a 14-15°C e por 24 horas (1 hora à temperatura ambiente no escuro e 23 horas a 6°C). Em seguida, as raízes foram fixadas em solução Carnoy 3:1 (etanol: ácido acético, respectivamente) por 24 horas e mantidas em álcool 70% a -20°C.

As lâminas para o estudo mitótico foram preparadas através da técnica de Giemsa (Guerra, 1983). As raízes pré-tratadas foram hidrolizadas em HCl 5N, à temperatura ambiente, por 25 minutos e lavadas em água destilada. Para a preparação das lâminas, as pontas de raízes foram esmagadas em uma gota de ácido acético 45% entre lâmina e lamínula. As lâminas foram congeladas em nitrogênio líquido por alguns minutos e as lamínulas foram removidas com auxílio de uma lâmina Gillette. Após secarem à temperatura ambiente, as lâminas foram coradas com solução de Giemsa 2% por 20 minutos, e lavadas em água destilada para que o excesso de corante fosse retirado. Após secas, as lâminas foram montadas com Entelam.

Para os estudos meióticos foram coletados botões florais de diversos tamanhos e fixados em solução de Carnoy por 24 horas; posteriormente os botões foram estocados em álcool 70%, a -20°C. As lâminas foram preparadas através da técnica de MEDINA & CONAGIN (1964), pelo esmagamento e coloração de anteras com carmim acético 1,2%. A lâmina foi ligeiramente aquecida em uma chama e posteriormente esmagada entre dois papéis de filtro.

Contagens cromossômicas em mitose e meiose foram realizadas, em média, em 20 células por espécie, à exceção de *L. mutica*, para a qual somente seis células foram observadas. Procurou-se analisar diversas fases da meiose. Em algumas espécies foram analisados indivíduos de diferentes populações (tabela 1).

A mesma técnica de MEDINA & CONAGIN (1964), ligeiramente modificada, foi utilizada para a verificação da normalidade de tétrades e a taxa de viabilidade dos grãos-de-pólen. A diferença consistiu na falta de esmagamento final da lâmina.

A normalidade das tétrades foi avaliada em aproximadamente 1.000 tétrades, em cerca de 8 a 10 botões de diferentes inflorescências por espécie, através da contagem do total de tétrades normais e anormais em cada lâmina. Com base nesta contagem, foi calculada a porcentagem de tétrades normais para a espécie.

A taxa de viabilidade dos grãos-de-pólen foi estimada através da contagem de cerca de 150-200 grãos-de-pólen por botão, em cinco botões florais de inflorescências diferentes para cada espécie. A porcentagem de grãos-de-pólen viáveis e inviáveis foi calculada baseada nesta contagem. Cada lâmina foi preparada com anteras de um único botão.

As taxas de normalidade de tétrades e de viabilidade dos grãos-de-pólen para a espécie *L. staavioides* foram obtidas apenas a partir de indivíduos da população de São Gonçalo do Rio das Pedras (*Pop1*).

As fotografias de cromossomos mitóticos e de diversas fases da meiose, de tétrades e de grãos-de-pólen foram feitas em fotomicroscópio Olympus, modelo BX 50, utilizando filmes Kodak Tmax 100 Professional e Imagelink 25. A revelação e ampliação foram realizadas no laboratório fotográfico do Departamento de Botânica, IB, Universidade Estadual de Campinas.

RESULTADOS

Quatro números cromossômicos diferentes foram obtidos em espécies de *Lychnophora*, $2n=34$ ($n=17$), $2n=36$ ($n=18$), $2n=38$ ($n=19$) e $n=34$ (tabela 2, figuras 2, 3 e 4). O número $2n=34$ ($n=17$) foi encontrado em sete das espécies analisadas. O número $2n=38$ foi observado em seis espécies. O número $2n=36$ foi encontrado em cinco das espécies estudadas. Em *L. staavioides* observaram-se dois números cromossômicos: $n=34$ (figura 4D) na população de São Gonçalo do Rio das Pedras (Pop1) e $2n=34$ na população de Diamantina (Pop2).

Não foram observados os cromossomos da espécie *L. rosmarinifolia*, pois não ocorreu germinação dos frutos e os botões florais coletados apresentaram somente células já em fase de tétrades, ficando sua análise restrita à verificação da normalidade das tétrades e viabilidade dos grãos-de-pólen.

Com relação à microsporogênese, observou-se regularidade no processo meiótico da grande maioria das espécies estudadas, à exceção de *L. rupestris* e *L. staavioides*. Foi observada a presença de pontes de ligação entre alguns cromossomos metafásicos em *L. rupestris* (figura 4F) e disjunção cromossômica irregular durante a anáfase II em ambas espécies.

A normalidade das tétrades foi analisada em 14 espécies, obtendo-se taxas altas (acima de 90%) em doze delas. As espécies *L. rupestris* (todas populações analisadas) e *L. staavioides* (Pop1) foram exceções, tendo sido detectadas apenas 23,93% e 4,41% de tétrades normais, respectivamente (tabela 3).

Tabela 2. Números cromossômicos n (haplóide) e 2n (diplóide) de espécies de *Lychnophora*.

ESPÉCIE	n	2n
Seção <i>Lychnocephaliopsis</i>		
<i>L. cipoensis</i> *	19	38
<i>L. joliana</i> *	18	36
<i>L. mello-barreto</i> *	19	38
<i>L. sellowii</i> *		38
<i>L. tomentosa</i>	19	38
Seção <i>Lychnophora</i>		
<i>L. diamantinana</i>	17	34
<i>L. ericoides</i>		34
<i>L. gardneri</i> *		36
<i>L. mutica</i> *	ca.19	
<i>L. passerina</i> *	17	34
<i>L. pinaster</i> *	17	
<i>L. pohlii</i> *	18	
<i>L. prostrata</i> *	17	
<i>L. pseudovillosissima</i> *		38
<i>L. rupestris</i> *	17	34
<i>L. salicifolia</i> *	18	36
<i>L. staavioides</i> *(Pop1)	34	
(Pop2)		34
Seção <i>Lychnophoriopsis</i>		
<i>L. candelabrum</i> **		36

*contagens inéditas.

**estudada anteriormente sob a denominação de *L. heteroteca* (COILE & JONES, 1981).

Nas três populações de *L. rupestris* foram observadas tétrades com quatro núcleos de tamanhos diferentes; e tétrades com presença de um ou dois micronúcleos. Na população poliplóide (Pop1) da espécie *L. staavioides*, as tétrades analisadas possuíam dois ou mais micronúcleos (figura 4E).

Tabela 3. Normalidade de tétrades em espécies de *Lychnophora*.

ESPÉCIE	TÉTRADES NORMAIS	TÉTRADES ANORMAIS	TOTAL DE TÉTRADES	NORMALIDADE DAS TÉTRADES (%)
<i>L. cipoensis</i>	1037	25	1062	97,64
<i>L. diamantinana</i>	1021	18	1039	98,27
<i>L. joliana</i>	901	17	918	98,15
<i>L. mello-barretoii</i>	1016	36	1052	96,58
<i>L. mutica</i>	1125	28	1153	97,57
<i>L. passerina</i>	1056	10	1069	98,78
<i>L. pinaster</i>	770	02	772	99,74
<i>L. pohlii</i>	1013	18	1031	98,25
<i>L. prostrata</i>	1070	14	1084	98,70
<i>L. rosmarinifolia</i>	969	30	999	96,99
<i>L. rupestris</i>	274	871	1145	23,93
<i>L. salicifolia</i>	1088	10	1098	99,08
<i>L. staavioides (Pop1)</i>	46	996	1042	4,41
<i>L. tomentosa</i>	1019	11	1030	98,93

A viabilidade de grãos-de-pólen foi analisada para as mesmas espécies em que se analisou a normalidade de tétrades, acrescentando-se a espécie *L. sellowii*. Altas porcentagens de pólen viáveis (acima de 90%) foram observadas em quatorze espécies (tabela 4), excetuando-se *L. rupestris* (em todas as populações analisadas), em que se obteve apenas 30,15% de viabilidade.

Tabela 4. Taxa de viabilidade dos grãos-de-pólen em espécies de *Lychnophora*.

ESPÉCIE	GRÃOS-DE-PÓLEN VIÁVEIS	GRÃOS-DE-PÓLEN INVIÁVEIS	GRÃOS-DE-PÓLEN ANALISADOS	VIABILIDADE DOS GRÃOS-DE-PÓLEN (%)
<i>L. cipoensis</i> *	1059	39	1098	96,45
<i>L. diamantinana</i> *	1117	34	1151	97,05
<i>L. joliana</i>	869	73	942	92,25
<i>L. mello-barretoii</i>	888	69	957	92,78
<i>L. mutica</i>	994	24	1018	97,64
<i>L. passerina</i> *	1233	38	1271	97,01
<i>L. pinaster</i>	1084	40	1124	96,44
<i>L. pohlii</i>	1045	24	1069	97,75
<i>L. prostrata</i>	1102	31	1133	97,26
<i>L. rosmarinifolia</i>	922	74	996	92,57
<i>L. rupestris</i>	341	790	1131	30,15
<i>L. salicifolia</i> *	1095	43	1135	96,47
<i>L. sellowii</i> *	1092	66	1158	94,30
<i>L. staavioides (Pop1)</i>	992	108	1100	90,18
<i>L. tomentosa</i> *	1256	51	1307	96,10

*As taxas foram obtidas a partir de material de todas as populações analisadas, uma vez que não houve diferenças entre as diferentes populações analisadas.

UNICAMP

BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTEDISCUSSÃO

1. Número cromossômico

Dentre as dezoito espécies estudadas neste trabalho (tabela 5), quinze delas representam contagens cromossômicas inéditas, sendo as outras restantes estudadas anteriormente por COILE & JONES (1981) e JONES (1982). Apenas a contagem cromossômica para *L. phyllicifolia* DC., efetuada por CARR *et al.* (1999) não foi aqui revista (tabela 5). O conhecimento de números cromossômicos para o gênero *Lychnophora*, que segundo SEMIR (1991), compreende sessenta e oito espécies, foi ampliado aqui para aproximadamente 28% ou seja, dezenove espécies estudadas (tabelas 2 e 5). Como pela revisão anterior de COILE & JONES (1981), *Lychnophora* apresentava onze espécies, as contagens cromossômicas de cinco espécies efetuadas por COILE & JONES (1981), JONES (1982) e CARR *et al.* (1999), como registrado na tabela 5, representariam cerca de 45% das contagens para o gênero. Mas pela revisão de SEMIR (1991), que considerou este taxon com sessenta e oito espécies, o resultado das contagens daqueles autores representaria apenas 7.35%.

Os números cromossômicos já relatados na literatura para *Lychnophora* (tabela 5) apresentavam uma constância de $n=17$ ($2n=34$), sendo apenas diferente em *L. phyllicifolia*, que mostrou $2n=18+B$, como relatado por CARR *et al.* (1999). Este número é atípico e incomum tanto com relação aos resultados anteriores de COILE & JONES (1981) e JONES (1982), como aos obtidos no presente trabalho. CARR *et al.* (1999) não fazem uma interpretação dos seus resultados e também não apresentam nenhuma figura, apenas indicam que o número encontrado para

esta espécie não coincide com as contagens prévias para o gênero. Portanto, com base neste trabalho e nos estudos anteriores, constatou-se que das dezenove espécies até aqui estudadas, sete apresentam $n=17$, cinco têm $n=18$ e seis têm $n=19$, sem considerarmos o número $2n=18 + B$ de *L. phyllicifolia*, que como já foi dito, incoerente para o gênero.

Em relação a esta espécie, o material testemunho analisado por CARR *et al.* (1999) é proveniente de uma coleta realizada por King & Bishop, na Bahia, a 11km ao norte de Livramento do Brumado e de número 8601, sendo que o material-testemunho foi depositado nos herbários de Brasília (UB) e Washington (US). Este material foi analisado por SEMIR (1991), que o identificou como sendo *L. granmogolense*, uma espécie bastante comum que ocorre na Serra do Grão Mogol, em Minas Gerais e em várias localidades na Chapada Diamantina, na Bahia. De acordo com SEMIR (1991), vários exemplares desta espécie, têm sido identificados erroneamente nos herbários como *L. phyllicifolia*, que por sua vez é uma espécie microendêmica, encontrada somente, até o presente, na Serra do Sincorá na Bahia (SEMIR, 1991).

Na comparação dos dados aqui obtidos com os da literatura (tabela 5), constata-se que duas das espécies analisadas previamente por COILE E JONES (1981), *Lychnophora heteroteca*, sinonimizada sob *L. candelabrum* por SEMIR (1991), e *L. tomentosa*, não tiveram números cromossômicos coincidentes. Os materiais citados por COILE E JONES (1981) como sendo os materiais-testemunhos de suas respectivas contagens cromossômicas não foram analisados por SEMIR (1991) em sua revisão para o gênero *Lychnophora*, não sendo possível saber se a identificação destes está correta. A espécie *L. candelabrum* reportada no presente

trabalho apresentou um par de cromossomos a mais do que o número citado anteriormente por COILE & JONES (1981). Por sua vez, *L. tomentosa* anteriormente citada por estes autores como tendo $n=17$ ($2n=34$), apresentou aqui $n=19$ ($2n=38$). Deve ser mencionado que COILE & JONES (1981) utilizaram material de apenas uma coleta, baseada no material-testemunho coletado a 10km de Diamantina por *Smith et al.* de número 1006 e depositados nos herbários de Copenhague e Missouri, enquanto os dados aqui obtidos representam as contagens de três populações distintas. Uma das populações está presente na região de Diamantina, que pode provavelmente incluir indivíduos da população como a coletada por *Smith et al.* 1006. Esses dados sugerem que a contagem prévia realizada por COILE & JONES (1981) provavelmente esteja incorreta. Isto pode ser evidenciado pela análise de material de três populações com número constante de $2n=38$. Durante este estudo observou-se, como em todos os trabalhos citológicos, a necessidade de serem analisados e contados os cromossomos de várias células, utilizando, quando possível, o maior número de populações. Devido ao número de cromossomos relativamente alto de *Lychnophora* ($2n=34$, $2n=36$ e $2n=38$) em células sem um bom espalhamento, podem ocorrer sobreposições destes, gerando dúvidas ou enganos na contagem. No trabalho de COILE & JONES (1981) nada consta sobre os seus procedimentos e cuidados em relação as suas contagens, sendo estas as prováveis causas de sua interpretação de $n=17$ para esta espécie. Apesar disto, a hipótese de que o número cromossômico encontrado por COILE & JONES (1981) represente um citótipo ou raça cromossômica não pode ser descartada. Resultado semelhante, com relação ao citótipo, foi observado por DEMATTEIS (1998) em *Vernonia aurea* Mart. ex DC., que na sua contagem citou

$2n=32$ para duas populações desta espécie e comparou com a contagem de JONES (1982) de $n=17$. Assim, DEMATTEIS (1998) levanta que uma possível explicação para o resultado de JONES (1982) poderia ser um engano na sua contagem e que mais contagens cromossômicas deveriam ser feitas para resolver esta questão. Concordando com as discussões de DEMATTEIS (1998) para *Vernonia aurea*, no futuro, espera-se analisar vários outros indivíduos e populações distintas de *L. tomentosa*.

Para a espécie *L. candelabrum* não pode ser feita a mesma afirmativa, pois foram analisados exemplares de apenas uma população, a qual não coincide com a localidade onde *Smith 998* coletou o exemplar analisado citologicamente por COILE & JONES (1981), podendo ser uma variação numérica dos cromossomos, uma raça cromossômica, cromossomos acessórios ou mesmo citótipos diferentes (tabela 5).

As contagens cromossômicas errôneas citadas na literatura são um dos principais problemas para a citotaxonomia, uma vez que, quando as espécies não são identificadas corretamente, podem trazer sérios problemas para a interpretação dos dados, principalmente para estudos citotaxonômicos. Por outro lado, uma parte dos números cromossômicos discrepantes atribuídos a um mesmo taxon é decorrente, segundo muitas evidências, da existência de raças cromossômicas ou citótipos (diferentes números cromossômicos para uma mesma espécie), comum entre os vegetais (FAVARGER, 1978). Como as análises citotaxonômicas das grandes famílias e gêneros são, na maioria das vezes, realizadas por muitos trabalhos independentes, torna-se necessária uma análise crítica dos dados obtidos previamente (FAVARGER, 1978; GUERRA, 2000).

Tabela 5. Números cromossômicos para espécies de *Lychnophora* citados na literatura e no presente estudo (as espécies e correções destas baseadas em SEMIR (1991)).

ESPÉCIE	NÚMERO CROMOSSÔMICO		REFERÊNCIA
	n	2n	
Seção <i>Lychnocephaliopsis</i>			
<i>L. cipoensis</i> Semir & Leitão	19	38	Presente trabalho
<i>L. joliana</i> Semir & Leitão	18	36	Presente trabalho
<i>L. mello-barretoii</i> G.M.Barroso	19	38	Presente trabalho
<i>L. sellowii</i> Sch. Bip.		38	Presente trabalho
<i>L. tomentosa</i> (Mart. ex DC.)Sch.Bip.	17		COILE & JONES, 1981
	19	38	Presente trabalho
Seção <i>Lychnophora</i>			
<i>L. diamantinana</i> Coile & Jones	17		COILE & JONES, 1981
		34	JONES, 1982
	17	34	Presente trabalho
<i>L. ericoides</i> Mart.	17		COILE & JONES, 1981
	17		JONES, 1982
		34	Presente trabalho
<i>L. gardneri</i> Sch. Bip.		36	Presente trabalho
<i>L. mútica</i> Semir & Leitão	ca.19		Presente trabalho
<i>L. passerina</i> (Mart. ex DC.) Gardner	17	34	Presente trabalho
<i>L. granmogolense</i> A.P.Duarte (como <i>L. phyllicifolia</i> DC.)		18+B	CARR <i>et al.</i> , 1999
<i>L. pinaster</i> Mart.	17		Presente trabalho
<i>L. pohlii</i> Sch. Bip.	18		Presente trabalho
<i>L. prostrata</i> Semir & Leitão	17		Presente trabalho
<i>L. pseudovillosissima</i> Semir & Leitão		38	Presente trabalho
<i>L. rupestris</i> Semir & Leitão	17	34	Presente trabalho
<i>L. salicifolia</i> Mart.	18	36	Presente trabalho
<i>L. staavioides</i> Mart.	34	34	Presente trabalho
Seção <i>Lychnophoriopsis</i>			
<i>L. candelabrum</i> Sch. Bip.		36	Presente trabalho
<i>L. candelabrum</i> Sch. Bip. (como <i>L. heteroteca</i> (Sch.Bip.) Coile & S.B. Jones).	17		COILE & JONES, 1981

SEMIR (1991) considerou previamente as espécies de *Lychnophora* separadas em seis seções (em tese e sem ainda uma publicação válida). Destas, representantes de três foram analisadas no presente trabalho: Lychnophora, Lychnophoriopsis e Lychnocephaliopsis. Os três diferentes números observados ocorrem distribuídos nas espécies destas taxa, não parecendo, no momento, constituir-se em caracteres citotaxonômicos importantes para serem usados nas suas caracterizações e segregá-los em gêneros distintos. Assim, a seção Lychnophora (tabela 7, figuras 3 e 4), que possui vinte e cinco espécies, agregou a maioria das espécies com $2n=34$ (*L. diamantinana*, *L. ericoides*, *L. passerina*, *L. pinaster*, *L. prostrata*, *L. rupestris* e *L. staavioides*). Além destes, outros números foram registrados para espécies desta seção, como $2n=36$ (*L. gardneri*, *L. mutica*, *L. pohlii* e *L. salicifolia*) e $2n=38$ (*L. pseudovillosissima*). Desta seção *L. diamantinana* e *L. ericoides* foram analisadas por COILE & JONES (1981) e JONES (1982) e o número cromossômico concorda com o encontrado no presente trabalho (tabelas 5 e 7).

Das oito espécies que constituem a seção Lychnocephaliopsis no conceito de SEMIR (1991), cinco destas foram analisadas citologicamente (tabelas 2 e 5), sendo que o número cromossômico encontrado para a maioria destas foi $2n=38$ (*L. cipoensis*, *L. mello-barretoii*, *L. sellowii* e *L. tomentosa*), e em apenas uma delas foi registrado $2n=36$ (*L. joliana*) (figura 2 A-E). É interessante notar que, o número $n=17$ ou $2n=34$ não foi encontrado até o presente entre os representantes desta seção. O número $n=17$ foi anteriormente relacionado por COILE & JONES (1981) para *L. tomentosa* pertencente a esta seção, mas como já comentado anteriormente, considera-se este resultado como um possível engano de

contagem. De acordo com SEMIR (1991) as outras três espécies que compõem esta seção são: *Lychnophora humillima* Sch. Bip., *L. grazielae* Semir e Leitão e *L. sessilis* Semir e Leitão. Da primeira, *L. humillima*, apenas foi estudado taxonomicamente o material tipo, não sendo encontrado até hoje outras populações (SEMIR, 1991), e assim é praticamente impossível saber o número cromossômico que esta apresenta. As outras duas são encontradas na Serra do Cipó, Minas Gerais, e poderão ser analisadas no futuro.

Das três espécies que compõem a seção Lychnophoriopsis (tabela 8), foi analisada neste trabalho apenas a espécie *L. candelabrum*, sendo que o número cromossômico obtido foi $2n=36$ (figura 2F).

Em *L. staavioides* (seção Lychnophora) foi analisada a meiose de uma população e a mitose em outra, sendo observados dois números cromossômicos, $n=34$ para uma (figura 4D) e $2n=34$ (tabela 2) para outra das populações analisadas. Isso sugere a existência de citótipos, um diplóide e outro tetraplóide, na espécie. Vale ressaltar que esta é a primeira citação de poliploidia para o gênero *Lychnophora*. No futuro, contagens cromossômicas para outras populações podem ajudar a confirmar e determinar a distribuição dos citótipos, além de suas relações com as diferenças morfológicas das espécies investigadas. FAVARGER (1978) justifica esta posição com dois exemplos, um no grupo de *Erysimum grandiflorum-sylvestre* Nutt., para o qual acreditava-se que uma população dos Pirineus Espanhóis com $2n=48$ fosse um tetraplóide sobre a base $x=12$. Entretanto, este autor demonstrou que esta população surgiu em seguida a um cruzamento entre dois taxa respectivamente com $x=7$ e $x=13$, seguida de retrocruzamento entre o híbrido F_1 (cujo número cromossômico foi dobrado) e o

taxon de $n=7$. Outro caso exemplificado e discutido por FAVAGER (1978) refere-se a espécies do gênero *Cerastium* (Caryophyllaceae), no qual foram separados três taxa de categoria infraespecífico: *Cerastium brachypetalum* Pers. subsp. *brachypetalum* ($2n=90$), *C. brachypetalum* subsp. *roeseri* (Boiss. & Heldr.) Nyman ($2n=76$) e *C. brachypetalum* subsp. *tenoreanum* (Ser.) Soó ($2n=52$). De acordo com o autor *Cerastium brachypetalum* subsp. *brachypetalum* seria considerada um anfidiplóide entre um ancestral da subespécie *roeseri* ($n=38$, $x=19$) e a subespécie *tenoreanum* ($n=26$), o que se encaixa bem na análise morfológica externa destas sub-espécies. FAVAGER (1978) afirma ainda que, para que se possa determinar os verdadeiros números básicos de um determinado taxon específico ou subespecífico, deve-se conhecer os números cromossômicos de diversos espécimens do grupo (se não todos) e ter explorado muitas populações. MORAWETZ (1984), por sua vez, propôs que a estabilidade cariológica em plantas tropicais é muito mais duvidosa do que se pensa. Neste contexto, este autor cita o caso de *Duguetia furfuraceae* (Annonaceae), uma espécie amplamente distribuída nos cerrados brasileiros que apresenta três raças cromossômicas mas, com indivíduos morfológicamente inseparáveis. DEMATTEIS (1998), em seu estudo dos cromossomos de algumas espécies de *Vernonia*, sugere a existência de dois citótipos diferentes em *V. saltensis* Hieron. O autor encontrou para esta espécie $2n=64$ e cita a contagem de BERNADELLO (1986) com $n=16$ para o mesmo taxon e considera que contagens cromossômicas para outras populações podem ajudar a determinar a real distribuição geográfica dos citótipos e sua relação com a morfologia dos espécimes.

Através da análise dos resultados obtidos neste trabalho (tabela 2 e 5) e das comparações com os previamente citados em literatura e relacionados à tribo Vernonieae, podemos sugerir que o mecanismo pelo qual as variações cromossômicas ocorrem no gênero *Lychnophora* é a aneuploidia ou disploidia, alteração no número cromossômico devido a rearranjos estruturais nos cromossomos (Guerra, 1988, 2000). Algumas espécies de Vernonieae do Novo Mundo podem ter surgido pela duplicação de uma espécie com $n=9$ para $n=18$, e então derivada por disploidia a partir deste poliplóide, originando o número $n=17$, amplamente conhecido entre as Vernonieae do Novo Mundo. Por outro lado, os dados cromossômicos para as espécies de Vernonieae do Velho Mundo revelam a existência de poucos poliplóides, com números cromossômicos $n=9$ e $n=10$, sendo estes considerados os números cromossômicos ancestrais para a tribo. BERNADELLO (1986) em sua análise das espécies de *Vernonia* Schreb. propõe que *V. nudiflora* Less. ($n=17$) e *V. saltensis* Hieron. ($n=16$) seriam diplóides e *V. mollissima* D. Don ex Hook. & Am. ($n=ca.54$) seria um poliplóide, todos originados por poliploidia com base em $x=9$. Segundo COLEMAN (1968, 1970), as espécies *Vernonia difusa* Less. ($n=18$), *V. polyanthes* Less. ($n=18$), *V. scorpioides* Pers. ($n=28\pm 1$) e *V. cognata* Less. ($n=26-27$) estão baseadas em $x=9$, entretanto são poliplóides. DEMATTEIS (1998), em seu estudo cromossômico de algumas espécies de *Vernonia* Schreb. sul-americanas, aponta os números cromossômicos básicos $x=10, 14, 15, 16$ e 17 , confirmando que estes variam entre $x=7$ e $x=19$, como sugerido por outros autores como TURNER *et al.* (1979), KEELEY & TURNER (1990) e RUAS *et al.* (1991). DEMATTEIS & FERNÁNDEZ (1998) também sugerem que o

número cromossômico básico ancestral para o gênero *Vernonia* Schreb. provavelmente seria $x=9$, que pode ter sido originado a partir de $x=10$, sendo os números cromossômicos elevados encontrados em muitas espécies americanas do gênero considerados derivados de $x=9$ por duplicação e posterior redução (JONES, 1979; DEMATTEIS, 1996). GALIANO & HUNZIKER (1987) também estudando espécies de *Vernonia*, encontraram três possíveis números básicos, $x=9$, 10 e 17, sugerindo que os números básicos $x=17$ representariam poliplóides derivados de $x=9$. MATHEW & MATHEW (1976) analisando a citologia de espécies de *Vernonia* Schreb. sul-indianas, concluíram que estas seguiam duas séries básicas, $x=9$ e $x=10$. BREMER (1994), baseando-se no trabalho de JONES (1977) e de JEFFREY (1988), sugere que o número básico $x=17$ encontrado nas espécies americanas da tribo Vernonieae é apomórfico em comparação à tribo relacionada Liabeae, na qual $x=9$ prevalece, como nas espécies de Vernonieae do Velho Mundo. SOLBRIG (1977) também sugere que espécies com número cromossômico básico diferente de $x=9$ são muito comuns na família Asteraceae, como acontece na tribo Vernonieae, que apresenta muitas espécies com $n=17$.

Os números aqui obtidos para o gênero *Lychnophora* de $n=17$, $n=18$ e $n=19$ são semelhantes aos dados para as Vernonieae, e como as *Lychnophora* são plantas endêmicas do Brasil, portanto da América do Sul, podemos sugerir que as espécies de *Lychnophora* tenham surgido pela duplicação de uma espécie com $n=9$ para $n=18$, e então derivada por disploidia a partir deste poliplóide, originando o número $n=17$.

Os dados do presente trabalho sugerem três números básicos para o gênero *Lychnophora*, $x=17$, 18 e 19 (série displóide), e não somente $x=17$, como

foi determinado por COILE & JONES (1981), que se basearam em um número muito pequeno de espécies analisadas. Os dados citados em literatura referentes a números cromossômicos para a subtribo Lychnophorinae (*sensu* ROBINSON, 1999), constam apenas de duas contagens para o gênero *Eremanthus* Less., uma para a espécie *E. elegans* Sch. Bip. de $n=15$ (TURNER *et al.*, 1979) e outra de $2n=36$ para *E. reflexo-auriculatus* G.M.Barroso (JONES, 1982), além das contagens prévias para o gênero *Lychnophora* citadas acima. ROBINSON (1996) em sua revisão genérica e subtribal em Vernonieae, já havia citado para a subtribo Lychnophorineae os números cromossômicos $n=15$, 17 e 18. Deve ser mencionado também que de forma indireta o gênero *Minasia* H. Rob. (representante desta subtribo) pode ser considerado como tendo $n=17$ cromossomos. DEMATTEIS (1998) estudou e obteve este número para *Vernonia alpestris* (Gardner) Baker e, recentemente, ROBINSON (1992b, 1999) combinou-a sob o seu novo gênero *Minasia*.

Estes dados sugerem que a subtribo tem quatro números básicos, $x = 15$, 17, 18 e 19, sendo este último registrado pela primeira vez na subtribo. Estes números coincidem com os números cromossômicos básicos encontrados para espécies e gêneros sul-americanos da tribo Vernonieae, e com o modelo, aceito por vários autores, de que as Vernonieae do Velho Mundo estão baseadas em $x=9$ e 10 e os representantes da América em $x=17$ (JONES, 1974, 1979; POWELL *et al.*, 1974; MATHEW & MATHEW, 1976; HEEYWOOD *et al.*, 1977; TURNER, 1977, 1981; TURNER *et al.*, 1979; SUNDBERG *et al.*, 1986; GALIANO & HUNZIKER, 1987; RUAS *et al.*, 1991; BREMER, 1994; DEMATTEIS, 1996, 1998; DEMATTEIS & FERNÁNDEZ, 1998).

2. Microsporogênese

O estudo do comportamento cromossômico é um dos aspectos mais importantes na investigação citogenética, uma vez que a regularidade no pareamento e disjunção determinam a fertilidade de uma planta, além de ter papel importante na hereditariedade (Guerra, 1988; Stace, 1989; SUZUKI *et al.*, 1989; FORNI-MARTINS *et al.*, 1992). As espécies analisadas neste trabalho mostraram um comportamento meiótico normal, apresentando pareamento regular dos cromossomos, altas taxas de normalidade das tétrades e de viabilidade dos grãos-de-pólen, à exceção de duas espécies, *L. rupestris* e *L. staavioides*. A regularidade meiótica na microsporogênese encontrada na maioria das espécies analisadas (tabelas 3 e 4), sugere que não existem impedimentos para que a reprodução neste grupo ocorra através de processos sexuais (GUERRA, 1988; STACE, 1989; FORNI-MARTINS, 1992). Estes resultados coincidem com os poucos estudos sobre o comportamento cromossômico durante a meiose existentes para a tribo Vernonieae (MATHEW & MATHEW, 1976; BERNADELLO, 1986; GALIANO & HUNZIKER, 1987).

No presente trabalho, a irregularidade observada em *L. rupestris*, com a presença de pontes de ligação entre alguns cromossomos no final da metáfase I (figura 4F) e a disjunção cromossômica irregular na anáfase II, estão diretamente relacionadas à formação das tétrades anormais.

As três pontes dicêntricas observadas entre três pares de cromossomos em *L. rupestris* (figura 4F - setas) são indicações de um rearranjo estrutural no cromossomo na forma de inversão paracêntrica (sem envolvimento do centrômero). Este tipo de inversão não produz nenhuma alteração visível na

morfologia cromossômica mitótica. Durante a meiose, em condições heterozigotas, esta alteração pode ser reconhecida através de alças de inversão nos cromossomos paquitênicos. Na anáfase meiótica, as pontes dicêntricas com seu fragmento acêntrico acompanhante, comumente observado, são formadas quando ocorre uma permutação dentro da seção invertida. Do ponto de vista genético, a inversão tem como consequência a restrição, ou mesmo o total bloqueio da recombinação gênica na região invertida (SWANSON *et al.*, 1967; GUERRA, 1988; STACE, 1989; SUZUKI *et al.*, 1989). Segundo GUERRA (1988), a condição heterozigota muitas vezes pode ter uma adaptabilidade maior que qualquer uma das formas homozigotas. É provável que as inversões possam servir como focos de divergências específicas, com tempo suficiente para acumular diferenças genéticas e a formação de barreiras que previnam a reprodução com a população que lhes deu origem (SWANSON *et al.*, 1967).

A grande maioria das tétrades de *L. rupestris* apresentava micronúcleos ou núcleos desiguais, decorrentes da disjunção irregular dos cromossomos durante a anáfase II. O mesmo pode ser dito a respeito da baixa taxa viabilidade de grãos-de-pólen (30,15%), uma vez que o comportamento meiótico irregular levou à formação de micrósporos de vários tamanhos e de pólen inviável. Estes dados sugerem que esta espécie não se reproduza apenas por processo sexuais, mas também através de processos reprodutivos assexuados (STACE, 1989; FORNI-MARTINS *et al.*, 1992; COELHO & BATTISTIN, 1998). Vale ressaltar que esta é uma espécie endêmica da Serra do Cipó, e os estudos isoenzimáticos realizados por VACCARELLI *et al.* (1998) em *L. rupestris* indicam um alto grau de similaridade entre as populações analisadas. Ainda segundo estes autores, a baixa variabilidade

genética encontrada para esta espécie poderia ser explicada pela quebra de compatibilidade genética, agamospermia ou pela origem da população por efeito fundador. O alto grau de endemismo é geralmente correlacionado com idade e isolamento de uma área e com a diversificação desses habitats, sendo que estes fatores influenciam tanto a evolução, isto é, a formação de novos endêmicos, e a sobrevivência de espécies microendêmicas (KRUCKEBERG & RABINOWITZ, 1985).

Pode-se ainda inferir que este comportamento meiótico, com presença de pontes de inversão e disjunção irregular dos cromossomos, talvez possa denotar o caráter híbrido desta espécie. Estudos biosistemáticos futuros são necessários para elucidar o processo reprodutivo neste taxon.

Da mesma forma, a disjunção irregular dos cromossomos na anáfase II e presença de micronúcleos nas tétrades, observadas na população poliplóide (pop.1, tabela 1 e 2) de *L. staavioides*, devem estar relacionadas ao fato desta população apresentar indivíduos com poliploidia em relação à base $x=17$ (tabela 2, figura 4D), e conseqüentemente com a formação de tétrades anormais (figura 4E) relatadas neste trabalho.

O poliplóide pode originar-se de um erro meiótico ou de uma endomitose em uma célula precursora da meiose, podendo conter várias cópias de um único genoma (autopoliploidia) ou de dois ou mais genomas distintos (alopoliploidia). A meiose de autopoliplóides é, em geral, caracterizada pela formação de multivalentes na prófase I e metáfase I, com segregação cromossômica irregular, levando a níveis variáveis de esterilidade dos indivíduos. A alopolidia está relacionada à hibridização, podendo ocorrer antes ou, mais provavelmente, depois da formação do híbrido. Quanto menor o grau de similaridade entre os genomas

envolvidos no cruzamento, maior a esterilidade do híbrido (SWANSON *et al.*, 1967; GUERRA, 1988; SUZUKI *et al.*, 1989). Existe ainda, uma situação intermediária, em que o híbrido é formado por conjuntos cromossômicos parcialmente distintos entre si, e que na meiose, alguns segmentos cromossômicos estariam pareados e outros não, resultando em níveis variáveis de esterilidade. Se o híbrido for poliploidizado, a formação de tetravalentes seria reduzida pelos segmentos não-homólogos, conferindo uma fertilidade quase normal (alopoliploidia segmentar) (SWANSON *et al.*, 1967; GUERRA, 1988; SUZUKI *et al.*, 1988). A população poliplóide de *L. staavioides* poderia ser um alopoliplóide de segmento, embora não se possa descartar a possibilidade da autopoliploidia, mesmo não tendo sido observada a formação de tetravalentes. A presença dos micronúcleos aqui reportados, pode ser interpretada como cromossomos homeólogos que não conseguiram ser pareados, ou, ainda, como um processo de estabilização gênica onde esteja ocorrendo erros na disjunção cromossômica, resultando em grupos de cromossomos retardatários (SWANSON *et al.*, 1967; GUERRA, 1988; SUZUKI *et al.*, 1989). Esta hipótese aqui inferida está baseada no fato de saber-se que, pelo menos em algumas espécies, existem genes que controlam o pareamento entre homeólogos (cromossomos equivalentes entre espécies diferentes e que se originam de um ancestral comum), impedindo a formação de multivalentes (GUERRA, 1988).

Embora tenha sido observada a formação de tétrades anormais (apenas 4,41% de tétrades normais), deve ser ressaltado que a taxa de viabilidade dos grãos-de-pólen encontrada para *L. staavioides* (90,18% na população poliplóide) é considerada alta (COELHO & BATTISTIN, 1998). Estes resultados são conflitantes e

diffíceis de serem explicados, uma vez que o estágio de tétrades é imediatamente seguido pelo de grãos-de-pólen. Embora a coloração utilizada para inferir a viabilidade dos grãos-de-pólen não proporcione resultados definitivos, somente testes futuros da germinação destes grãos-de-pólen e de polinização poderiam (REFERENCIA) indicar uma taxa de viabilidade real dos mesmos.

Ainda em relação à *Lychnophora staavioides*, podemos mencionar o fato de que não se conseguiu examinar material mitótico desta população poliplóide, pois nenhuma das cipselas coletadas germinou. Mesmo que não tenham sido feitos testes da viabilidade do embrião e com as limitações da técnica utilizada para verificação da viabilidade dos grãos-de-pólen, podemos sugerir, baseando-se no seu possível caráter híbrido, que talvez esta população tetraplóide também possa se reproduzir por apomixia. SEMIR (1991) não constatou reprodução vegetativa por brotamento nas espécies de *Lychnophora* no seu ambiente e constatou que plântulas e indivíduos adultos eram perfeitamente individualizados. Para o futuro serão necessários estudos do sistema de reprodução de espécies de *Lychnophora* para testar a hipótese da presença ou não de processo apomítico na reprodução destes taxa.

Observações posteriores devem ser conduzidas nestas e em outras espécies do gênero, pois irregularidades meióticas já haviam sido registradas para outros gêneros da tribo Vernonieae, como em espécies de *Eupatorium* L., onde foram observados cromossomos retardatários, pontes fragmentárias e micronúcleos (GALIANO & HUNZIKER, 1987).

Os dados relativos à irregularidade meiótica de algumas espécies de *Lychnophora* obtidos no presente estudo, talvez possam explicar a possível

formação de híbridos naturais, através da formação de gametas não reduzidos ou eliminação de cromossomos inteiros ou de segmentos destes. Estes mecanismos talvez sejam os responsáveis pelo processo de especiação dentro do gênero (GUERRA, 1988; STACE, 1989). Segundo SEMIR (1991), barreiras temporais e comportamentais não parecem ocorrer entre as espécies de *Lychnophora* simpátricas e parapátricas. Em várias espécies foi observado que mesmo quando algumas populações não estejam em seu pico máximo de floração, alguns indivíduos podem apresentar flores e frutos, ocorrendo sobreposição neste aspecto entre populações da mesma espécie ou de espécies distintas (SEMIR, 1991). Para ter-se a confirmação desta hipótese é necessário um estudo reprodutivo e de comportamento cromossômico mais aprofundado e com técnicas apropriadas.

COILE & JONES (1981), baseando-se em caracteres morfológicos, discutiram a ocorrência de formação de híbridos no gênero, considerando *L. rosmarinifolia* e *L. bahiensis* como híbridos de *L. uniflora* e *L. staavioides*. ROBINSON (1983a, 1999) não aceita *L. bahiensis* como híbrido, considerando-a como espécie válida, embora sugira que a hibridização possa ocorrer no gênero *Lychnophora*. SEMIR (1991) não aceita *L. rosmarinifolia* e *L. bahiensis* como híbridos, e coloca *L. bahiensis* como sinônimo de *L. rosmarinifolia*. Segundo SEMIR (1991), *L. staavioides* e *L. rosmarinifolia* ocorrem simpatricamente apenas em algumas regiões próximas a Diamantina, porém estas duas espécies diferem pelo tipo de crescimento, sendo que em *L. staavioides* há uma maior robustez dos ramos, do ápice (mesmo na população diplóide) e indumento diferente nas folhas comparado à *L. rosmarinifolia*. Estas duas espécies apresentam o porte arbustivo com caule e

eixo principal alongados e ramos secundários arqueados, proporcionando a estas espécies um aspecto de candelabro, o que as distingue de *L. uniflora*, que apresenta o hábito subarborescente bromelióide, onde o eixo principal é bastante abreviado. Além disso, *L. uniflora* só foi encontrada em algumas localidades no estado da Bahia, onde, às vezes, pode crescer próximo à *L. rosmarinifolia*, mas nunca de *L. staavioides*, sendo impossível a hibridização proposta por COILE & JONES (1981).

Esta opinião é reforçada pelo trabalho de KING (1986) com flavonóides de *Lychnophora*. Segundo este autor, vários flavonóides encontrados nos taxa supostamente parentais (*L. uniflora* e *L. staavioides*) são ausentes nos possíveis híbridos (*L. bahiensis* e *L. rosmarinifolia*), incluindo um composto que é comum à ambas espécies então ditas parentais. Além disso, *L. bahiensis* e *L. rosmarinifolia* também apresentam três compostos que não foram detectados em *L. uniflora* ou *L. staavioides*, e de acordo com KING (1986), não existem evidências de que estes flavonóides sejam componentes novos, resultantes de pequenas alterações nas vias biossintéticas.

Informações sobre a microsporogênese, assim como estudos referentes à polinização, dispersão, germinação de sementes e estabelecimento de plântulas, são quase inexistentes para a tribo Vernonieae, e praticamente ausentes para os gêneros da subtribo Lychnophorinae. Estudos recentes envolvendo isozimas em espécies e populações de *Proteopsis* Mart. & Zucc. ex DC. e *Minasia* H. Rob. estão sendo efetuados com a colaboração dos Departamentos de Botânica e de Genética do Instituto de Biologia/UNICAMP, sendo que um estudo de *Proteopsis* já está concluído (FUCHS *et al.*, submetido). Este tipo de informação poderá sugerir

hipóteses que talvez elucidem os processos reprodutivos das espécies de *Lychnophora*.

3. Considerações Taxonômicas Finais X Dados Citotaxonômicas

As duas últimas revisões de *Lychnophora* (COILE & JONES, 1981; SEMIR, 1991) apresentam muitas discordâncias. COILE & JONES (1981) consideram onze espécies, enquanto SEMIR (1991) propõe sessenta e oito. Esta divergência entre estes dois trabalhos deve-se ao fato de que os primeiros autores citados excluíram ou sinonimizaram muitas espécies, e sugeriram uma espécie nova. A revisão de SEMIR (1991), propõe vinte e três espécies novas, e distribui as demais sob novas combinações, bem como em taxa excluídos ou sinonimizados na revisão anterior. Algumas das espécies sinonimizadas por COILE & JONES (1981) são aqui claramente distintas em seus números cromossômicos, na maioria das vezes, concordando com a classificação de SEMIR (1991). Em uma recente sinopse sobre a classificação da tribo Vernonieae americanas, ROBINSON (1999) considerou 34 espécies para o gênero. Na presente discussão foi adotada a conceituação específica de SEMIR (1991), assim como o arranjo das espécies em seções (três das seis seções foram abordadas no presente estudo). Nas tabelas 6, 7 e 8 são apresentadas comparativamente as conceituações das espécies segundo COILE & JONES (1981), SEMIR (1991) e ROBINSON (1999), acompanhadas de seus respectivos números cromossômicos diplóides. A análise desses dados permite as seguintes considerações:

Seção *Lychnocephaliopsis*

A seção *Lychnocephaliopsis* consta de oito espécies (SEMIR, 1991), das quais cinco foram estudadas no presente trabalho (62,5%). COILE & JONES (1981) consideravam apenas três espécies: *L. tomentosa*, *L. mello-barretoii* foi sinonimizada em *L. humillima*, enquanto *L. sellowii* englobava *L. cipoensis*, *L. joliana* e *L. sessilis* (tabela 6). SEMIR (1991), baseando-se em uma série de caracteres morfológicos, propôs oito espécies, separando cada um dos sinônimos sugeridos na revisão anterior (tabela 6).

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

Tabela 6. Espécies de *Lychnophora* sect. *Lychnocephaliopsis* segundo conceituação de COILE & JONES (1981), SEMIR (1991) e ROBINSON (1999).

Sensu COILE & JONES	Sensu SEMIR	Sensu ROBINSON	Número cromossômico (presente trabalho)
<i>L. tomentosa</i>	<i>L. tomentosa</i>	<i>L. tomentosa</i>	2n=38
<i>L. humillima</i>	<i>L. mello-barretoii</i>	<i>L. humillima</i>	2n=38
	<i>L. humillima</i> <i>L. grazielae</i>		- -
<i>L. sellowii</i>	<i>L. cipoensis</i>	<i>L. sellowii</i>	2n=38
	<i>L. joliana</i>		2n=36
	<i>L. sessilis</i>		-
	<i>L. sellowii</i>		2n=38

A separação de *Lychnophora joliana* de *L. sellowii* (SEMIR, 1991) é embasada pelo número cromossômico encontrado para esta espécie. *L. joliana* (figura 5A) foi a única espécie desta seção estudada em que foi observado n=18 (figura 2B, tabelas 2 e 6). Esta separação também é sustentada por caracteres

morfológicos exclusivos, sendo esta a única espécie do gênero que apresenta flores com corola branca, enquanto outras espécies podem apresentar variação das flores em plantas de uma mesma população. O hábito arbustivo, com eixo principal muito longo e ramos candelabroiformes de *L. joliana*, também a diferencia das outras espécies da seção, que apresentam hábito eremantóide (figuras 5 B-E). Além disso, é uma espécie microendêmica, sendo encontrada somente em uma região da Serra do Cipó (MG).

Já as espécies *Lychnophora cipoensis* (figura 5 B-C) e *L. sellowii* (figura 5D-E), apesar de apresentarem números cromossômicos iguais, $n=19$ (figuras 2A e 2D, tabelas 2 e 6), são muito distintas no campo. Segundo SEMIR (1991), estas espécies possuem caracteres morfológicos diferenciais, tais como tamanho, reticulação e o tipo de indumento das folhas, o que nos leva a concordar com a divisão destas em taxa diferentes proposta pelo autor. *L. cipoensis* é endêmica em algumas regiões da Serra do Cipó, MG, enquanto *L. sellowii* apresenta uma distribuição mais ampla, ocorrendo também na região de Diamantina, MG. Algumas vezes, estas duas espécies são encontradas crescendo simpatricamente, onde podem ser observadas plantas com caracteres intermediários entre elas, sugerindo uma possível hibridação natural. Este fato deve ser analisado futuramente, para que possa ser confirmado através de estudos reprodutivos.

Lychnophora mello-barretoii (figura 6 A-B) possui algumas semelhanças com *L. tomentosa* (figura 6 C-D), além de apresentarem o mesmo número cromossômico, $n=19$ (figuras 2C e 2E). Entretanto, elas diferenciam-se facilmente pela maior delicadeza da primeira e robustez da segunda. De acordo com SEMIR

(1991), além destes caracteres, estas duas espécies são prontamente distintas pela cipsela que, em *L. mello-barretoii*, apresenta o *pappus* externo quase totalmente reduzido, e número de flores diferentes por capítulo. A espécie *L. tomentosa* ocorre em várias localidades da Cadeia do Espinhaço (Serra do Cipó e região de Diamantina), MG, mostrando uma grande variação morfológica entre os indivíduos das diferentes populações, enquanto *L. mello-barretoii* foi encontrada somente formando uma população na Serra do Cipó, MG. Estas duas espécies são simpátricas, porém não sintópicas (SEMIR, 1991).

Seção *Lychnophora*

Segundo SEMIR (1991), esta seção consta de vinte e cinco espécies, das quais doze foram analisadas no presente trabalho. Muitas espécies da seção *Lychnophora*, tal como na seção *Lychnocephaliopsis*, foram consideradas como sinônimos de outras por COILE & JONES (1981) e ROBINSON (1999), conforme pode se observar na tabela 7.

Lychnophora diamantinana (figura 7 D-E), descrita por COILE & JONES em 1981, é uma espécie endêmica das regiões próximas à Diamantina, MG. Segundo SEMIR (1991), esta é uma espécie bem estabelecida, que pode apresentar caracteres semelhantes a *L. salicifolia* (figura 7 B-C) e *L. pohlii* (figura 7A). Com relação a *L. salicifolia* (figura 3H), *L. diamantinana* (figura 3A) apresenta número cromossômico distinto ($n=18$ e 17 , respectivamente; tabela 2, 5 e 7). Estas duas espécies podem assemelhar-se morfológicamente pelos aspectos de forma, ápice

e base das folhas e número de flores nos capítulos, entretanto *L. salicifolia* é uma das espécies mais polimórficas e com a distribuição mais ampla do gênero. Certas variantes de *L. salicifolia* como, por exemplo, os caracteres foliares, podem sobrepor-se, sendo diferenciadas pela presença de glomérulos com capítulos mais laxos e *pappus* externo coroniforme em *L. salicifolia*, e capítulos condensados e o *pappus* externo livre em *L. diamantinana* (SEMIR, 1991).

Lychnophora pohlii, também considerada próxima de *L. diamantinana* por SEMIR (1991), possui número cromossômico distinto, $n=18$ (figura 4A, tabela 2). A espécie *L. pohlii* foi excluída do gênero por COILE & JONES (1981) sem uma explicação, enquanto SEMIR (1991) considera esta como um taxon válido. *L. pohlii* apresenta hábito variando de bromelióide até candelabriforme, sendo este último constante no taxon. Quando ocorre sobreposição no hábito e no comprimento das folhas entre as duas espécies, as diferenças ficam por conta da menor nervura dorsal constantemente glabra, glomérulos e número de flores nos capítulos, além das cipselas glabras de *L. pohlii*. Estas duas espécies ocorrem na região de Diamantina, MG, crescendo lado a lado.

Uma espécie muito semelhante a *Lychnophora pohlii* é *L. prostrata* (figura 8A), que é uma nova espécie a ser descrita no futuro (SEMIR, 1991). Em *L. prostrata*, temos plantas totalmente prostradas, com seus ramos crescendo em contato com o solo. Nesta nunca observam-se o eixo principal bromelióide e ramos floríferos semidecumbentes ou eretos, como ocorre em *L. pohlii*. De acordo com SEMIR (1991), esta última apresenta populações variáveis morfologicamente em vários locais de Diamantina, MG, mas existem gradações nítidas entre estas variantes, e *L. prostrata* poderia ser interpretada como uma população extrema de

L. pohlii. No entanto, as diferenças descontínuas quanto ao hábito, bem como algumas diferenças foliares e número de flores no capítulo, em associação aos distintos números cromossômicos (figuras 4A e 4B, tabela 2) aqui obtidos, $2n=34$ ($n=17$) para *L. prostrata* e $2n=36$ ($n=18$) para *L. pohlii*, permitem, em concordância à revisão de SEMIR (1991), considerá-las como entidades distintas (tabela 7). Devido ao seu microendemismo e sua relação estreita com *L. pohlii*, SEMIR (1991) interpretou *L. prostrata* como uma espécie derivada daquela. Ainda segundo este autor, *L. prostrata* ocorre em uma única localidade em Diamantina, MG, podendo ser este dado interpretado como isolamento desta espécie decorrente das condições edáficas. Se a hipótese de que as Vernonieae teriam como números cromossômicos ancestrais $x=9$ e $x=10$, e que muitos membros americanos da tribo teriam sido originados por uma duplicação de $x=9$ para 18, e então derivada por disploidia a partir deste poliplóide, originando $n=17$ (JONES, 1974, 1979; POWELL *et al.*, 1974; MATHEW & MATHEW, 1976; HEEYWOOD *et al.*, 1977; TURNER, 1977, 1981; TURNER *et al.*, 1979; SUNDBERG *et al.*, 1986; GALIANO & HUNZIKER, 1987; RUAS *et al.*, 1991; BREMER, 1994; DEMATTEIS, 1996, 1998; DEMATTEIS & FERNÁNDEZ, 1998), podemos sugerir que *L. prostrata* realmente seja uma espécie derivada de *L. pohlii*.

Tabela 7. Espécies da seção *Lychnophora* segundo conceituação de COILE & JONES (1981), SEMIR (1991) e ROBINSON (1999).

Sensu COILE & JONES	Sensu SEMIR	Sensu ROBINSON	Número cromossômico (presente trabalho)
	<i>L. cryptomerioides</i>		-
<i>L. diamantinana</i>	<i>L. diamantinana</i>	<i>L. diamantinana</i>	n=17/2n=34
<i>L. ericoides</i>	<i>L. ericoides</i>	<i>L. ericoides</i>	2n=34
	<i>L. gardneri</i>		2n=36
	<i>L. pinaster</i>		n=17
	<i>L. goiana</i>		-
	<i>L. granmogolense</i>	<i>L. granmogolense</i>	-
	<i>L. hatschbachii</i>		-
	<i>L. itacambirensis</i>		-
	<i>L. mutica</i>		n=ca.19
	<i>L. nanuzae</i>		-
<i>Haplostephium passerina</i>	<i>L. passerina</i>	<i>L. passerina</i>	n=17/2n=34
<i>L. phyllicifolia</i>	<i>L. phyllicifolia</i>	<i>L. phyllicifolia</i>	-
	<i>L. pohlii</i>	<i>L. pohlii</i>	n=18
	<i>L. pseudovillosissima</i>	<i>L. pseudovillosissima</i>	2n=38
	<i>L. prostrata</i>		n=17
	<i>L. ramosissima</i>	<i>L. ramosissima</i>	-
	<i>L. rupestris</i>		n=17/2n=34
<i>L. salicifolia</i>	<i>L. salicifolia</i>	<i>L. salicifolia</i>	n=18/2n=36
	<i>L. martiana</i>		-
	<i>L. sobolifera</i>		-
<i>L. staavioides</i>	<i>L. staavioides</i>	<i>L. staavioides</i>	n=34/2n=34
	<i>L. rosmarinifolia</i>	<i>L. rosmarinifolia</i>	-
<i>L. villosissima</i>	<i>L. villosissima</i>	<i>L. villosissima</i>	-
<i>L. uniflora</i>	<i>L. uniflora</i>	<i>L. uniflora</i>	-

Outra espécie semelhante à *Lychnophora pohlii* é *L. gardneri* (figura 8 B-C). Estas espécies são sintópicas na região de Diamantina, e apesar de apresentarem o mesmo número cromossômico de $2n=36$ (figuras 4A e 3C, tabela 2 e 7), um exame cuidadoso, principalmente em relação às folhas (o indumento e a nervura dorsal das lâminas) as separam. *L. gardneri* também é confundida com *L. staavioides*, mas estas são distintas pelo número cromossômico, $2n=36$ na primeira e $2n=34$ nesta última, e ainda por caracteres como hábito, largura e ápice das folhas. COILE & JONES (1981) colocaram *L. gardneri* como sinônimo de *L. ericoides*. Estas duas espécies, segundo SEMIR (1991), não têm muitas afinidades, quando comparam-se caracteres morfológicos. O presente estudo corrobora as conclusões de SEMIR (1991), pois os números cromossômicos de *L. gardneri* e *L. ericoides* são $2n=36$ e $2n=34$, respectivamente (tabela 2 e 7).

Lychnophora ericoides, já citada acima, é uma espécie que tem um caráter menos endêmico em relação à grande maioria do gênero, porém muito próxima de *L. pinaster* (figura 10B), também analisada neste trabalho. COILE & JONES (1981) sinonimizaram *L. pinaster*, juntamente com outras taxa, em *L. ericoides*. As duas apresentam $2n=34$ (figuras 3E e 3B), sendo diferenciadas, segundo SEMIR (1991), sob cuidadosa observação, pelo hábito, indumento e atributos foliares. Quando ocorre sobreposição, estes caracteres são muito importantes para separar estas espécies. Em Minas Gerais, as localidades das duas não parecem sobrepor-se; podem, no entanto, crescer em locais próximos, mas nunca sintopicamente (SEMIR, 1991).

Lychnophora ericoides e *L. pinaster* têm uma semelhança aparente com a espécie nova proposta por SEMIR (1991), *L. pseudovillosissima* (figura 10A). De fato, esta espécie apresenta consistentemente as folhas bem finas e compridas, semelhantes às exibidas nos dois taxa acima citados. Entretanto, esta semelhança é, de acordo com SEMIR (1991), apenas aparente, uma vez que *L. pseudovillosissima* apresenta folhas pecioladas e as outras duas espécies não. Este fato, juntamente com o número cromossômico aqui obtido para esta espécie de $2n=38$ (figura 3F), que difere das espécies mencionadas, corroboram as últimas revisões taxonômicas para o gênero (SEMIR, 1991; ROBINSON, 1999).

Lychnophora mutica, uma nova espécie para o gênero sugerida por SEMIR (1991), também com $2n=ca.38$ ($n=ca.19$) (figura 4C, tabela 2 e 7), é endêmica na Serra do Cipó, MG, onde também ocorre *L. rupestris* (figura 9 A-B), com a qual tem afinidades. Apesar de serem simpátricas, não são sintópicas, e diferenciam-se pelo fato da primeira apresentar capítulos praticamente sem folhas entre eles, com brácteas involucrais em menor série, com ápice arredondado e geralmente com mais de uma flor por capítulo (SEMIR, 1991). *L. rupestris* também foi estabelecida na revisão do gênero elaborada por SEMIR (1991). A distinção entre elas é corroborada pelos números cromossômicos encontrados, pois *L. rupestris* tem $2n=34$ (figura 4F).

Lychnophora passerina (figura 9 C-D) é uma espécie bastante polimórfica, com uma variação contínua no hábito, folha, inflorescência e capítulos e nas brácteas involucrais destes capítulos. A história taxonômica desta espécie é muito complexa, tendo sua posição alterada várias vezes por diversos autores. SEMIR (1991) recolocou este taxon em *Lychnophora*, que antes era considerada por

COILE & JONES (1983) como um gênero distinto, *Haplostephium*. O número cromossômico desta espécie, $2n=34$ (figura 3D), está de acordo com os números aqui encontrados para o gênero, mas não é possível fazer alguma inferência taxonômica, pois, dentro da tribo Vernonieae existe uma grande variação de números cromossômicos. O que pode ser feito são análises biosistemáticas futuras, junto com a obtenção de uma maior quantidade de dados cromossômicos para este grupo, a fim de elucidar esta questão taxonômica.

Seção *Lychnophoriopsis*

Esta seção consta de três espécies (SEMIR, 1991), das quais uma, *L. candelabrum* (figura 10C), foi analisada neste trabalho (figura 2F, tabela 8). Esta é uma das espécies mais controvertidas de *Lychnophora*. Segundo SEMIR (1991), uma série de enganos taxonômicos foram registrados a seu respeito, e este autor concorda com COILE & JONES (1981) na transferência desta para o gênero *Lychnophora*, apenas fazendo uma alteração com relação ao epíteto adequado.

Lychnophora candelabrum apresenta-se distribuída em várias localidades da Serra do Espinhaço, MG, tendo um endemismo relativo em relação às outras espécies desta seção. O número cromossômico observado aqui para esta espécie é $2n=36$ (figura 2F), sendo este comum ao gênero conforme os outros dados aqui obtidos.

Tabela 8. Espécies de *Lychnophora* sect. *Lychnophoriopsis* segundo conceituação de COILE & JONES (1981), SEMIR (1991) e ROBINSON (1999).

Sensu COILE & JONES	Sensu SEMIR	Sensu ROBINSON	Número cromossômico (presente trabalho)
<i>L. heterotheca</i>	<i>L. candelabrum</i>	<i>Lychnophorioides candelabrum</i>	2n=36
	<i>L. montesclarensis</i>		-
	<i>L. spicata</i>		-

CONCLUSÕES

Foram observados três números cromossômicos distintos, $n=17$ ($2n=34$), $n=18$ ($2n=36$) e $n=19$ ($2n=38$) em 18 espécies do gênero *Lychnophora*. Estes diferentes números cromossômicos distribuem-se pelas três seções analisadas (*Lychnophora*, *Lychnocephaliopsis* e *Lychnophoriopsis*), ou seja, não são caracteres distintivos em nível infragenérico. Por outro lado, são caracteres importantíssimos na diferenciação de algumas espécies, cujos limites são questionados por parte de distintos taxonomistas. Os resultados obtidos confirmam, em sua maioria, a proposição taxonômica apresentada por SEMIR, em 1991.

Neste estudo foi relatado o primeiro caso de poliploidia para o gênero *Lychnophora* em uma população da espécie *L. staavioides*, cujo número cromossômico encontrado foi de $n=34$, sendo esta espécie, portanto, um tetraplóide.

O comportamento meiótico foi considerado normal na maioria das espécies analisadas, à exceção de *L. rupestris*, onde foram observadas pontes de ligação entre alguns cromossomos, sugerindo a ocorrência de inversão cromossômica paracêntrica e disjunção irregular dos cromossomos na anáfase II. As taxas de normalidade de tétrades e de viabilidade dos grãos-de-pólen, foram consideradas normais na maioria das espécies analisadas, sugerindo regularidade no processo reprodutivo destas espécies, à exceção de *L. rupestris*, que apresentou baixas taxas de normalidade de tétrades e de viabilidade dos grãos-de-pólen, e da

população poliplóide de *L. staavioides*, que apresentou baixa taxa de normalidade de tétrades.

Os números cromossômicos aqui observados sugerem que os números cromossômicos básicos para o gênero *Lychnophora* seguem a série diplóide $x=17, 18$ e 19 . Estes dados, juntamente com os já citados previamente em literatura, sugerem que a subtribo Lychnophorineae tem quatro números cromossômicos básicos, $x=15, 17, 18$ e 19 , sendo este último registrado pela primeira vez na subtribo.

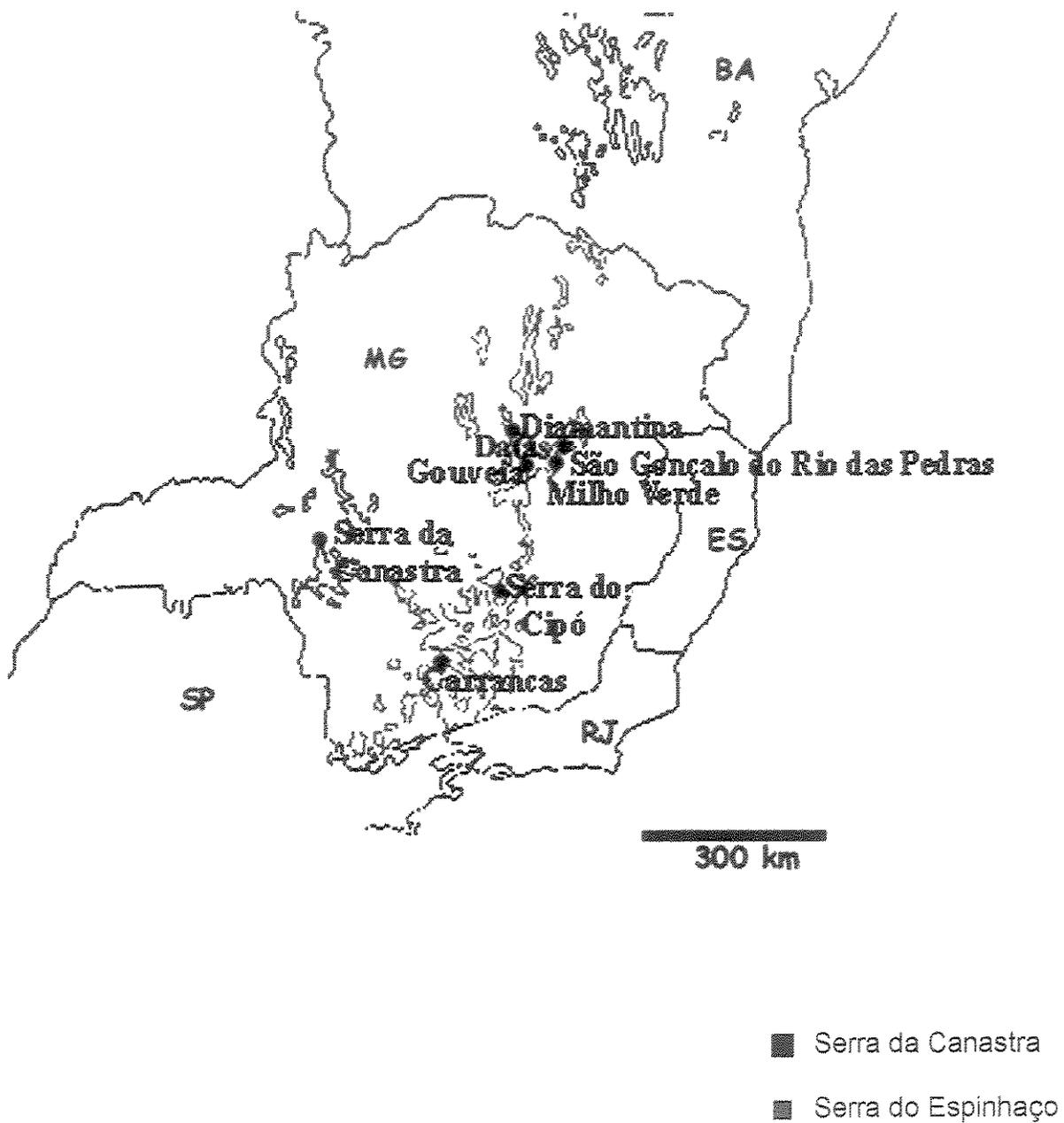


Figura 1: Mapa dos locais de coleta de espécies de *Lychnophora* Mart. no estado de Minas Gerais (MG).

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

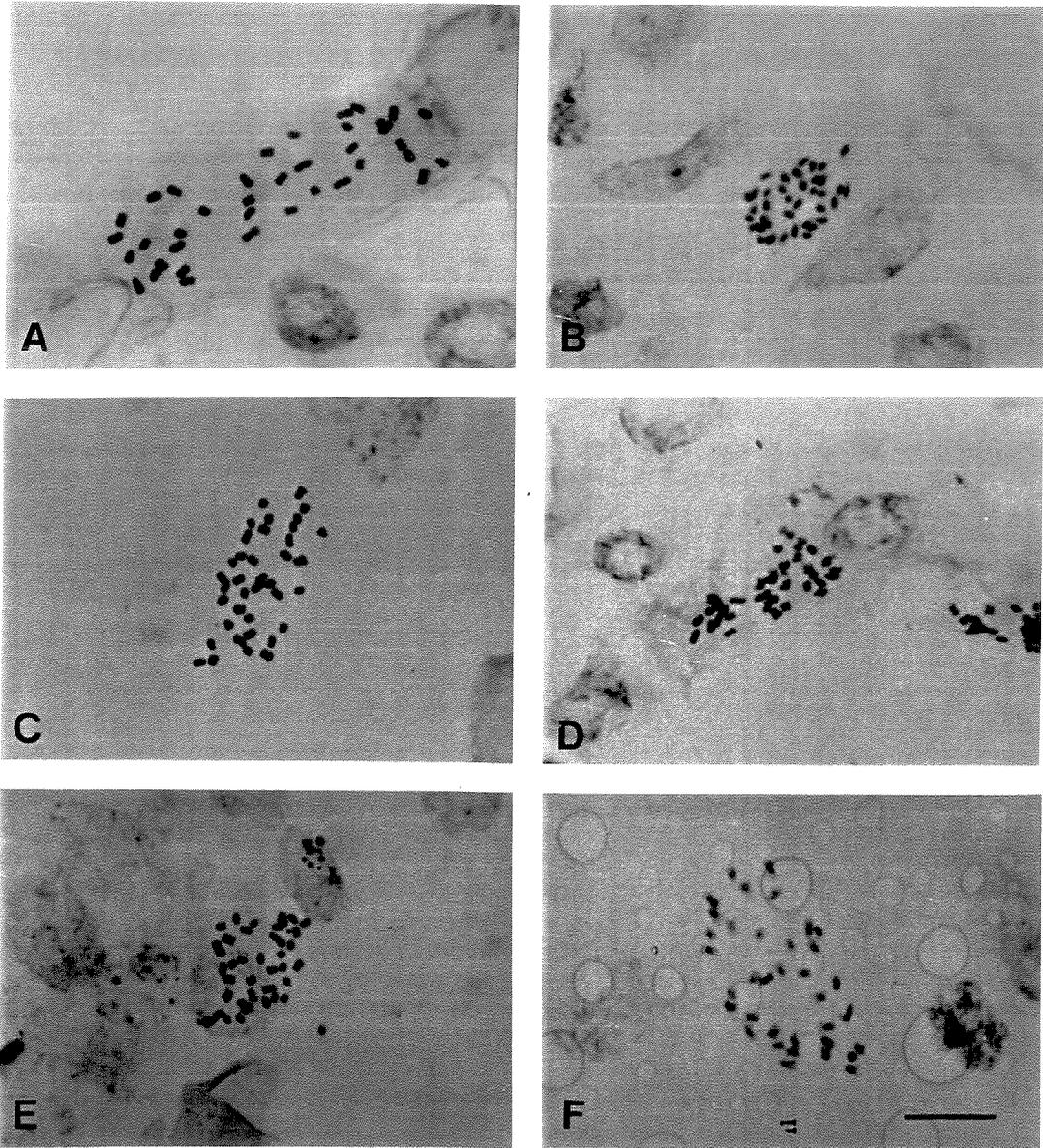


Figura 2- Cromossomos em metáfase mitótica de espécies de *Lychnophora* Mart. das seções *Lychnocephaliopsis* e *Lychnophoriopsis*. **A-** *L. cipoensis* Semir & Leitão ($2n=38$); **B-** *L. joliana* Semir & Leitão ($2n=36$); **C-** *L. mello-barreto* G.M.Barroso ($2n=38$); **D-** *L. sellowii* Sch.Bip. ($2n=38$); **E-** *L. tomentosa* (Mart. ex DC.) Sch.Bip. ($2n=38$); **F-** *L. candelabrum* Sch.Bip. ($2n=36$). Escala = $10\mu\text{m}$.

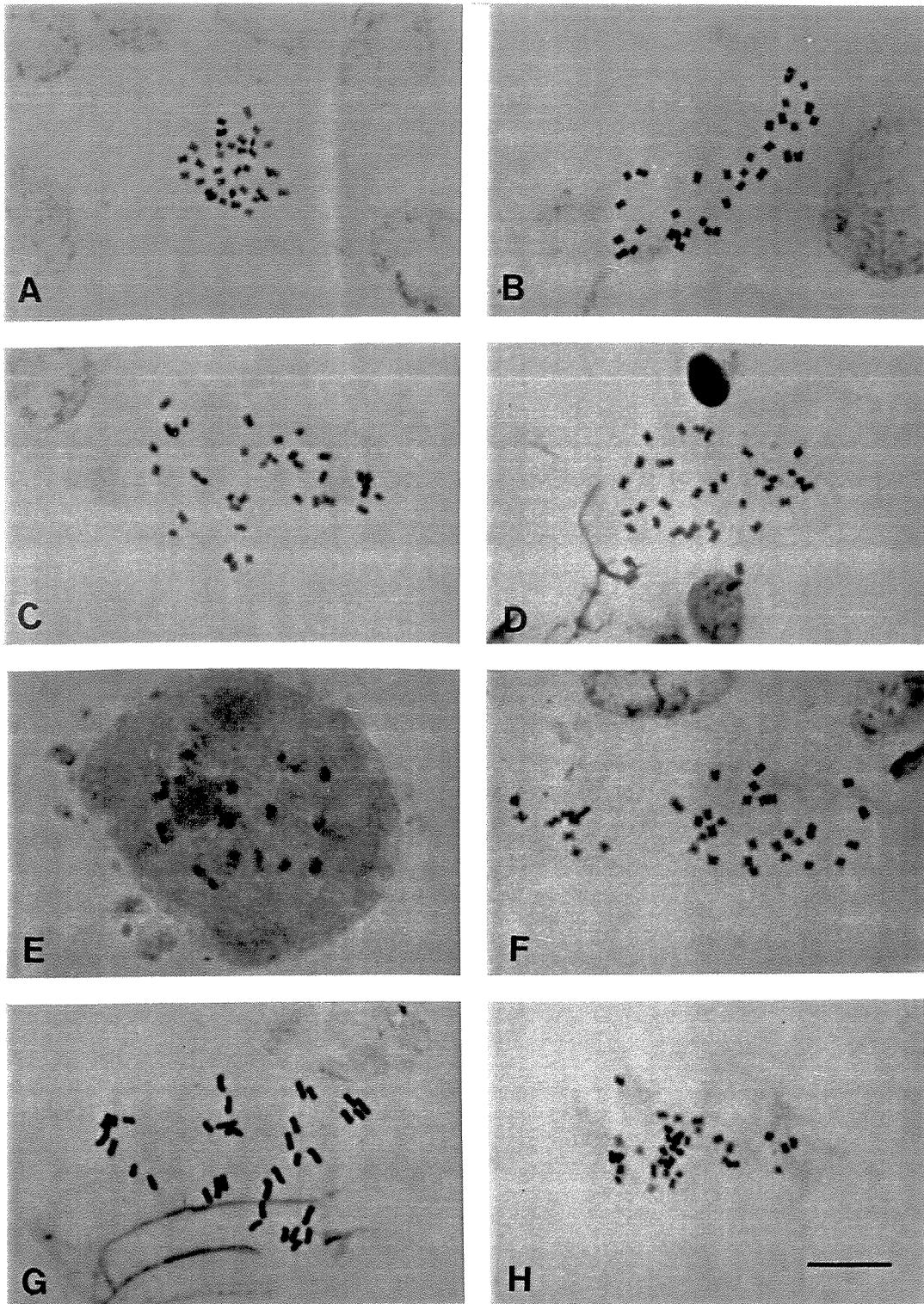


Figura 3- Cromossomos de espécies de *Lychnophora* Mart., seção *Lychnophora*: **A-** *L. diamantinana* Coile & S.B.Jones ($2n=34$); **B-** *L. ericoides* Mart. ($2n=34$); **C-** *L. gardneri* Sch.Bip. ($2n=36$); **D-** *L. passerina* (Mart. ex DC.) Gardner ($2n=34$); **E-** *L. pinaster* Mart. ($n=17$); **F-** *L. pseudovillosissima* Semir & Leitão ($2n=38$); **G-** *L. rupestris* Semir & Leitão ($2n=34$); **H-** *L. salicifolia* Mart. ($2n=36$). Escala= $10\mu\text{m}$.

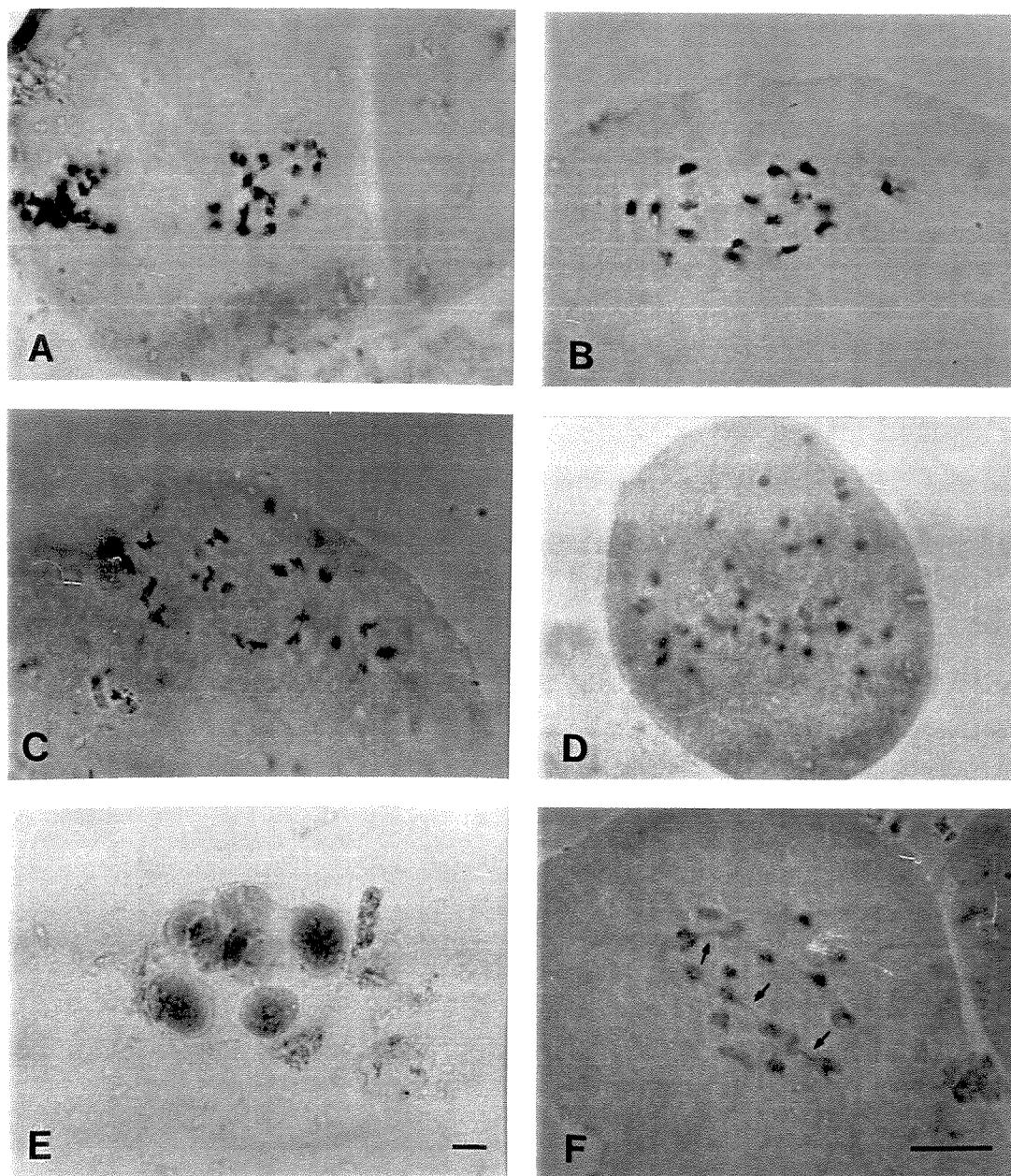


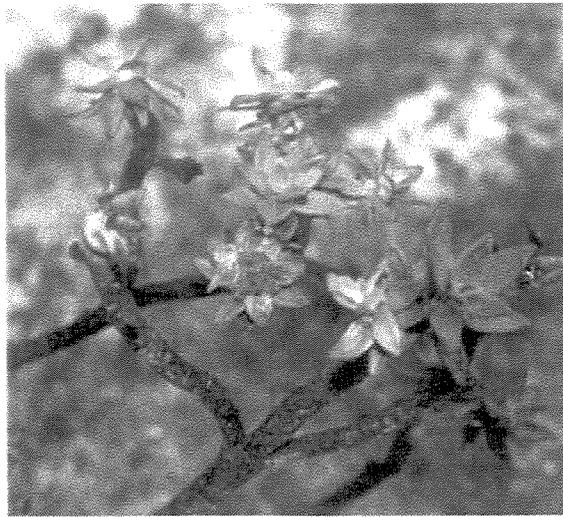
Figura 4- Cromossomos e tétrede de micrósporos de espécies de *Lychnophora* Mart., seção *Lychnophora*: **A-** *L. pohlii* Sch.Bip (n=18); **B-** *L. prostrata* Semir & Leitão (n=17); **C-** *L. mutica* Semir & Leitão (n=ca.19); **D-** *L. staavioides* Mart. (n=34); **E-** *L. staavioides* Mart.: tétrede anormal; **F-** *L. rupestris* Semir & Leitão (n=17): pontes de inversão cromossômica (setas). Escala = 10 μ m (a, b, c, d = f).



A



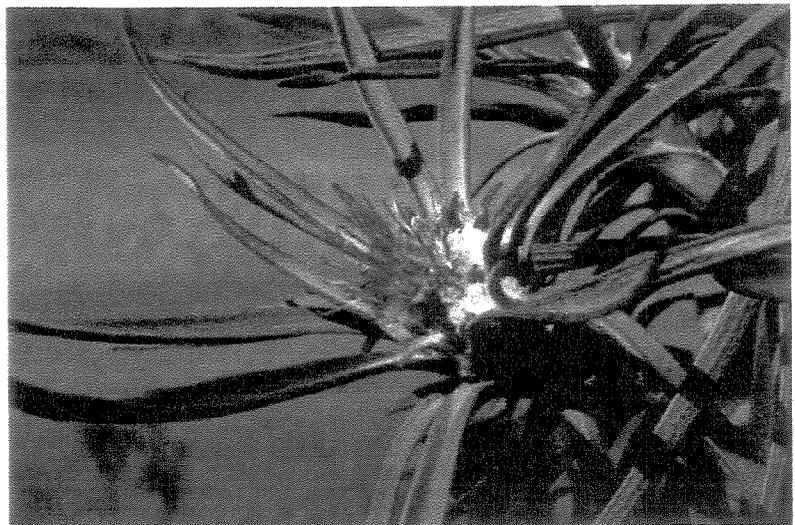
B



C



D

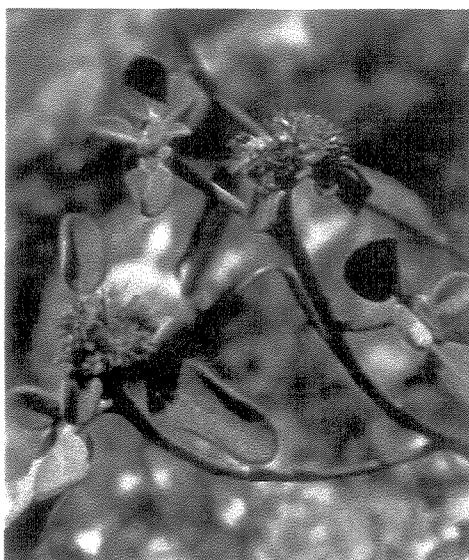


E

Figura 5- A- *Lychnophora joliana* Semir & Leitão; B-C- *L. cipoensis* Semir & Leitão; D-E- *L. selowii* Sch.Bip. (D- serra do Cipó, MG; E- Milho Verde, MG).



A



B



C

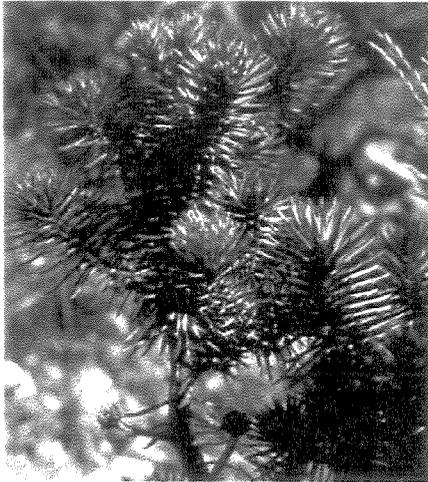


D

Figura 6- A-B- *Lychnophora mello-barretoii* G.M.Barroso; C-D- *L. tomentosa* (Mart. ex DC.) Sch.Bip. (Fotos M. Mansanares).



A



B



C



D

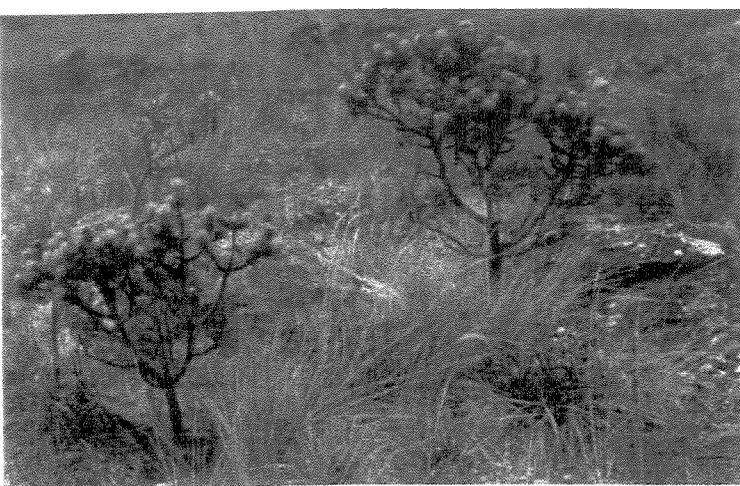


E

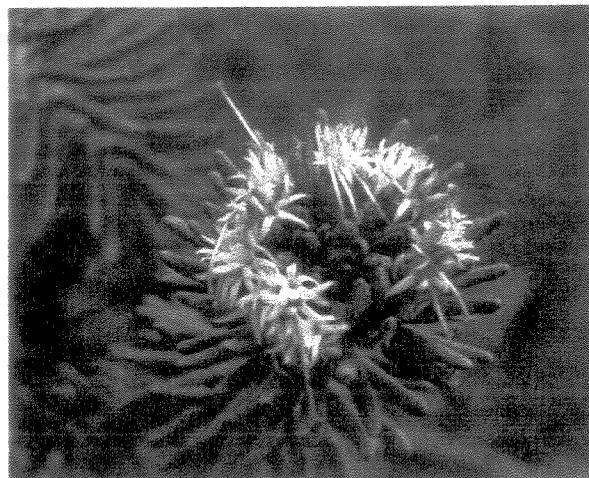
Figura 7- A- *Lychnophora pohlii* Sch.Bip.; **B-C** - *L. salicifolia* Mart.; **D- E-** *L. diamantinana* Coile & S.B.Jones (Fotos M. Mansanares).



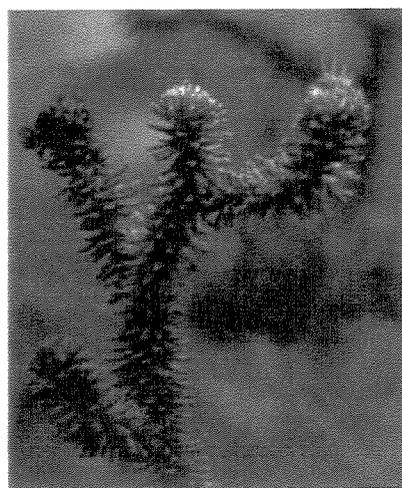
A



C



D



E

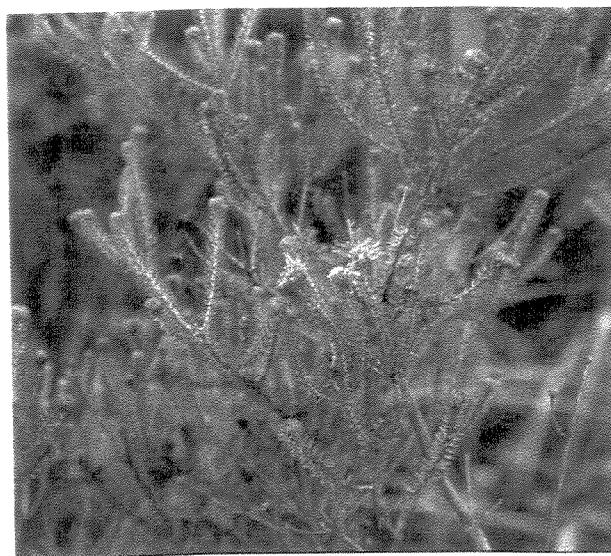
Figura 8- A- *Lychnophora prostrata* Semir & Leitão (Foto E. Borba); **B-C-** *L. gardineri* Sch. Bip.; **D-E-** *L. staavioides* Mart. (B-E – Fotos M. Mansanares).



A



B



C

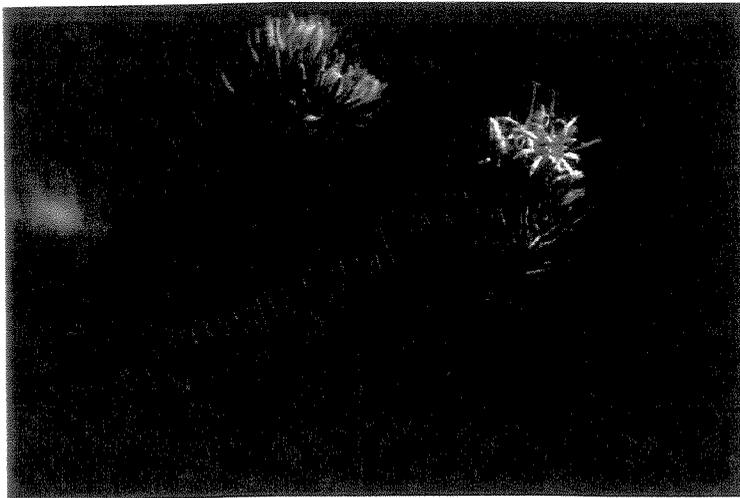


D

Figura 9- A-B - *Lychnophora rupestris* Semir & Leitão; C-D - *L. passerina* (Mart. ex DC.) Gardner. (Fotos: A-C- M. Mansanares; D- Eduardo Borba)



A



B



C

Figura 10- A- *Lychnophora pseudovillosissima* Semir & Leitão; B- *L. pinaster* Mart. (Foto K.Matsumoto); C- *L. candelabrum* Sch.Bip. (Foto M. Mansanares).

BIBLIOGRAFIA CITADA

- BAKER, J.G. 1873. Compositae I. Vernoniaeae: In: Martius, C.F. & Eichler, A.G. (eds.). 6 (2). *Flora brasiliensis*. Lipsiae, Monachii. pp1-180.
- BARROSO, G.M. 1956. Compositae brasiliensis novae. Rio de Janeiro, *Arq. Jard. Bot.*, 14: 258-262.
- BARROSO, G.M. 1986. Sistemática de Angiospermas do Brasil. Vol. III. Viçosa, Imp. Universitária da Univ. Federal de Viçosa, pp.326.
- BEAUVERD, G. 1913. Un nouveau Lychnophora brésilien. *Bol. Soc. Bot. Genève*, 5: 241-242.
- BERNADELLO, L.M. 1986. Numeros cromosomicos en Asteraceae de Cordoba. *Darwiniana*. 27(1-4): 169-178.
- BENTHAN, G. 1873a. Compositae: In: G. Benthan & J.D. Hooker (eds.). *Genera Plantarum*. London, Lovell Reeve, 2: 163-533.
- BENTHAN, G. 1873b. Notes of the classification, hystory, and geographical distribution of the Compositae. *J. Linn. Soc., Bot*, 13: 335-577.
- BREMER, K. 1994. Asteraceae – Cladistic & Classification. Portland, Oregon, Timber Press.
- BREMER, K. & JANSEN, R.K. 1992. A new subfamily of the Asteraceae. *Ann. of the Missouri Bot. Gard.*, 79: 414-415.
- BRIGGS, D. & WALTERS, S.M. 1997. Plant variation and evolution. 3^aed. London, Cambridge University Press.
- CABRERA, A.L. 1944. Vernoniaeae argentinas (Compositae). *Darwiniana*, 6(3): 265-379.
- CARR, G.D.; KING, R.M.; POWELL, A.M. & ROBINSON, H. 1999. Chromosome numbers in Compositae. XVIII. *Amer. J. Bot.*, 86(7): 1003-1013.
- CASSINI, H. 1817. Aperçu des genres nouveaux fomes par M. Henri Cassini dans la famille des Synanthéérés. Paris, *Bull. Sci. Soc. Phil.*, 4: 66-68.
- COELHO, L.G.M. & BATTISTIN, A. 1998. Meiotic behavior of Adesmia DC. (Leguminosae – Faboideae) species native to Rio Grande do Sul, Brazil. *Genetics and Molecular Biology*, 21(3): 403-406.

- COILE, N.C. & JONES JR., S.B. 1981. Lychnophora (Compositae: Vernonieae), a genus endemic to the Brazilian planalto. *Brittonia*, 33: 528-542.
- COILE, N.C. & JONES JR., S.B. 1983. Haplostephium (Compositae: Vernonieae). *Castanea*, 48: 432-436.
- COLEMAN, J.R. 1968. Chromosome numbers in some Brazilian Compositae. *Rhodora*, 70: 782-794.
- COLEMAN, J.R. 1970. Additional chromosome numbers in Brazilian Compositae. *Rhodora*, 72: 789-794.
- COTIAS-DE-OLIVEIRA, A.P., ASSIS, J.G.A. & BELLINTANI, M.C. 2000. Chromosome numbers in Bromeliaceae. *Genetics and Molecular Biology*, 23 (1): 173-177.
- CRONQUIST, A., 1981. A integrated system of classification of flower plants. New York, Columbia Univ. Press.
- CRONQUIST A. 1988. The evolution and classification of flowering plants. 2 ed. New York, The New York Botanical Garden.
- DE CANDOLLE, A.P. 1836. *Compositae*. Prodomus Systematis Naturalis Regni Vegetabilis, 5: 4-706.
- DEMATTEIS, M. 1996. Estudios cromosomicos en especies Argentinas de Vernonia (Asteraceae). *Bonplandia*, 9(1-2): 103-110.
- DEMATTEIS, M. 1998. Chromosome studies of some Vernonia species (Asteraceae). *Genetics and Molecular Biology*, 21: 381-385.
- DEMATTEIS, M. & FERNÁNDEZ, A. 1998. Karyotypes of Seven South American Species of Vernonia (Asteraceae). *Cytologia*, 63: 323-328.
- FAVARGER, C. 1978. Philosophie des comptages de chromosomes. *Taxon*, 27(5-6): 441-448.
- FORNI-MARTINS, E.R., PINTO-MAGLIO, C.A.F. & CRUZ, N.C. 1992. Biologia da reprodução em plantas de cerrado: microsporogênese. Anais do 8º Congresso SBSP, 77-82.
- FORNI-MARTINS, E.R., PINTO-MAGLIO, C.A.F. & CRUZ, N.C. 1995. Chromosome numbers in Brazilian cerrado plants. *Rev. Brasil. Genet.*, 18 (2): 281-288.
- FUCHS, F.J., SOLFERINI, V.N., SEMIR, J. & PRADO, P.I. 2000. Local genetic differentiation in Proteopsis argentea (Asteraceae), a perennial herb endemic in Brazil. *Plant Syst. and Evol.* (submitted).

- GALIANO, N.G. & HUNZIKER, J.H. 1987. Estudios cariologicos en Compositae. IV. Vernonieae y Eupatorieae. *Darwiniana*, 28(1-4): 1-8.
- GRANT, V. 1981. *Plant Speciation*. New York, Columbia Univ. Press.
- GLAZIOU, A.F.M. 1909. Liste des plantes du Brésil Central recueillies on 1861-1895. *Mém. Soc. Bot. Fr.*, 3: 377-383.
- GUERRA, M. 1983. O uso de Giemsa na citogenética vegetal – comparação entre a coloração simples e o bandeamento. *Ciência e Cultura*, 35: 190-193.
- GUERRA, M. 1988. *Introdução à Citogenética Geral*. Rio de Janeiro, Guanabara.
- GUERRA, M. 2000. Chromosome number variation and evolution in monocots. In: WILSON, K.L. AND MORRISON, D.A. (eds.). *Monocots: Systematic and Evolution*. Melbourne, CSIRO, 127-136.
- HEYWOOD, V.H.; HARBORNE, J.B. & TURNER, B.L. 1977. Na overture to the Compositae. In: HEYWOOD, V.H.; HARBORNE, J.B. & TURNER, B.L. (eds.). *The Biology and Chemistry of the Compositae*. London, Academic Press, 1-20.
- HOFFMAN, C. 1894. Vernonieae: In: Engler, A. & Prantl, K. (eds.). *Die natürlichen Pflanzenfamilien*. Leipzig, Wilhelm Engelmann, 8:120-129.
- HUNTER, G.E. 1964. Chromosome numbers in *Vernonia*: section *Lepidaploa*, subsection *Paniculatae verae*. *Southew. Naturalist*, 9: 234-244.
- JEFFREY, C. 1988. The Vernonieae in East Tropical Africa; notes on Compositae, V. *Kew Bull.*, 43: 195-277.
- JONES, S.B. 1968. Chromosome numbers in Southeastern United States, Compositae II. *Bull. Torrey Bot. Club*, 95: 488-489.
- JONES, S.B. 1970. Chromosome numbers in Compositae. *Bull. Torrey Bot. Club*, 97: 168-174.
- JONES, S.B. 1974. Vernonieae (Compositae) chromosome numbers. *Bull. Torrey Bot. Club.*, 101: 31-34.
- JONES, S.B. 1976. Revision of *Vernonia* (Compositae), subsection *Paniculatae*, series *Umbelliformes* of the Mexican Highlands. *Rhodora*, 78: 180-206.

- JONES, S.B. 1977. Vernonieae – systematic review. In: Heywood, V.H., Harbone, J.B. & Turner, B.L. (eds.). *The biology and Chemistry of the Compositae*. London, Academic Press, 1: 503-521.
- JONES, S.B. 1979. Chromosome numbers of Vernonieae (Compositae). *Bull. Torrey Bot. Club.*, 106 (2): 79-84.
- JONES, S.B. 1982. IOPB Chromosome numbers reports LXXIV. *Taxon*, 31: 126-127.
- JONES, S.B. & DUNCAN, W.H. 1966. Chromosome numbers in *Vernonia* (Compositae). *Rhodora*, 68: 49-52.
- KEELEY, S.C. 1978. A revision of the west ind indian Vernonias (Compositae). *Jour. Arboretum*, 59: 360-413.
- KEELEY S. & JONES, S.B. 1977. *Vernonia* (Compositae) in Bahamas – Re-examinade. *Rhodora*, 79; 147-159.
- KEELEY, S.C. & TURNER, B.L. 1990. A preliminary cladistic analysis of the genus *Vernonia* (Vernonieae: Asteraceae). *Plant Systematics and Evolution, Supplementum*, 4: 45-66.
- KING, B.L.. 1986. A systematic survey of the leaf flavonoids of *Lychnophora* (Asteraceae: Vernonieae). *Syst. Bot.*, 11(3): 403-414.
- KING, R.M. & H. ROBINSON. 1969. Studies in the Eupatorieae (Compositae), XVI: a monograph of the genus *Decachaeta* DC. *Brittonia*, 21: 275-284, 397.
- KING, R.M. & H. ROBINSON. 1970. Studies in the Eupatorieae (Compositae), XXVII: a monograph of the genus *Tricochoronis*. *Phytologia*, 19: 497-500.
- KING, R.M. & H. ROBINSON. 1980. Studies in the Eupatorieae (Asteraceae), CLXXXVI: a review of the genus *Stylotrichum*. *Phytologia*, 45: 102-104
- KING, R.M. & H. ROBINSON. 1987. The genera of the Eupatorieae (Asteraceae). Monographs in systematics botany. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 22: 1-591.
- KRASCHENINNIKOV, H. 1927. Compositae austro-americanae novae. I. *Notulae systematicae Herbario Hosti Botanici Petropolitoni*, 3: 157-162.
- KRUCKEBERG, A.R. & RABINOWITZ, D. 1985. Biological aspects of endemism in higher plants. *Ann. Ver. Ecol. Syst.*, 16: 447-479.

- LESSING, C.F. 1829. De synanthereis herbarii regii berolinensis dissetationes. I-Vernonieae. *Linnaea*, 4: 240-356.
- LESSING, C.F. 1831a. De synanthereis dissertatio quarta. *Linnaea*, 6: 240-288, 295-399.
- LESSING, C.F. 1831b. De synanthereis herbarii regii berolinensis dissetationes. I-Vernonieae.IV. Vernoniarum mantissa. *Linnaea*, 6: 624-721.
- LEWIS, H. 1972. The origin of endemism in the California flora: In: VALENTINE, D.H. (ed.) *Taxonomy, Phytogeography and Evolution*. London, Academic Press.
- MARTIUS, C.F.P. 1822. Novum plantarum genus Lychnophora. Denkschr. K. Bayer, *Bot. Ges. Regensb*, 2: 148-159.
- MATTFELD, J. 1925. Compositae: In: Pilger, R. *Plantae luetzelbergianae brasiliensis I*. Berlin, Notizb. Bot. Gart., 8: 425-451.
- MATHEW, A. & MATHEW, P.M. 1976. Studies on South Indian Compositae. II. Cytology of the genus Vernonia Schreb.. *Cytologia*, 41: 401-406.
- MEDINA, D.M. & CONAGIN, C.H.T.M. 1964. Técnica citológica. Publicação 2610. Campinas, Inst. Agron. Campinas.
- MERREL, D.J. 1981. *Ecological Genetics*. London, Langman.
- MORAWETZ, W. 1984. Karyological Races and Ecology of the Brazilian Duguetia furfuraceae as compared with Xylopia aromatica. *Flora*, 175: 195-209.
- POWELL, A.M., KYHOS, D.W. & RAVEN, P.H. 1974. Chromosome numbers in Compositae. X. *Amer. J. Bot.*, 61(8): 909-913.
- ROBINSON, H. 1980a. New species of Vernonieae (Asteraceae), IV: Three additions to Vernonia from Ecuador and Peru. *Phytologia*, 45: 158-165.
- ROBINSON, H. 1980b. Notes on the Lychnophorine genera Chresta and Eremanthus (Vernonieae, Asteraceae). *Phytologia*, 45: 89-100.
- ROBINSON, H. 1981. A new species of Vernonia from Brazil. *Phytologia*, 49: 469-498.
- ROBINSON, H. 1983a. Five new species of Lychnophora from Bahia, Brazil (Vernonieae: Asteraceae). *Phytologia*, 53: 169-384.
- ROBINSON, H. 1983b. Three new species of Vernonia from South America (Vernonieae; Asteraceae). *Phytologia*, 53: 393-400.

- ROBINSON, H. 1987a. Studies of the *Lepidaploa* complex (Vernonieae: Asteraceae), I: the genus *Stenocephalum* Sch. Bip. *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 100: 578-583.
- ROBINSON, H. 1987b. Studies of the *Lepidaploa* complex (Vernonieae: Asteraceae), II: A new genus, *Echinocoryne*. *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 100: 584-589.
- ROBINSON, H. 1987c. Studies of the *Lepidaploa* complex (Vernonieae: Asteraceae), III: two new genera, *Cytocymura* and *Eirmocephala*. *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 100: 844-855.
- ROBINSON, H. 1988a. Studies of the *Lepidaploa* complex (Vernonieae: Asteraceae), IV: the new genus, *Lessigenianthus*. *Proc. Soc. Wash.*, 101: 929-951.
- ROBINSON, H. 1988b. Studies in the *Lepidaploa* complex (Vernonieae: Asteraceae), V: the new genus, *Chrysoaena*. *Proc. Biol. Soc. Was.*, 101: 952-958.
- ROBINSON, H. 1989. *Acilepidopsis*, a new genus of Vernonieae from South America (Asteraceae). *Phytologia*, 67: 289-292.
- ROBINSON, H. 1990a. Six new combinations in *Baccharioides* Moench and *Cyanthillium* Blume (Vernonieae: Asteraceae). *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 103: 248-253.
- ROBINSON, H. 1990b. Studies in the *Lepidaploa* Complex (Vernonieae: Asteraceae), VII: the genus *Lepidaploa*. *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 103: 464-498.
- ROBINSON, H. 1992a. A new genus *Vernonanthura* (Vernonieae, Asteraceae). *Phytologia*, 73: 65-76.
- ROBINSON, H. 1992b. Notes of Lychnophorinae from Minas Gerais, Brazil, a synopsis of *Lychnophoriopsis* Shultz-Bip., and the new genera *Anteremanthus* and *Minasia* (Vernonieae: Asteraceae). *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 105: 640-652.
- ROBINSON, H. 1996. The status of generic and subtribal revisions in the Vernonieae. In: HIND, D.J.N. & BEENTJE, H.J. 1996 (eds.). *Compositae: Systematics*. Kew, Whitestable Litho Printers Ltd., 1: 511-529.
- ROBINSON, H. 1999. Generic and subtribal classification of American Vernonieae. *Smithsonian Contributions to Botany*, 89: 1-116.
- RUAS, P.M., RUAS, C.F., VIEIRA, O.S., MATZENBACHER, N.I. & MARTINS, N.S. 1991. Cytogenetics of genus *Vernonia* Schreber (Compositae). *Cytologia*, 56: 239-247.
- SEMIR, J. 1991. Revisão Taxonômica de *Lychnophora* Mart. (Vernonieae: Compositae). Tese Doutorado, Univ. Estadual de Campinas, Campinas.

- SCHULTZ-BIPONTHINUS, C.H. 1863. Lychnophora Martius und einige benadbarte gottungen. *Jahresbericht der Pollichia*, 20/21: 321-439.
- SOLBRIG, O.T. 1977. Chromosomal cytology and evolution in the family Compositae. In: HEYWOOD, V.H.; HARBORNE, J.B. & TURNER, B.L. (eds.). *The Biology and Chemistry of the Compositae*. London, Academic Press, 1: 267-281.
- STACE, C.A. 1989. *Plant Taxonomy and Biosystematics*. 2 ed. New York, Cambridge University Press.
- STEBBINS, G.L. 1950. *Variation and evolution in plants*. New York, Columbia Univ. Press.
- SUNDBERG, S.; COWAN, C.P. & TURNER, B.L. 1986. Chromosome counts of Latin American Compositae. *Amer. J. Bot.*, 73(1): 33-38.
- SUZUKI, D.T., GRIFFITHS, A.J.F., MILLER, J.H. & LEWONTIN, R.C. 1989. *Introdução à Genética*. 4 ed. Rio de Janeiro, Editora Guanabara Koogan.
- SWANSON, C.P., MERZ, T. & YOUNG, W.J. 1967. *Citogenética*. São Paulo, Editora Polígono S.A.
- TURNER, B.L. 1977. Fossil history and geography. In HEYWOOD, V.H.; HARBORNE, J.B. & TURNER, B.L. (eds.). *The Biology and Chemistry of the Compositae*. London, Academic Press, 1: 21-39.
- TURNER, B.L. 1981. New species and combinations in Vernonia sections Leiboldia and Lepidonia (Asteraceae), with a revisional conspectus of the groups. *Brittonia*, 33: 401-412.
- TURNER, B.L.; BACON, J.; URBATSCH, L. & SIMPSON, B. 1979. Chromosome numbers in South American Compositae. *Amer. J. Bot.*, 66(2): 173-178.
- VACCARELLI, V.N., SOLFERINI, V.N. & SEMIR, J. 1998. Caracterização isozímica de populações de Lychnophora (Asteraceae). *Genetics and Molecular Biology*, Programa e Resumos do 44º Congresso Nacional de Genética, 21(3).
- VANZELA, A.L.L., GUERRA, M. & LUCEÑO, M. 1996. Rhynchospora tenuis Link (Cyperaceae), a species with the lowest number of holocentric chromosomes (n=2). *Cytobios*, 88: 213-228.
- WAWRA, H.R. 1888. *Itinera Principium S. Coburgi. Zweiter Theil* 1-205, taf 1-18-Wien.