



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
CAMPUS II – AREIA-PB**



**Evolução cromossômica em plantas de inselbergues com ênfase
na família Apocynaceae Juss.**

Angeline Maria Da Silva Santos

**AREIA - PB
AGOSTO 2017**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
CAMPUS II – AREIA-PB**



Evolução cromossômica em plantas de inselbergues com ênfase na família Apocynaceae Juss.

Angeline Maria Da Silva Santos

**Orientador: Prof. Dr. Leonardo Pessoa
Felix**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Campus II Areia-PB, como parte integrante dos requisitos para obtenção do título de **Doutor** em Agronomia.

**AREIA - PB
AGOSTO 2017**

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S237e Santos, Angeline Maria da Silva.

Evolução cromossômica em plantas de inselbergues com ênfase na família Apocynaceae Juss. / Angeline Maria da Silva Santos. - Areia, 2017.

137 f. : il.

Orientação: Leonardo Pessoa Felix.

Tese (Doutorado) - UFPB/CCA.

1. Afloramentos. 2. Angiospermas. 3. Citogenética. 4. CMA/DAPI. 5. Ploidia. I. Felix, Leonardo Pessoa. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
CAMPUS II – AREIA-PB



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**Evolução cromossômica em plantas de inselbergues com ênfase na família
Apocynaceae Juss.**

Angeline Maria Da Silva Santos

Aprovada como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR em AGRONOMIA
(Agricultura Tropical) pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Leonardo Pessoa Felix – CCA/UFPB

Orientador

Prof.ª Dr.ª Ana Emília Barros e Silva – CCA/UFPB

Examinadora

Dr.ª Fabiane Rabelo da Costa Batista – INSA

Examinadora

Dr.ª Lânia Isis Ferreira Alves – INSA

Examinadora

Data da realização: 30 de agosto de 2017.

Presidente da Comissão Examinadora
Dr. Leonardo Pessoa Felix
Orientador

A Deus, pela presença em todos os momentos da minha vida, guiando-me a cada passo dado.

À minha família

Dedico esta conquista aos meus pais Maria Geovânia da Silva Santos e Antonio Belarmino dos Santos (*In Memoriam*), irmãos Aline Santos e Risomar Nascimento, tios Josimar e Evania Oliveira, primos Mayara Oliveira e Francisco Favaro, namorado José Lourivaldo pelo amor a mim concedido e por me proporcionarem paz na alma e felicidade na vida. Em especial à minha mãe e irmãos por terem me ensinado a descobrir o valor da disciplina, da persistência e da responsabilidade, indispensáveis para a construção e conquista do meu projeto de vida. E por dedicarem parte de suas vidas, na minha formação pessoal e profissional, por cumprirem este papel magistralmente e pelo amor intenso.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Leonardo Pessoa Felix, por aceitar ter me orientado, pelos conhecimentos científicos, pela confiança, amizade e, acima de tudo, por ser um exemplo de profissional e pessoa que pretendo seguir.

Ao Dr. Felipe Nollet Medeiros de Assis pelos conhecimentos, ajuda, por ser um profissional exemplar, amizade e por ter me acolhido, estando sempre à disposição.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela oportunidade de doutoramento.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/CAPES, pelo financiamento desta pesquisa.

A professora Dr^a Ana Emília Barros e Silva, Doutoradas Fabiane Rabelo Costa e Lânia Isis Ferreira Alves pelas contribuições e sugestões dadas ao trabalho.

A Alessandro Rapini e Roxana Barreto pela identificação das espécies de Apocynaceae e Commelinaceae.

Aos colegas da Pós-Graduação em Agronomia pela parceria e ajuda mútua durante minha formação.

Aos amigos conquistados ao longo da vida Patrick, Jackson, Filipe, Andreia, Magna, Carolline, Mariana, Edjane, Jeferson, Adeílson, Yovany e Tassinho.

A Sarah Nascimento e Bruno César por terem se tornado mais que amigos, irmãos.

Aos amigos do laboratório: Enoque, Cláudio, Joel, Amanda, Sibelle, Erton, Achilles, Saulo, Sócrates, Carolina, Larisse, Rodrigo, Felipe Coutinho, Mariana, Ednalva, Ingrid e Luciana. Obrigada pela amizade e companheirismo.

Aos alunos e depois amigos conquistados durante o estágio de docência: David, Ulisses (*In Memoriam*), Jardel, Ingrid, Beatriz e Eduardo.

A todos os professores que contribuíram decisivamente para a minha formação acadêmica, profissional, pessoal e pelos ensinamentos valorosos. Agradeço aos meus antigos professores, que me ensinaram com prazer e dedicação.

As pessoas que de alguma forma passaram pela minha vida e contribuíram direta ou indiretamente para a concretização deste sonho e para a construção de quem sou hoje.

Obrigada!

SANTOS, Angeline Maria da Silva. D.S. Universidade Federal da Paraíba, agosto de 2017.
Evolução cromossômica em plantas de inselbergues com ênfase na família Apocynaceae
Juss. Leonardo Pessoa Felix.

RESUMO

Os inselbergues são caracterizados por apresentarem condições edafoclimáticas mais severas em relação ao ambiente do entorno, exercendo uma função seletiva importante para a evolução e especiação vegetal. A flora dos inselbergues pode apresentar diferenciação morfológica e cromossômica (níveis de ploidia), possibilitando a avaliação dos mecanismos envolvidos na diversificação das espécies. Uma hipótese longamente debatida sugere que os poliploides apresentam maior tolerância a condições ambientais mais extremas, quando comparadas com as suas contrapartes diploides. Sendo assim, o trabalho teve como objetivo analisar 28 espécies pertencentes a 10 diferentes famílias de angiospermas, ocorrentes em inselbergues na região Nordeste do Brasil com ênfase para a família Apocynaceae. Pontas de raízes foram pré-tratadas com 8HQ e Colchicina (apenas a espécie da família Costaceae) e fixadas em Carnoy. As lâminas foram preparadas pelo método de esmagamento em ácido acético e envelhecidas em temperatura ambiente. Em seguida, as melhores lâminas foram coradas com Chromomycin (CMA) e 4',6-Diamidino-2-Phenylindole (DAPI) e fotografadas. As espécies de Apocynaceae variaram de $2n = 18$ a $2n = 34$, com dados inéditos para seis espécies. Foram identificados três tipos de bandas heterocromáticas nas espécies da família Apocynaceae: bandas $CMA^+/DAPI^-$, $CMA^-/DAPI^+$ e $CMA^0/DAPI^+$, variando quanto ao padrão de distribuição, número e tamanho das bandas heterocromáticas. Bandas $CMA^+/DAPI^-$ foram observadas em todas as espécies analisadas, e provavelmente é o tipo de heterocromatina associada as RONS. Outras espécies analisadas variaram de $2n = 18$ para *Chamaecostus subsessilis* (Costaceae) até $2n = 76$ em *Dichorisandra hexandra* (Commelinaceae). A poliploidia e a disploidia são os principais mecanismos de evolução cariotípica envolvidos na diversificação em Apocynaceae, sendo as espécies diploides as mais frequentemente encontradas em inselbergues. Dentre os gêneros analisados não se verificou uma relação clara entre número de bandas CMA^+ e nível de ploidia. Das 27 espécies ocorrentes em inselbergues no nordeste do Brasil analisadas apenas sete são poliploides, ocorrendo especialmente nas famílias Apocynaceae, Commelinaceae, Euphorbiaceae e Melastomataceae. Além disso, não foi observada a ocorrência preferencial de citótipos poliploides em inselbergues para estas espécies, refutando a hipótese de que poliploides apresentam maior tolerância a condições edafoclimáticas mais extremas.

Palavras-chave: Afloramentos, Angiospermas, Citogenética, CMA/DAPI, Ploidia

SANTOS, Angeline Maria da Silva. D.S. Federal University of Paraiba, August of 2017.
Chromosomal evolution in inselbergues plants with an emphasis on the family Apocynaceae Juss. Leonardo Pessoa Felix.

ABSTRACT

The inselbergs are characterized by presenting more severe edaphoclimatic conditions in relation to the surrounding environment, exerting an important selective function for the evolution and vegetal speciation. The flora of the inselbergs can present morphological and chromosomal differentiation (levels of ploidy), making possible the evaluation of the mechanisms involved in the diversification of the species. A long-debated hypothesis suggests that polyploids exhibit greater tolerance to more extreme environmental conditions when compared to their diploid counterparts. The objective of this work was to analyze 28 species belonging to 10 different families of angiosperms, occurring in inselbergues in the Northeast region of Brazil, with an emphasis on the Apocynaceae family. The root tips were pretreated with 8HQ and Colchicine (only the Costaceae family species) and fixed in Carnoy. The slides were prepared by the method of crushing in acetic acid and aged at room temperature. Then, the best slides were stained with chromomycin (CMA) and 4', 6-Diamidino-2-Phenylindole (DAPI) and photographed. The species of Apocynaceae ranged from $2n = 18$ to $2n = 34$, with new data for six species. Three types of heterochromatic bands were identified in family Apocynaceae species: $CMA^+ / DAPI^-$, $CMA^- / DAPI^+$ and $CMA^0 / DAPI^+$ bands, varying in the pattern of distribution, number and size of heterochromatic bands. $CMA^+ / DAPI^-$ bands were observed in all species analyzed, and probably is the type of heterochromatin associated with RONS. The species analyzed ranged from $2n = 18$ para *Chamaecostus subsessilis* (Costaceae) to $2n = 76$ in *Dichorisandra hexandra* (Commelinaceae). Polyploidy and dysploidy are the main mechanisms of karyotype evolution involved in the diversification in Apocynaceae, with the diploid species being most frequently found in inselbergues. Among the analyzed genera there is no clear relationship between the number of CMA^+ bands and the level of ploidy. Of the 28 species occurring in inselbergues in northeastern Brazil, only seven are polyploid, occurring especially in the Apocynaceae, Commelinaceae, Euphorbiaceae and Melastomataceae families. In addition, the preferential occurrence of polyploid cytotypes on inselbergues was not observed for these species, refuting the hypothesis that poliploids present greater tolerance to more extreme edaphoclimatic conditions.

Keywords: Outcrops, Angiosperms, Cytogenetics, CMA/DAPI, Ploidy

LISTA DE TABELAS

Capítulo I

Tabela 1. Espécies da família Apocynaceae analisadas por meio de dupla coloração com fluorocromos. Subfamília, gênero e espécie, local de coleta, coletor e número, fórmula cariotípica (FC), contagens cromossômicas prévias (CP), números cromossômicos determinados no presente trabalho (PT), tipos de bandas CMA/DAPI e variação do tamanho cromossômico (μm). Para cada gênero, o número total de espécies/número de espécies analisadas (entre parênteses).....	62
--	----

Anexo A

Tabela 2. Principais registros de números cromossômicos para representantes da família Apocynaceae, ordenados por subfamílias.....	79
---	----

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I

- Figura 1.** Metáfases mitóticas de Apocynaceae coradas com os fluorocromos CMA/DAPI. Subfamília Apocynoideae: **A.** *Mandevilla bahiensis* com $2n = 20$; **B.** *M. catimbauensis* com $2n = 26$; **C.** *M. dardanoi* com $2n = 20$; **D.** *M. leptophylla* com $2n = 20$; **E.** *M. tenuifolia* com $2n = 20$; **F.** *Peltastes peltatus* com $2n = 18$; **G.** *Temnadenia stellaris* com $2n = 18$. Setas amarelas indicam bandas CMA⁺. Setas azuis indicam bandas DAPI⁺. Cabeça de seta azul indica banda terminal DAPI⁺. Setas brancas indicam satélites. Inseto em **E** destaca cromossomos com bandas CMA⁺ formando satélites. Barra em **G** corresponde a 10 micrômetros..... 64
- Figura 2.** Metáfases mitóticas de Apocynaceae coradas com os fluorocromos CMA/DAPI. Subfamília Asclepiadoideae: **A.** *Marsdenia caatingae* com $2n = 22$; **B.** *M. hilariana* com $2n = 22$; **C, D.** *M. megalantha* com $2n = 22$; **E.** *Petalostelma dardanoi* com $2n = 20$; Subfamília Rauvolfioideae: **F.** *Aspidosperma pyriformium* com $2n = 34$; **G.** *Tabernaemontana catharinensis* com $2n = 22$; **H.** *T. solanifolia* com $2n = 22$; **I.** *Allamanda doniana* com $2n = 27$; Setas amarelas indicam bandas CMA⁺. Inseto em **E** destaca cromossomos com grandes bandas CMA⁺ adjacentes a banda pericentromérica DAPI⁺, e **F** destaca cromossomos com banda CMA⁺ pericentromérica parcialmente distendida. Barra em **I** corresponde a 10 micrômetros..... 65

Capítulo II

- Figura 1.** Metáfases mitóticas de representantes da família Apocynaceae ocorrentes em inselbergues: **A.** *Allamanda doniana*, $2n = 27$; **B.** *Aspidosperma pyriformium*, $2n = 34$; **C.** *Mandevilla bahiensis*, $2n = 20$; **D.** *M. catimbauensis*, $2n = 26$; **E.** *M. dardanoi*, $2n = 20$; **F.** *M. leptophylla*, $2n = 20$; **G.** *M. tenuifolia*, $2n = 20$. Escala em **G** = 10 μm 73
- Figura 2.** Metáfases mitóticas de representantes da família Apocynaceae ocorrentes em inselbergues: **A.** *Marsdenia caatingae*, $2n = 22$; **B.** *M. hilariana*, $2n = 22$; **C.** *M. megalantha*, $2n = 22$; **D.** *Peltastes peltatus*, $2n = 18$; **E.** *Petalostelma dardanoi*, $2n = 20$; **F.** *Tabernaemontana catharinensis*, $2n = 22$; **G.** *T. solanifolia*, $2n = 22$; **H.** *Temnadenia stellaris*, $2n = 18$. Escala em **F** = 10 μm 74

Figura 3. Metáfases mitóticas de espécies ocorrentes em inselbergues: Araceae – **A.** *Anthurium affine*, $2n = 30$; Commelinaceae – **B.** *Aneilema brasiliense*, $2n = 24$; **C.** *Commelina diffusa*, $2n = 30$; **D.** *C. diffusa*, $2n = 60$; **E.** *C. obliqua*, $2n = 60$; **F.** *Dichorisandra hexandra*, $2n = 76$; **G.** *Tradescantia ambigua*, $2n = 24$. Escala em **A** e **F** = 10 μm 75

Figura 4. Metáfases mitóticas de espécies ocorrentes em inselbergues: Costaceae – **A.** *Chamaecostus subsessilis*, $2n = 18$; Euphorbiaceae – **B.** *Cnidoscopus urens*, $2n = 72$; Melastomataceae – **C.** *Tibouchina heteromalla*, $2n = 36$; Solanaceae – **D.** *Solanum polytrichum*, $2n = 24$; Velloziaceae – **E.** *Vellozia plicata*, $2n = 18$; Vitaceae – **F.** *Cissus decidua*, $2n = 34$. Escala em **F** = 10 μm 76

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	11
2. REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 Números cromossômicos	12
2.2 Heterocromatina e bandeamento cromossômico	14
2.3 Evolução cariotípica em Angiospermas	17
2.3.1 Poliploidia	18
2.3.2 Displóidia	20
2.4 Família Apocynaceae	21
2.5 Família Commelinaceae	25
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
Capítulo I – Evolução cariotípica em Apocynaceae Juss. revisitada: Incluindo números cromossômicos e variabilidade da heterocromatina de espécies ocorrentes em inselbergues do Nordeste do Brasil	39
Capítulo II – IAPT/IOPB Dados Cromossômicos	67
4. CONCLUSÕES GERAIS	77
ANEXOS	78
A - Principais registros de números cromossômicos para representantes da família Apocynaceae, ordenados por subfamílias	79
B – Normas Botanical Journal of the Linnean Society	119
C – Normas Taxon	127

1. INTRODUÇÃO GERAL

Inselbergues são afloramentos rochosos isolados que emergem abruptamente acima das planícies que os cercam, podendo ser graníticos ou gnássicos. Formam sítios de crescimento que são microclimaticamente e edaficamente secos, e sustentam uma vegetação altamente especializada. A vegetação desses ecossistemas apresenta características florísticas, estruturais e fisionômicas bem peculiares, com alto endemismo, que favorece a formação de ecótipos. Algumas famílias de angiospermas possuem espécies que são endêmicas de afloramentos como Apocynaceae, Bromeliaceae, Cactaceae, Crassulaceae, Euphorbiaceae e Orchidaceae (POREMBSKI, 2007).

Quando se procura tratar as informações taxonômicas dentro de uma perspectiva orientada pela sistemática filogenética, são poucos os grupos de plantas que podem ser considerados suficientemente bem conhecidos para que possam ser utilizados em estudos evolutivos e de conservação (RAPINI, 2010). Uma abordagem que tem contribuído para o estabelecimento de delimitações coerentes na taxonomia e filogenia são as análises de variação cariotípica (SOUZA et al., 2012). A citotaxonomia vegetal pode revelar estratégias de evolução cromossômica, por meio da análise de números cromossômicos, padrões de distribuição de bandas heterocromáticas, e muitas outras informações fornecidas pelas características dos cromossomos. Isso é possível porque os cariótipos são a primeira expressão fenotípica do genótipo, que é independente das condições ambientais, estágio de desenvolvimento ou diferentes níveis de expressão gênica (GUERRA, 2012).

As análises citogenéticas mais frequentes na citotaxonomia vegetal clássica incluem determinação do número básico, morfologia cromossômica e análise do comportamento meiótico, sendo a variação numérica o parâmetro citotaxonômico mais amplamente utilizado em plantas (GUERRA, 2000). Estima-se que cerca de 15% dos eventos de especiação das angiospermas envolveram mudanças no nível de ploidia (WOOD et al., 2009). A ocupação das espécies em ambientes extremos como em inselbergues, sugere-se que sua ocorrência está frequentemente correlacionada com a poliploidia (PITREZ et al., 2014), como observado em orquídeas onde alguns grupos dentro da família Orchidaceae que crescem em inselbergues possuem nível de ploidia claramente maior que as espécies epífitas relacionadas (FELIX & GUERRA, 2010).

Além do número cromossômico, informações sobre a distribuição e quantidade da heterocromatina constitutiva avaliadas por meio de diferentes técnicas de bandeamento, a diferenciação da heterocromatina por fluorocromos e a localização das regiões organizadoras de nucléolos (RONs) são bastante apropriadas para a caracterização cariotípica de famílias em diversos níveis hierárquicos (GREILHUBER, 1984). Os estudos cariológicos envolvendo a família Apocynaceae são restritos, principalmente dados relativos à determinação do número básico, número cromossômico e composição da heterocromatina. Em Commelinaceae, apesar de ser uma família bem explorada em termos citogenéticos (PITREZ et al., 2001; ROA, 2007) poucas espécies brasileiras foram analisadas, como também espécies de diferentes famílias ocorrentes em afloramentos rochosos.

Diante disso, o objetivo do trabalho foi lançar bases para o enriquecimento de estudos citotaxonômicos vegetais em inselbergues, analisando a variabilidade cromossômica numérica, níveis de ploidia, localização e composição da heterocromatina por meio da coloração com os fluorocromos CMA/DAPI em vegetais de inselbergues ocorrentes no Nordeste brasileiro, com ênfase na família Apocynaceae

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Números cromossômicos

O parâmetro mais utilizado na citotaxonomia vegetal é a determinação do número cromossômico, onde há um grande número de dados de flora disponíveis (RAVEN, 1975). Através da análise citotaxonômica é possível determinar e comparar o número cromossômico em um grande número de espécies de um táxon (GUERRA, 1990). É uma técnica simples, barata e rápida, podendo assim, fornecer informações substanciais sobre o genoma da espécie. Além disso, não é influenciado pela idade da planta, fase de desenvolvimento e condições externas (GUERRA, 2008).

Entre gêneros e espécies estritamente relacionados, alterações do número cromossômico podem ocorrer devido a dois processos principais: poliploidia (multiplicação do conjunto cromossômico) e disploidia (o aumento ou diminuição de um ou poucos cromossomos) (STEBBINS, 1971). Com a determinação do número cromossômico é possível reconhecer o número básico ancestral do grupo, proporcionando um melhor entendimento

sobre as diferentes linhas evolutivas que são marcadas pelas variações graduais envolvendo eventos de dispoloidia e poliploidia (GUERRA, 1990).

Nas angiospermas um dos menores números cromossômicos encontrados foi $2n = 4$ em *Rhynchospora tenuis* Link pertencente à família Cyperaceae (VANZELA et al., 1996; 2000) e os maiores em *Sedum suaveolens* Kimmach com $2n = \text{ca. } 640$ da família Crassulaceae (UHL, 1978) e *Voanioala gerardii* J. Dransf. com $2n = 606 \pm 3$ da família Arecaceae (RÖSER, 2015).

Algumas famílias apresentam uma alta diversidade cariotípica em relação aos números cromossômicos como em Commelinaceae que variam de $2n = 12$ em espécies do gênero *Callisia* Loefl. a $2n = 76$ em *Dichorisandra albo-marginata* Linden (PITREZ et al., 2001), Euphorbiaceae $2n = 16$ em *Croton* L. a $2n = 104$ em *Phyllanthus emblica* L. (PERRY, 1943; SOONTORNCHAINAKSAENG & CHAIYASUT, 1999), Apocynaceae com variação de $2n = 10$ em *Rhabdadenia madida* (Vell) Miers (SOUZA, 2015) até $2n = 230$ em *Vinca difformis* Pourr. (DARLINGTON & WYLIE, 1955) e Orchidaceae de $2n = 12$ em *Erycina pusilla* (L.) N.H.Williams & M.W.Chase a $2n = 240$ em *Epidendrum cinnabarinum* Salzm. ex Lindl. (FELIX, 2001). Por outro lado, outras famílias possuem estabilidade cromossômica numérica, como observa-se registros de $n = 9$ (ou múltiplos) em Phytolaccaeae (STUESSY, 1990). Além disso, tal estabilidade é encontrada na subfamília Aurantioideae (Rutaceae) que apresenta $2n = 18$ com poucas exceções (GUERRA et al., 2000; BARROS E SILVA et al., 2010).

Segundo Stebbins (1971), sendo a poliploidia uma das alterações cromossômicas numéricas mais freqüentes e importantes que ocorrem na evolução das plantas, as espécies poliploides geralmente têm uma distribuição geográfica mais ampla, são boas colonizadoras de novos habitats e talvez mais agressivas do que seus parentais diplóides. Em orquídeas, a ocorrência de espécies pertencentes a gêneros tipicamente epifíticos, porém vegetando em habitats terrestres ou rupestres, parece muitas vezes relacionada a eventos de poliploidia. Além disso, as espécies que ocorrem nestes habitats, como por exemplo em afloramentos, são perfeitamente adaptadas às condições de estresse hídrico e alta irradiação a que estão expostas, o que tem concorrido para a diferenciação simpátrica em relação às espécies do entorno (KLUGE & BRULFERT, 2000).

Estudos realizados por Felix & Guerra (2000) em *Oncidium* aff. *flexuosum* registraram $2n = \text{ca. } 168$ numa população rupícola de Pernambuco, enquanto outra população epífita do

Rio Grande do Sul apresenta $2n = 56$, o que já seria um nível octoplóide em relação ao número básico primário da família de $x_1 = 7$ (FELIX & GUERRA, 1999). No entanto, Pitrez (2006) observou que em espécies rupícolas de diferentes famílias não houve alterações cariotípicas, com ancestrais supostamente epífitas ou terrestres, quando comparadas com dados da literatura.

A principal técnica utilizada para determinação do número cromossômico em plantas com cariótipo semelhante era realizada através de métodos convencionais, o qual estava restrita ao número e morfologia do cromossomo, sendo assim pouco informativa (GUERRA, 2000a). Porém, com o surgimento de novas técnicas como o bandeamento cromossômico com coloração diferencial (CMA/DAPI) é possível obter mais informações sobre determinadas regiões do cromossomo.

2.2. Heterocromatina e Bandeamento Cromossômico

A heterocromatina foi distinguida da eucromatina por Heitz (1928), tomando por base a compactação diferencial ocorrida na intérfase. A eucromatina é mais acessível, menos condensada e geralmente mais facilmente transcrita, enquanto a heterocromatina é inacessível, altamente condensada e ordenada em matrizes nucleossômicas (HUISINGA et al., 2006). Na formação e manutenção da heterocromatina contém diversos tipos de informação, incluindo localização no cromossomo, localização nuclear e a presença de elementos de DNA repetitivo (WEILER & WAKIMOTO, 1995; BIRCHLER et al., 2000; HALL & GREWAL, 2003).

Recentes sequências e análises citogenéticas indicam que a heterocromatina em plantas pode ter origem muito diferente, composição e dinâmica (FRANSZ et al., 2000). A heterocromatina desempenha um papel fundamental na repressão de elementos transponíveis e como componente estrutural dos cromossomos (LAMB et al., 2007). É caracterizada por possuir localização cromossômica pericentromérica e telomérica, pelo tempo de replicação ocorrer na fase S tardia, a sequência ser composta por DNA repetitivo (satélite e blocos de sequências repetitivas), baixa densidade genética, ter localização nuclear muitas vezes agrupada (periferia nuclear, em torno dos nucleolos), recombinação meiótica indetectável, extensiva metilação do DNA, baixa acetilação da histona, espaçamentos dos nucleossomos regular e baixa acessibilidade da nuclease (EISSENBERG & ELGIN, 2005).

Os principais alvos da formação da heterocromatina são as regiões cromossômicas que contêm alta densidade de DNA repetitivo, elementos como clusters de sequências dos satélites, elementos transponíveis, encontrados nos centrômeros, telômeros e “botões” (BIRCHLER et al., 2000; HALL & GREWAL, 2003; MARTENS et al., 2005). Quando a heterocromatina é também encontrada em *loci* regulados pelo desenvolvimento, onde o estado da cromatina pode mudar em respostas aos sinais e atividade genética (GREWAL & JIA, 2007), quando não é necessariamente restrita a um cromossomo do par, são consideradas regiões que são epigeneticamente reprimidas e são heterocromáticas apenas durante uma parte do ciclo de vida (SUMNER, 2003), essas regiões se referem a heterocromatina facultativa. Por outro lado, as regiões que permanecem condensadas ao longo do ciclo celular, ricas em sequências repetidas em tandem e transposons onde seu estado heterocromático é uma característica cromossômica herdável, ocorrendo no par cromossômico homólogo, se referem a heterocromatina constitutiva (PEDROSA et al., 2001; PARTRIDGE et al., 2002; GREWAL & JIA, 2007).

O significado funcional e evolutivo da heterocromatina constitutiva pode não ser o mesmo para todas as espécies, podendo não existir um único padrão de distribuição para todas as angiospermas, apenas tendências ou padrões preferenciais para diferentes genomas e arquiteturas do cariótipo (GUERRA, 2000b). Ainda segundo o autor, com a aplicação de técnicas citológicas convencionais, é possível identificar apenas a HC associada à região organizadora de nucléolo (RON-HC), pelas constricções secundárias ou pela impregnação de nitrato de prata. Por meio do bandeamento com fluorocromos distingue-se alguns tipos de HC, pois os cromossomos corados possuem uma afinidade preferencial com o DNA rico em AT(adenina-timina) ou GC(guanina-citosina), permitindo a fácil observação de sua distribuição nos cromossomos.

Na citogenética vegetal os fluorocromos mais utilizados que apresentam afinidade pelas bases AT se destacam o DAPI (4', 6-diamidino-2-fenilindol) e a Cromomicina A3 (CMA) que identificam regiões ricas em GC (SCHWEIZER & AMBROS, 1994; SUMNER, 2003). Esses fluorocromos, são utilizados na forma de dupla coloração, técnica onde a mesma lâmina é corada com o CMA e em depois contracorada com o DAPI. Desta forma, a composição das bases nitrogenadas da molécula de DNA é o que dita as reações dos fluorocromos com os cromossomos, de tal forma que cada região do cromossomo pode apresentar reações positivas (+), negativas (-) ou neutras (0) com um dado fluorocromo

(SCHWEIZER, 1981). Além disso, o reconhecimento mais confiável da RON-HC é por meio da hibridização *in situ* fluorescente (FISH) que é capaz de localizar sítios de DNAr 45S e 5S (HIZUME et al., 1992; GALASSO et al., 1996), que permitem identificar a composição de cada banda cromossômica e contribuir para entender a evolução dos diferentes padrões de bandas (KAZAMA et al., 2006; LIM et al., 2006).

Barros e Silva & Guerra (2010) analisaram três espécies de plantas que têm diferentes tipos de heterocromatina: *Habigarhus robustus* Herbs, que tem bandas DAPI⁺/CMA⁻, *Murraya paniculata* (L.) Jack, que tem bandas DAPI⁻/CMA⁺ e *Emilia sonchifolia* (L.) DC, que possui bandas DAPI⁰/CMA⁰. Após a coloração com CMA/DAPI, a região organizadora de nucléolo-HC foi observada DAPI⁻/CMA⁺ nas três espécies, enquanto a HC restante exibiu diferentes reações. Em *E. sonchifolia*, a HC proximal geralmente não foi diferenciada da eucromatina (DAPI⁰/CMA⁰), embora em algumas células ela foi um pouco mais brilhante com CMA e menos brilhante com DAPI. Em *M. paniculata*, as bandas C terminais foram profundamente DAPI⁻/CMA⁺. Já em *H. robustus*, dois pares de grandes de bandas C subterminais foram DAPI⁻/CMA⁺, enquanto a banda terminal grande correspondia a RON-HC DAPI⁻/CMA⁺. Bandas DAPI⁺ correspondentes às pequenas bandas C não foram observadas na maioria das células. As bandas C centroméricas de *H. robustus* foram apenas detectadas exclusivamente com bandas C mais Giemsa.

Estudos realizados em três espécies do gênero *Erythrina* L. (Leguminosae) com bandeamento cromossômico e FISH, Nardy et al. (2010) observaram bandas heterocromáticas ricas em AT nas regiões pericentroméricas da maioria dos cromossomos e regiões ricas em GC na porção terminal dos maiores pares. A hibridação *in situ* com as sondas de DNAr 45S exibiram dez sinais terminais em *E. falcata* e *E. speciosa* e oito em *E. mulungu*. A sonda de DNAr 5S mostrou apenas dois sinais, também terminais, nas três espécies. Diante disso, os cariótipos mostraram ser bastante conservados, com pequenas variações no tamanho e no número dos sítios de DNAr 45S, os quais podem ser considerados os únicos elementos de diferenciação cariotípica, independentemente do tamanho e do hábito das plantas.

Cordeiro et al. (2016) analisando o número cromossômico e a heterocromatina de espécies do gênero *Jacaranda*, observaram que todas as espécies apresentaram $2n = 36$. *Jacaranda* tinha números variáveis de bandas terminais CMA⁺/DAPI⁻, o que permitiu caracterizações cariotípicas individuais de cada uma das seis espécies analisadas aqui. Os números das bandas variaram entre as espécies arborescentes (seção Monolobos), com quatro

e oito pares de bandas em *J. mimosifolia* e *J. brasiliana*, respectivamente. As espécies de arbustos (seção Dilobos) apresentaram maior estabilidade cariotípica, com três das quatro espécies analisadas tendo cinco pares de bandas terminais CMA⁺, com apenas *J. bracteata* com seis bandas. Das espécies com cinco pares de bandas terminais CMA⁺, *J. rugosa* diferiu das demais por ter dois pares de bandas CMA⁺ distendidas que provavelmente correspondem às regiões organizadoras de nucléolo (RON's), enquanto *J. irwinii* apresentou bandas proximais em dois pares de cromossomos.

2.3. Evolução cariotípica em Angiospermas

O aspecto morfológico do cromossomo visto em qualquer uma das fases do ciclo celular é denominado cariótipo (STEBBINS, 1971; GUERRA, 1988). Os cromossomos dentro de um táxon podem variar em relação ao número (nível de ploidia e aneuploidia), ao tamanho absoluto (μm), a morfologia e as propriedades de coloração (SHARMA & SEN, 2002). Tais variações no tamanho e na morfologia do cromossomo, bem como os padrões de distribuição e composição da heterocromatina e sítios de DNAr são características do processo evolutivo (GREILHUBER & EHRENDORFER, 1988; SUMNER, 2003; GUERRA, 2012), onde é possível realizar a comparação de cariótipos e conduzir um melhor entendimento de como as espécies divergiram (GUERRA, 2008).

Os dados cariológicos são informações essenciais e fornecem caracteres importantes para a sistemática de plantas e análises evolutivas (STACE, 2000; CRAWFORD et al., 2005). As características do cariótipo representam um aspecto importante para a especiação das plantas, uma vez que as diferenças cromossômicas estabelecem barreiras pós-zigóticas imediatas (RIESEBERG, 1997). Sob este aspecto, espera-se que a evolução dos cariótipos seja congruente com as divisões e a diferenciação de clados dentro de filogenias de gêneros de angiospermas (BLÖCH et al., 2009).

Poliploidia e disploidia são os principais mecanismos de evolução e diferenciação cariotípica. A poliploidia ocorre através da multiplicação ou duplicação do complemento cromossômico inteiro (GUERRA, 2008), está presente em até 80% das angiospermas e é considerada uma importante força evolutiva que promove a especiação simpátrica e a diversificação nas plantas (OTTO & WHITTON, 2000). Já a disploidia está relacionada às

alterações nos níveis de simetria do complemento cromossômico e aos aspectos da variação cromossômica numérica em grupos filogeneticamente relacionados (GUERRA, 2008).

2.3.1. Poliploidia

A poliploidia pode ser de dois tipos básicos: auto e alopoliploidia. Autopoliploidia refere-se à multiplicação de genes (quase) idênticos de conjuntos cromossômicos em uma única (sub) espécie (RAMSEY & SCHEMSKE, 1998, 2002), enquanto a alopoliploidia implica na multiplicação de conjuntos cromossômicos que acompanham a hibridização entre duas (sub) espécies geneticamente diferentes (STEBBINS, 1971; HUSBAND et al., 2013). Além disso, também se classifica os poliploides baseada na sua idade evolutiva (em ordem crescente de idade): neo, meso e paleopoliploides (EHRENDORFER, 1980; RAMSEY & SCHEMSKE, 1998, 2002; COMAI, 2005). Para que esta circunscrição seja precisa, deve-se observar os caracteres definidores utilizados como emparelhamento cromossômico (RAMSEY & SCHEMSKE, 2002) e diferenciação citológica (SCHUBERT & LYSAK, 2011).

Muitas características cariotípicas como números cromossômicos, bandas heterocromáticas, quantidade de DNA, número e posição de sítios de DNAr são conservadas nos autopoliploides recentes, enquanto nos poliploides antigos tendem a perder essas sequências e ficarem menos parecidos com suas espécies diploides (WEISS & MALUSZYNSKA, 2000; BENNETT & LEITCH, 2005; KOVARIK et al., 2008). Em estudos realizados por SOUZA et al. (2010) observaram nas espécies do gênero *Ipheion*, que é um autopoliploide de origem recente baseado na morfologia cromossômica, que a espécie poliploide apresentou diferenças nas bandas CMA⁺ e sítios de DNAr em relação ao citótipo diploide. Xiong & Pires (2011) ao realizarem um mapeamento gênico através da técnica BAC-FISH e sítios de DNAr 45S e 5S, identificaram os cromossomos homeólogos correspondentes do alopoliploide *Brassica napus* ($2n = 38$) entre os genomas de *B. rapa* ($2n = 20$) e *B. oleracea* ($2n = 18$).

Os poliploides ocasionalmente se estabelecem dentro das populações quando seus efeitos fenotípicos são relativamente leves, podendo representar uma classe de mutação relativamente frequente. As espécies poliploides são capazes de colonizar habitats pioneiros, evoluem mais rapidamente e isso permitiria sua ocorrência em ambientes diferentes dos parentais diplóides, promovendo mudanças evolutivas adaptativas (OTTO & WHITTON,

2000; SILVEIRA et al., 2016). Às vezes, citótipos diploides e poliploides da mesma espécie ocorrem em regiões geográficas distintas (LEVIN, 2002), locais estes que apresentam diferenças ecológicas como temperatura, precipitação e níveis de radiação (OTTO & WHITTON, 2000; SCHIFINO-WITTMANN, 2004). O entendimento de como a poliploidia afeta a tolerância dos indivíduos aos fatores ambientais e a distribuição geográfica dos diploides e poliploides ainda não está claro (JOHNSON et al., 2003; SOLTIS et al., 2010).

No entanto, não se sabe se existe um padrão de condições ambientais relacionadas à ocorrência de poliploidia ou quais condições ambientais influenciariam a persistência e distribuição natural de poliplóides (JOHNSON et al., 2003). O estudo de espécies amplamente distribuídas nos permite entender como a poliploidia influencia a diversificação e distribuição geográfica de táxons proximamente relacionados, permitindo a determinação de um padrão de condições ambientais locais em que os poliploides são encontrados (SILVEIRA et al., 2016).

O nível de ploidia pode variar entre indivíduos da mesma espécie, como é o caso das epífitas e especialmente as orquídeas, que é uma família de plantas paleopoliplóides (FELIX & GUERRA, 1998, 1999), onde tem sido registrado números cromossômicos excepcionalmente altos. No gênero *Laelia*, por exemplo, todas as espécies rupícolas são tetraplóides $2n = 4x = 80$ enquanto as epífitas são diplóides $2n = 40$ (BLUMENCHEIN, 1960). Outros gêneros como *Oncidium* (FELIX & GUERRA, 2000) e *Epidendrum* (FELIX, 2001), pertencentes à mesma subtribo, também apresentam espécies ou grupos de espécies rupícolas ou terrestres associadas a eventos de poliploidia. Todas essas espécies ocorrem tipicamente em inselbergues ou campos rupestres.

A espécie invasora *Euphorbia heterophylla* L. (Euphorbiaceae) é conhecida por citótipos poliplóides com $2n = 14, 26, 28, 32$ ou 56 (AARESTRUP et al., 2008). Silveira et al. (2016) estudaram as variações ambientais que impulsionam a evolução da poliploidia em espécies do gênero *Eugenia* (Myrtaceae) e observaram o número cromossômico de 26 populações de 14 espécies diferentes de *Eugenia*, onde foram encontradas 13 populações poliplóides, das quais três apresentavam um nível de ploidia igual a $2n = 3x = 33$, nove populações apresentavam um nível de ploidia igual a $2n = 4x = 44$ e uma população era pentaploide $2n = 5x = 55$. Duas populações de *E. puniceifolia* (Kunth) DC. mostraram especiação simpátrica por poliploidia. Houve 13 populações diploides com um número de cromossomo igual a $2n = 2x = 22$. Os citótipos poliplóides mostraram uma distribuição

geográfica distinta aos citótipos diplóides, ocorrendo mais frequentemente em áreas de grande altitude. Algumas populações mostraram citótipos diplóides e poliplóides em simpatria, como *E. klotzschiana* O.Berg e *E. pitanga* O.Berg (Nied). Dentro dessas populações, identificou-se indivíduos com números cromossomos diplóides e poliploides dentro da mesma população.

2.3.2. Displóidia

A principal diferença entre displóidia e os outros mecanismos de evolução cariotípica (poliploidia) é que nela pode haver redução ou aumento no número cromossômico sem promover alterações quantitativas ou qualitativas nos genes (GUERRA, 1988). Tais alterações podem ocorrer devido aos rearranjos estruturais como translocação, fusão e fissão cêntrica (GUERRA, 1988; SUMNER, 2003).

Galbany-Casals et al. (2009) analisando os baixos números básicos e a displóidia em *Helichrysum* (Asteraceae: Gnaphalieae), observaram que embora a poliploidia seja conhecida por desempenhar um papel importante na evolução do gênero (GALBANY-CASALS & ROMO, 2008), sua evolução cariotípica é complexa, pois se tornou evidente que a displóidia também possui uma força significativa que parece estar correlacionada com o hábito anual do grupo e adaptação aos habitats áridos.

Recentemente, Escudero et al. (2014) investigaram filogenias moleculares de 15 grupos de Angiospermas para explicar o papel da poliploidia em sua diversificação, os ganhos e as perdas individuais de cromossomos (incluindo aneuploidia e displóidia) em sua evolução. Observou-se que a maioria dos ganhos e perdas de simples cromossomos são eventos displóides e que estas transições correspondem às mudanças no número cromossômico sem alterações no conteúdo de DNA. Ao contrário da poliploidia, a displóidia pareceu ser igualmente distribuída tanto a curto quanto a longo prazo em todas as filogenias examinadas. Isso é consistente com a hipótese de que os eventos de fusão e fissão são neutros em relação aos processos de diversificação a longo prazo, não proporcionam aumento e nem diminuição nos processos de especiação e substancial extinção.

2.4. Família Apocynaceae

A família Apocynaceae Juss. compreende cerca de 400 gêneros e 5.000 espécies, apresenta hábito variável, de pequenas ervas a árvores, trepadeiras, algumas suculentas ou frequentemente lianas, geralmente latescentes. Possui distribuição pantropical, mas com representantes também na região temperada. No Brasil, a família Apocynaceae possui cerca de 70 gêneros e 750 espécies (RAPINI, 2012; SOUZA & LORENZI, 2012). É composta por cinco subfamílias: Rauvolfioideae (cosmopolita; compreende 11 tribos e 79 gêneros), Apocynoideae (cosmopolita; 9 tribos e 82 gêneros), Periplocoideae (origem europeia; 33 gêneros), Secamonoideae (origem européia; 8 gêneros) e Asclepiadoideae (cosmopolita; que conta com 5 tribos e 164 gêneros); as duas primeiras são subfamílias parafiléticas, enquanto as demais são monofiléticas (ENDRESS & BRUYNS, 2000; ENDRESS et al., 2014).

Muitas espécies desta família são cultivadas como ornamentais destacando-se *Allamanda* sp., vinca (*Catharanthus roseus* L.) G.Don), espirradeira (*Nerium oleander* L.), jasmim-manga (*Plumeria rubra* L.), flor-de-cera (*Hoya* spp.), flor-estrela (*Stapelia hirsuta* L.) e chapéu-de-napoleão (*Cascabela thevetia* (L.) Lippold). Outras espécies fornecem madeira dura de boa qualidade como as perobas e guatambus (*Aspidosperma* spp.). Várias espécies são ricas em compostos bioativos (*Rauvolfia* spp.) glicosídeos e alcaloides, especialmente nas sementes e no látex. As principais substâncias extraídas são a leucocristina e a vincristina – ambas extraídas de *Catharanthus roseus* que são utilizadas no tratamento de leucemia infantil (SEENBLAD & BREMER, 2002; SOUZA & LORENZI, 2012; RAPINI, 2012). Destacam-se também espécies frutíferas como *Couma rigida* Müll. Arg., conhecida como mucugê e *Hancornia speciosa* Gomes, conhecida como mangaba (SOUZA & LORENZI, 2012; RAPINI, 2012). O gênero *Mandevilla* Lindl. destaca-se por apresentar flores muito vistosas. Além disso, outras espécies são invasoras de culturas como oficial-de-sala (*Asclepias curassavica* L.), leiteira (*Tabernaemontana* spp.) e a flor-de-seda (*Calotropis procera* (Aiton) Dryand.) comum na vegetação de Caatinga.

As espécies dessa família possuem látex e gineceu com os dois carpelos separados no ovário, porém unidos distalmente em uma cabeça estilar, característica esta que é investigada pela taxonomia e também do ponto de vista evolutivo (ENDRESS, 1994; WYATT & LIPOW, 2007). Os carpelos normalmente são separados no ápice, formando os apêndices apicais, por vezes imperceptíveis. A formação do ginostégio se dá através do aumento gradual da sinergia das estruturas florais, que é derivado da fusão pós-genital dos estames com a

cabeça do estilo e culminando na formação das polinárias, unidades de pólen especializadas característica das subfamílias Asclepiadoideae, Secamonoideae e Periplocoideae (RAPINI, 2004).

A entrega e o recebimento do pólen podem ser afetados de acordo com as características do androceu e gineceu. Nas subfamílias Apocynoideae, Periplocoideae, Secamonoideae e Asclepiadoideae (clado APSA), há tendências claras em relação à aglutinação de pólen, culminando numa polínia complexa. A polínia é uma estrutura especializada que transporta um grande número de grãos de pólen como unidades discretas, assim, a probabilidade de mistura de pólen de diferentes doadores é minimizada. Além disso, a polínia é rara, nas dicotiledôneas ocorre somente em certas Apocynaceae derivadas, embora outras famílias produzam grãos de pólen que são transportados em múltiplas quantidades. Entre as monocotiledôneas, ocorrem políneas análogas (mas certamente não homólogas) nas Orchidaceae. Em Apocynaceae, há também tendências evolutivas em relação ao aumento da separação dos ovários e do tecido transmissor do gineceu que leva à apocarpia secundária, uma tendência exatamente oposta à encontrada em quase todos os outros grupos de angiospermas (ENDRESS, 1982, 1990).

Um dos primeiros grupos infra-familiares reconhecidos em Apocynaceae *s.l.* foi o clado APSA. Jussieu dividiu Apocynaceae *s.l.* em três grupos sem nome; um deles (pode ser diagnosticado por possuir um ovário de dois carpelos livres, fruto folicular e sementes comose) que corresponde em circunscrição ao clado APSA (JUSSIEU, 1789; ENDRESS, 2004). Os estudos subsequentes adicionaram características morfológicas (à lista de caracteres de diagnóstico) como corolas contorcidas (crescem pra cima em espiral no sentido horário ou antihorário) e anteras lignificadas, basicamente estéril (MUELLER-ARGOVIENSIS, 1860), ligação das anteras e estilo-cabeça para formar um ginostégio (BENTHAM, 1876), pólen poroso (NILSSON, 1986; NILSSON et al., 1993) e a presença de esteróides alcalóides e cardenólidos e ausência de alcalóides indol (HEGNAUER, 1988; ENDRESS et al., 1990), tornando o clado APSA um dos grupos mais facilmente reconhecidos em Apocynaceae *s.l.*

A sistemática de Apocynaceae tem observado uma atividade dentro da maior subfamília, Asclepiadoideae. Uma série de estudos filogenéticos focados em Asclepiadeae, a maior tribo de Asclepiadoideae, proporcionaram uma melhor compreensão das relações intertribais com o advento de uma riqueza de novas informações. Dois cladogramas principais emergiram: o predominantemente clado do Velho Mundo ACT (incluindo Asclepiadinae

Endl. Ex Meisn., Cynanchinae K. Schum., e Tylophorinae (K. Schum.) Liede) e exclusivamente o clado Novo Mundo MOG (incluindo Metastelmatinae Endl. Ex Meisn., Oxypetalinae K. Schum., e Gonolobinae (G. Don) Liede) (LIEDE & TAÜUBER, 2000, 2002; LIEDE et al., 2002; RAPINI et al., 2003). Em seguida, uma subtribo adicional, Orthosiinae Liede & Rapini, foi reconhecida no clado MOG (RAPINI et al., 2004; LIEDE-SCHUMANN et al., 2005). Muitos progressos também foram feitos na compreensão das relações da tribo no Velho Mundo, Ceropegieae Decne. Ex Orb. (MEVE & LIEDE, 2001, 2002a, b), com sua divisão entre as quatro subtribos Anisotominae Meve & Liede, Leptadeniinae Meve & Liede, Heterostemminae Meve & Liede, e Stapeliinae G. Don (MEVE & LIEDE, 2004).

Filogeneticamente, a subfamília Rauvolfioideae está na posição basal da família, enquanto que Apocynoideae forma um derivado, a partir do qual Periplocoideae, Secamonoideae e Asclepiadoideae surgem. Secamonoideae e Asclepiadoideae formam o Asclepiadaceae s.str., mas a posição na árvore filogenética da subfamília Periplocoideae é incerta, sendo que esta subfamília apareceu em diferentes posições no clado APSA, mas sua proximidade de "Asclepiadaceae s.str." é improvável, já que Secamonoideae e Asclepiadoideae parecem estar mais intimamente relacionadas com a tribo africana Baisseeae da subfamília Apocynoideae (SENNBLAD & BREMER, 1996, 2000, 2002; SENNBLAD et al., 1998; POTGIETER & ALBERT 2001; LIVSHULTZ et al., 2007, SIMÕES et al., 2007, LIVSHULTZ, 2010).

O uso de dados moleculares em análises filogenéticas de Apocynaceae (por exemplo, POTGIETER & ALBERT, 2001; SIMÕES et al., 2007) foi crucial para revelar a artificialidade de muitas tribos Rauvolfioideae, tradicionalmente definidas com base na morfologia de frutos e sementes. O gineceu, livre no nível ovariano, emergiu como uma sinapomorfia de Apocynaceae, derivado do sincarpio que caracteriza as outras famílias da ordem Gentianales. Esta interpretação foi confirmada pelas posições de Aspidospermeae e Alstonieae, formando a classe basal de Apocynaceae (SIMÕES et al., 2007).

Simões et al. (2007) analisaram filogeneticamente 41 gêneros de Rauvolfioideae, incluindo representantes de todas as nove tribos, usando uma combinação de morfologia e cinco regiões do genoma do cloroplasto. A subfamília forma um grau parafilético para o resto da família, com seus táxons dispersos entre 12 clados. Os ovários sincárpicos, frutos indeiscentes, sementes aladas e cabeças de estilo simples, que desempenharam um papel importante na delimitação tribal anterior, parecem ter evoluído em paralelo várias vezes. Das

nove tribos de Rauvolfioideae reconhecidos por Endress e Bruyns (2000), seis foram monofiléticas, enquanto três foram parafiléticas. Apesar de ser parafilética, Rauvolfioideae ainda é mantida no presente. É apresentada uma revisão na classificação, onde os gêneros constituintes são realinhados em 10 tribos em estudos realizados por Endress et al. (2007).

Estudos cariológicos em 33 espécies de Apocynaceae distribuídas em oito gêneros foram realizados por Roy Tapadar (1964). Os diferentes gêneros analisados tiveram como número cromossômico básico $n = 8, 9, 10, 11, 12, 16, 18, 23$. Cerca de 76% das plantas tiveram número básico $n = 10$ e 11. Van der Laan & Arends (1985) observaram número cromossômico básico variando de $n = 6$ a $n = 23$, sendo que $x = 11$ ocorreu em 60% dos gêneros. As espécies que apresentaram $x = 6, 8, 9$ e 10 evoluíram por redução, e $x = 12$ por aumento de $x = 11$. Na subtribo Secondatiinae no entanto, $x = 12$ surgiu provavelmente do resultado de dobrar $x = 6$. Os números $x = 16, 18$ e 20 são igualmente duplos de $x = 8, 9$ e 10, respectivamente. Os de $x = 21, 23$, e em um caso, $x = 20$ são provavelmente produtos de dupla aneuploidia de $x = 11$.

Uma caracterização citogenética de *Catharanthus roseus* foi realizada por Guimarães et al. (2012). O cariótipo apresentou $2n = 16$ cromossomos, com dois metacêntricos, quatro cromossomos subteloentrícos e dois pares telocêntricos. O complemento cromossômico de *C. roseus* apresentou uma única região organizadora de nucleolo ativa (RON). A coloração com prata revelou a presença de um único nucléolo na intérfase e na prófase, prometáfases mostraram um único par de cromossomos ligados ao nucléolo ou um único par de pontos Ag-RON localizados no braço curto do cromossomo 6. Da mesma forma, coloração com bandeamento-C/PI/DAPI corou as mesmas duas regiões do cromossomo 6 e FISH para DNAr (pTa71 sonda-18S-5.8S-26S de trigo) resultou em marcação conspícua das mesmas regiões, indicando a presença de um único sítio de DNAr 18S-5.8S-26S.

A tribo Asclepiadeae foi estudada citogeneticamente por Kamel et al. (2014), representada com 20 acessos (11 taxons). Todos os acessos obtiveram número cromossômico básico de $x = 11$, por outro lado, os números dos cromossomos somáticos variaram entre $2n = 22$ em 15 acessos a $2n = 44$ em 5 acessos. Entre os 20 acessos estudados de Asclepiadeae o número cromossômico somático foi de $2n = 22$ (um diploide de $x = 11$) foi encontrado em 15 acessos e $2n = 44$ (um tetraploide de $x = 11$) nos acessos restantes. No entanto, são poucos os estudos com análises citogenéticas incluindo a composição da heterocromatina em espécies da família Apocynaceae, principalmente no Nordeste brasileiro.

2.5. Família Commelinaceae

A família possui aproximadamente 41 gêneros e 650 espécies (FADEN, 1998), distribuídas nas regiões tropicais e subtropicais, mas também se estende para regiões temperadas. A maior diversidade de espécies está na África, onde, junto com Madagascar, possuem quase metade dos gêneros e encontra-se cerca de 40% das espécies (FADEN, 1983). É caracterizada pela presença uma folha distinta com bainha fechada, uma folha suculenta e flores trímeras com pétalas e sépalas distintas (CRONQUIST, 1981; FADEN, 1985; FADEN & HUNT, 1991). A taxonomia morfológica sugere que a família é dividida em duas subfamílias, a Cartonematoideae (Pichon) Faden ex G. C. Tucker, com dois gêneros, *Cartonema* R. Br. (11 espécies) e *Triceratella* Brenan (uma espécie, *T. drummondii* Brenan) e a subfamília Commelinoideae Faden & D. R. Hunt, com os 39 gêneros restantes que estão dispostos em duas tribos, a do Novo Mundo Tradescantieae (Meisner) Faden & D. R. Hunt (dividida em sete subtribos, com 25 gêneros) e do Velho Mundo Commelineae (Meisner) Faden & D. R. Hunt, com 13 gêneros (FADEN & HUNT, 1991; FADEN, 1998; EVANS et al., 2000).

O número cromossômico básico para a família é incerto, pois apresenta ampla variação cariotípica e podem variar de $x = 4$ a $x = 29$, observando poliploidia (neo e paleopoliploide) intraespecífica e disploidia descendente do número básico em alguns gêneros (KEITH JONES & JOPLIN, 1972; FADEN & HUNT 1991; FADEN, 1998). Vários estudos com espécies da família Commelinaceae foram desenvolvidos utilizando técnicas de coloração convencional (KEITH JONES & JOPLIN, 1972; PITREZ et al., 2001), bandeamento C (Kenton, 1978), coloração com fluorocromos (KENTON, 1991; PITREZ, 1998; ROA & GUERRA, 2006; ROA, 2007) e hibridização *in situ* (PAROKONNY et al., 1992; ROA, 2007).

Dados citogenéticos de 17 espécies pertencentes a oito gêneros de Commelinaceae ocorrentes no Nordeste do Brasil foram analisados por Pitrez et al. (2001). Os números cromossômicos variaram de $2n = 12$ em *Callisia repens* (Jacq.) L. a $2n = 76$ em *Dichorisandra albo-marginata* Linden. Desta forma, observou-se que a família apresenta grande diversidade e morfologia cromossômica, mesmo não tendo sido encontrada variação intraespecífica nas diversas populações.

Para compreender a evolução cariotípica em oito espécies do gênero *Callisia* Loefl., Roa (2007) realizou uma análise da heterocromatina e da posição dos sítios de DNAr 5S e

45S, além de investigar três espécies de *Tripogandra* Raf. para avaliar a relação entre os dois gêneros. Os resultados confirmaram que as espécies de *Callisia* têm uma alta diversidade cariotípica. Porém, na seção *Callisia* e na seção *Leptocallisia*, a morfologia cromossômica e a distribuição das bandas C e DAPI⁺ variaram extensamente. Apesar disso, a posição terminal dos sítios de DNAr 45S e intersticial dos sítios de DNAr 5S foi em geral conservada. Não foi possível estabelecer relações evolutivas entre os dois gêneros, devido às diferenças entre os cariótipos. Provavelmente, a elevada diversificação cariotípica em *Callisia* deve-se a ocorrência de múltiplos rearranjos e amplificação de seqüências repetitivas de DNA, acompanhados de eventos independentes de disploidia.

Com o objetivo de estimar a variação citológica entre espécies de *Tripogandra* com o estável número básico $x = 8$, Marques et al. (2010) investigaram vários caracteres cariotípicos estruturais na diploide *T. glandulosa* (Seub.) Rohweder, na hexaploide *T. serrulata* (Vahl) Handlos e na octaploide *T. diuretica* (Mart.) Handlos. Não foram observadas homeologias cromossômicas claras entre os cariótipos quanto ao tamanho e morfologia do cromossomo. O tamanho médio do cromossomo foi fortemente reduzido na espécie octaploide, mas não na espécie hexaploide. Houve diferenças no padrão de bandas CMA⁺ e no número de sítios de DNAr 5S e 45S por complemento cromossômico monoploide. Todas as três espécies apresentaram bandas DAPI⁺ proximais, embora em *T. serrulata* este tipo de heterocromatina só foi visível após FISH.

Ao analisarem cariotipicamente cromossomos de duas variedades de *Commelina benghalensis* var. *benghalensis* e *Commelina forskalaei* da Nigéria usando técnicas citogenéticas convencionais, Oziegbe & Eludini (2013) observaram que as duas variedades de *C. benghalensis* var. *benghalensis* têm o mesmo número cromossômico diploide de $2n = 22$ e a mesma fórmula cariotípica (8M + 10SM + 4ST), o que também foi encontrado nas duas variantes de *C. forskalaei* que têm o mesmo número cromossômico diploide de $2n = 30$ e a mesma fórmula de cariotípica (14M + 6SM + 10ST). Satélites terminais foram observados nos braços curtos do par cromossômico subterminal número 13 e número 7 de *C. forskalaei*, variedade cf₁ e cf₂, respectivamente. Nas duas variedades de *C. benghalensis* não foram identificados satélites nos cromossomos. Neste estudo não houve variação no número de cromossomos, fórmula cariotípica e tamanho cromossômico dentro de membros da mesma espécie estudada, mas indicou variações interespecíficas quanto aos satélites.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AARESTRUP, J.R.; KARAM, D.; FERNANDES, G. W. Chromosome number and cytogenetics of *Euphorbia heterophylla* L. **Genetics and Molecular Research**, v. 7, p. 217-222, 2008.
- BARROS E SILVA, A. E.; GUERRA, M. The meaning of DAPI bands observed after C-banding and FISH procedures. **Biotechnic & Histochemistry**, v. 85, n. 2, p. 115–125, 2010.
- BARROS E SILVA, A. E.; MARQUES, A.; SANTOS, K. G. B.; GUERRA, M. The evolution of CMA bands in *Citrus* and related genera. **Chromosome Research**, v. 18, p. 503–514, 2010.
- BENNETT, M. D.; LEITCH, I. J. Plant genome size research: a field in focus. **Annals of Botany**, v. 95, p. 1-6, 2005.
- BENTHAM, G. Ordo CVI. **Apocynaceae**. - In BENTHAM, G., HOOKER, J. D., (Eds): *Genera Plantarum*, p. 681-728. - London: Lovell Reeve. 1876.
- BIRCHLER, J. A.; BHADRA, M. P.; BHADRA, U. Making noise about silence: repression of repeated genes in animals. **Current Opinion in Genetics and Development**, v. 10, p. 211–216, 2000.
- BLÖCH, C.; WEISS-SCHNEEWEISS, H.; SCHNEEWEISS, G. M.; BARFUSS, M. H. J.; REBERNIG, C. A.; VILLASENOR, J. L.; STUESSY, T. F. Molecular phylogenetic analyses of nuclear and plastid DNA sequences support dysploid and polyploid chromosome number changes and reticulate evolution in the diversification of *Melampodium* (Millerieae Asteraceae). **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 53, p. 220–233, 2009.
- BLUMENSCHNEIN, A. **Número de cromossomos de algumas espécies de orquídeas**. Publicações Científicas do Instituto de Genética/ ESALQ/ USP, v. 1, p. 45-50, 1960.
- COMAI, L. The advantages and disadvantages of being polyploid. **Nature Reviews Genetics**, v. 6, p. 836–846, 2005.
- CORDEIRO, J. M. P.; LIMA, S. A. A.; PAZ, S. N.; SANTOS, A. M. S.; FELIX, L. P. Karyotype evolution in the genus *Jacaranda* Juss. (Jacarandaeae, Bignoniaceae): chromosome numbers and heterochromatin. **Genetics and Molecular Research**, v. 15, n. 4, p. 1-8, 2016.
- CRAWFORD, D. J.; MORT, M. E.; ARCHIBALD, J. K. Biosystematics, chromosomes and molecular data: melding the old and the new. **Taxon**, v. 54, p. 285–289, 2005.
- CRONQUIST, A. **An Integrated System of Classification of Flowering Plants**. New York: Columbia University Press, 1981. 1262p.
- DARLINGTON, C. D.; WYLIE, A. P. **Chromosome atlas of flowering plants**. George Allen and Unwin Ltd., London, UK, 1955. 519p.

- EHRENDORFER, F. Polyploidy and distribution. In: Lewis WH (ed): **Polyploidy: Biological Relevance**, Plenum Press, New York, 1980. p. 45–60
- EISSENBERG, J. C.; ELGIN, S. C. R. **Heterochromatin and Euchromatin**. Encyclopedia of Life Sciences, 2005. 7p.
- ENDRESS, M. E. Apocynaceae: Brown and now. **Telopea**, v. 10, p. 525-541, 2004.
- ENDRESS, M. E.; BRUYNS, P. V. A revised classification of Apocynaceae *s.l.* **The Botanical Review**, v. 66, p. 1-56, 2000.
- ENDRESS, M. E.; LIEDE-SCHUMANN, S.; MEVE, U. Advances in Apocynaceae: the enlightenment, an introduction. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 94, p. 259-267, 2007.
- ENDRESS, M. E.; LIEDE-SCHUMANN, S.; MEVE, U. An updated classification for Apocynaceae. **Phytotaxa**, v. 159, n. 3, p. 175–194, 2014.
- ENDRESS, M. E.; HESSE, M.; NILSSON, S.; GUGGISBERG, A.; ZHU, J.-P. The systematic position of the Holarrheninae (Apocynaceae). **Plant Systematics and Evolution**, v. 171, p. 157–185, 1990.
- ENDRESS, P. K. **Diversity and Evolutionary Biology of Tropical Flowers**. Cambridge Univ. Press, Cambridge. 1994. 420p.
- ENDRESS, P. K. Patterns of floral construction in ontogeny and phylogeny. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 39, p. 217–225, 1990.
- ENDRESS, P. K. Syncarpy and alternative modes of escaping disadvantages of apocarpy in primitive angiosperms. **Taxon**, v. 31, p. 48–52, 1982.
- ESCUADERO, M.; MARTÍN-BRAVO, S.; MAYROSE, I.; FERNÁNDEZ-MAZUECOS, M.; FIZ-PALACIOS, O.; HIPP, A. L.; PIMENTEL, M.; JIMÉNEZ-MEJÍAS, P.; VALCÁRCEL, V.; VARGAS, P.; LUCEÑO, M. Karyotypic changes through dysploidy persist longer over evolutionary time than polyploid changes. **Plos One**, v. 9, n. 1, p. e85266, 2014.
- EVANS, T. M.; FADEN, R. B.; SIMPSON, M. G.; SYTSMA, K. J. Phylogenetic relationships in the Commelinaceae: I. A cladistic analysis of morphological data. **Systematic Botany**, v. 25, p. 668–691, 2000.
- FADEN, R. B.; HUNT, D. R. The classification of the Commelinaceae. **Taxon**, v. 40, p. 19–31, 1991.
- FADEN, R. B. Phytogeography of African Commelinaceae. **Bothalia**, v. 14, p. 553–557, 1983.

FADEN, R. B. 1985. Commelinaceae. In: DAHLGREN, R. M. T.; CLIFFORD, H. T.; YEO, P. F. **The Families of the Monocotyledons**, Berlin: Springer Verlag, 1985. p. 381–387.

FADEN, R. B. Commelinaceae. In: KUBITZKI, K. **The families and genera of vascular plants**, v. 4, Berlin: Springer, 1998. p. 109 – 127.

FELIX, L. P. Citogenética e citotaxonomia de orquídeas do Brasil, com ênfase no gênero *Habenaria* Willd. 214f. Tese (Doutorado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2001.

FELIX, L. P.; GUERRA, M. Chromosome analysis in *Psychomorchis pusilla* (L.) Dodson e Dressler: the smallest chromosome number known in Orchidaceae. **Caryologia**, v. 52, p. 165-168, 1999.

FELIX, L. P.; GUERRA, M. Cytogenetics and cytotaxonomy of some Brazilian species of Cymbidioid orchids. **Genetics and Molecular Biology**, v. 23, n. 4, p. 957-978, 2000.

FELIX, L. P.; GUERRA, M. Cytological studies on species of *Habenaria* Willd. (Orchidaceae-Orchidoideae) occurring in the Northeast of Brazil. **Lindleyana**, v. 13, p. 224-230, 1998.

FELIX, L. P.; GUERRA, M. Variation in chromosome number and the basic number of subfamily Epidendroideae (Orchidaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 163, p. 234-278, 2010.

FRANSZ, P. F.; ARMSTRONG, S.; DE JONG, J. H.; PARNELL, L. D.; VAN DRUNEN, C.; DEAN, C.; ZABEL, P.; BISSELING, T.; JONES, G. H. Integrated cytogenetic map of chromosome arm 4S of *A. thaliana*: structural organization of heterochromatic knob and centromere region. **Cell**, v. 100, p. 367-376, 2000.

GALASSO, I.; FREDIANI, M.; CREMONINI, R.; PIGNONE, D. Chromatin characterization by banding techniques, *in situ* hybridization, and nuclear DNA content in *Cicer* L. (Leguminosae). **Genome**, v. 39, p. 258-265, 1996.

GALBANY-CASALS, M.; ROMO, A. Polyploidy and new chromosome counts in *Helichrysum* Mill. (Asteraceae, Gnaphalieae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, v. 158, p. 511–521, 2008.

GALBANY-CASALS M.; SUSANNA, A.; BRIONES, J. M. Low base numbers and dysploidy in annual *Helichrysum* Mill. (Asteraceae: Gnaphalieae). **Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica**, v. 51, n. 2, p. 107–114, 2009.

GREILHUBER, J. Chromosomal evidence in taxonomy. In: HEYWOOD, V. H.; MOORE, D M., eds. **Current Concepts in Plant Taxonomy**. Academic Press, London, 1984. p. 157-180.

GREILHUBER, J.; EHRENDORFER, F. Karyological approaches to plant taxonomy. **ISI Atlas of science: animal and plant sciences**, v. 1, p. 289-297, 1988.

- GREWAL, S. I.; JIA, S. Heterochromatin revisited. **Nature**, v. 8, p. 35-46, 2007.
- GUERRA, M. A situação da citotaxonomia de angiospermas nos trópicos e, em particular, no Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 4, n. 2, p. 75 – 86, 1990.
- GUERRA, M. Cytotaxonomy: the end of childhood. **Plant Biosystems**, v. 146, p. 703-710, 2012.
- GUERRA, M. Chromosome number variation and evolution in monocots. **Monocots: Systematics and Evolution**, Eds. K.L. Wilson and D.A. Morrison. (CSIRO: Melbourne), p.127-136, 2000a.
- GUERRA, M. Chromosome numbers in plant cytotaxonomy: concepts and implications. **Cytogenetic and Genome Research**, v. 120, p. 339-350, 2008.
- GUERRA, M. Cytotaxonomy: the end of childhood. **Plant Biosystems**, v. 146, p. 703-710, 2012.
- GUERRA, M. **Introdução à Citogenética Geral**. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 1988. 142p.
- GUERRA, M. Patterns of heterochromatin distribution in plant chromosomes. **Genetics and Molecular Biology**, v. 23, n.4, p. 1029-1041, 2000b.
- GUERRA, M.; SANTOS, K. G. B.; BARROS E SILVA, A. E.; EHRENDORFER, F. 2000 Heterochromatin banding patterns in Rutaceae–Aurantioideae—a case of parallel chromosomal evolution. **The American Journal of Botany**, v. 87, p. 735–747, 2000.
- GUIMARÃES, G.; CARDOSO, L.; OLIVEIRA, H.; SANTOS, C.; DUARTE, P.; SOTTOMAYOR, M. Cytogenetic characterization and genome size of the medicinal plant *Catharanthus roseus* (L.) G. Don. **AoB Plants**, v. 2012, p. 1-10, 2012.
- HALL, I. M.; GREWAL, S. I. Structure and function of heterochromatin: implications for epigenetic gene silencing and genome organization. In: HANNON, G. J. **RNAi: A guide to gene silencing**. Cold Spring Harbor Press, Cold Spring Harbor, 2003. p. 205–232.
- HEGNAUER, R. Biochemistry, distribution and taxonomic relevance of higher plant alkaloids. **Phytochemistry**, v. 27, n. 8, p. 2423-2427, 1988.
- HEITZ, E. Das heterochromatin der moose. **Jahrbücher für Wissenschaftliche Botanik**, v. 69, p. 762–818, 1928.
- HIZUME, M.; ISHIDA, F.; MURATA, M. Multiple locations of the rRNA genes in chromosomes of pines, *Pinus densiflora* and *P. thunbergii*. **The Japanese Journal of Genetics**, v. 67, p. 389-396, 1992.
- HUISINGA, K. L.; BROWER-TOLAND, B.; ELGIN, S. C. The contradictory definitions of heterochromatin: transcription and silencing. **Chromosoma**, v. 115, p. 110–122, 2006.

HUSBAND, B. C.; BALDWIN, S. J.; SUDA, J. The incidence of polyploidy in natural plant populations: major patterns and evolutionary processes. In: LEITCH, I. J., GREILHUBER, J., DOLEŽEL, J., WENDEL, J. F. **Plant Genome Diversity 2: Physical Structure, Behaviour and Evolution of Plant Genomes**, Springer, Wien, 2013. p. 255–276.

JOHNSON, M. T. J.; HUSBAND, B. C.; BURTON, T. L. Habitat differentiation between diploid and tetraploid *Galax urceolata* (Diapensiaceae). **International Journal of Plant Sciences**, v. 164, p. 703-710, 2003.

JUSSIEU, A. L. **Genera Plantarum**. Herissant, Paris, 1789. 498p.

KAMEL, E. A. -R.; SHARAWY, S. M.; KARAKISH, E. A. K. Cytotaxonomical investigations of the tribes Asclepiadeae and Ceropegieae of the subfamily Asclepiadoideae-Apocynaceae. **Pakistan Journal of Botany**, v. 46, n. 4, p. 1351-1361, 2014.

KAZAMA, Y.; SUGIYAMA, R.; SUTO, Y.; UCHIDA, W.; KAWANO, S. The clustering of four subfamilies of satellite DNA at individual chromosome ends in *Silene latifolia*. **Genome**, v. 49, p. 520–530, 2006.

KEITH JONES, F. L. S.; JOPLING, C. Chromosomes and the classification of the Commelinaceae. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 65, p. 129–162, 1972.

KENTON, A. Giemsa C-banding in *Gibasis* (Commelinaceae). **Chromosoma**, v. 65, p. 309-324, 1978.

KENTON, A. Heterochromatin accumulation, disposition and diversity in *Gibasis karwinskyana* (Commelinaceae). **Chromosoma**, v. 100, p. 467-478, 1991.

KLUGE, M.; BRULFERT, J. Ecophysiology of vascular plants on inselbergs. In: POREMBSKI S.; BARTHLOTT, W. (eds.). **Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions**. Berlin: Springer-Verlag. 2000. p. 143-176.

KOVARIK, A.; DADEJOVA, M.; LIM, K. Y.; CHASE, M. W.; CLARKSON, J. J.; KNAPP, S.; LEITCH, A. R. Evolution of rDNA in *Nicotiana* allopolyploids: A potential link between rDNA homogenization and epigenetics. **Annals of Botany**, v. 101, p. 815–823, 2008.

LIM, K. Y.; KOVARIK, A.; MATYASEK, R.; CHASE, M. W.; KNAPP, S.; MCCARTHY, E.; CLARKSON, J. J.; LEITCH, A. R. Comparative genomics and repetitive sequence divergence in the species of diploid *Nicotiana* section *Alatae*. **The Plant Journal**, v. 48, p. 907–919, 2006.

LEITCH, I. J.; BENNETT, M. D. Polyploidy in Angiosperms. **Trends in Plant Science**, v. 2, p. 470-476, 1997.

LEVIN, D. A. The role of chromosomal change in plant evolution. Oxford: Oxford University Press, 2002. 230p.

- LIEDE, S.; TAÜBER, A. Circumscription of the genus *Cynanchum* (Apocynaceae–Asclepiadoideae). **Systematic Botany**, v. 27, p. 789-801, 2002.
- LIEDE, S.; TAÜBER, A. *Sarcostemma* R. Br. (Apocynaceae–Asclepiadoideae). A controversial generic circumscription reconsidered: evidence from *trnL-trnF* spacers. **Plant Systematics and Evolution**, v. 225, p. 133-140, 2000.
- LIEDE, S.; TAÜBER, A.; SCHNEIDT, J. Molecular considerations in the Tylophorinae K. Schum. (Apocynaceae–Asclepiadoideae). **Edinburgh Journal of Botany**, v. 59, p. 377-403, 2002.
- LIEDE-SCHUMANN, S.; RAPINI, A.; GOYDER, D. J.; CHASE, M. W. Phylogenetics of the New World subtribes of Asclepiadeae (Apocynaceae – Asclepiadoideae): Metastelmatinae, Oxypetalinae, and Gonolobinae. **Systematic Botany**, v. 30, p. 183-194, 2005.
- LIVSHULTZ, T.; MIDDLETON, D. J.; ENDRESS, M. E.; WILLIAMS, J. K. Phylogeny of Apocynoideae and the APSA clade (Apocynaceae *s.l.*). **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 94, p. 324-359, 2007.
- LIVSHULTZ, T. The phylogenetic position of milkweeds (Apocynaceae subfamilies Secamonoideae and Asclepiadoideae): Evidence from the nucleus and chloroplast. **Taxon**, v. 59, p. 1016–1030, 2010.
- MARQUES, A.; ROA, F.; GUERRA, M. Karyotype differentiation in three species of *Tripogandra* Raf. (Commelinaceae) with different ploidy levels. **Genetics and Molecular Biology**, v. 33, n. 4, p. 731-738, 2010.
- MARTENS, J. H. A.; O'SULLIVAN, R. J.; BRAUNSCHWEIG, U.; OPRAVIL, S.; RADOLF, M.; STEINLEIN, P.; JENUWEIN, T. The profile of repeat-associated histone lysine methylation states in the mouse epigenome. **The Embo Journal**, v. 24, p. 800–812 2005.
- MEVE, U.; LIEDE, S. Inclusion of *Tenaris* and *Macropetalum* in *Brachystelma* (Apocynaceae–Asclepiadoideae–Ceropegieae) inferred from non-coding nuclear and chloroplast DNA sequences. **Plant Systematic and Evolution**, v. 228, p. 89–105, 2001.
- MEVE, U.; LIEDE, S. A molecular phylogeny and generic rearrangement of the stapelioid Ceropegieae (Apocynaceae–Asclepiadoideae). **Plant Systematic and Evolution**, v. 234, p. 171–209, 2002a.
- MEVE, U.; LIEDE, S. Floristic exchange between mainland Africa and Madagascar: A case study of Apocynaceae–Asclepiadoideae. **Journal of Biogeography**, v. 29, p. 865–873, 2002b.
- MEVE, U.; LIEDE, S. Subtribal division of Ceropegieae (Apocynaceae–Asclepiadoideae). **Taxon**, v. 53, p. 61-72, 2004.

MÜLLER-ARGOVIENSIS, J. Apocynaceae. In: MARTIUS, C.F.P. (Ed.) **Flora Brasiliensis**, v. 6, part 1. F. Fleischer, Munich, 1860. p. 1–196.

NARDY, M.; YUYAMA, P. M.; REGO, L. N. A. A.; VANZELA, A. L. L. Chromosome banding patterns and localization of 5S and 45S rDNA sites in three shrub-tree species of *Erythrina* L. (Leguminosae: Papilionoideae) from Brazil. **Revista brasileira de Biociências**, v. 8, n. 2, p. 149-153, 2010.

NILSSON, S.; ENDRESS, M. E.; GRAFSTROM, E. On the relationship of the Apocynaceae and Periplocaceae. **Grana** (Suppl.), v. 2, p. 3–20, 1993.

NILSSON, S. The significance of pollen morphology in the Apocynaceae. In: BLACKMORE, S.; FERGGUSON, L. K. (eds.). **Pollen and Spores. Form and Function**. Acad. Press, London. 1986. p. 359-374.

OTTO, S. P.; WHITTON, J. Polyploid incidence and evolution. **Annual Review of Genetics**, v. 34, p. 401-437, 2000.

OZIEGBE, M.; ELUDINI, P. O. Karyotypic studies of *Commelina benghalensis* variety *benghalensis* and *C. forskalaei* (Commelinaceae) from Nigeria. **Cytologia**, v. 78, n. 2, p. 151–156, 2013.

PAROKONNY, A. S.; KENTON, A. Y.; MEREDITH, L.; OWENS, S. J.; BENNETT, M. D. Genomic divergence of allopatric sibling species studied by molecular cytogenetics of their F1 hybrids. **Plant Journal**, v. 2, p. 695–704, 1992.

PARTRIDGE, J. F.; SCOTT, K. S. C.; BANNISTER, A. J.; KOUZARIDES, T.; ALLSHIRE, R. C. Cisacting DNA from fission yeast centromeres mediates histone H3 methylation and recruitment of silencing factors and cohesin to an ectopic site. **Current biology**, v. 12, p. 1652-1660, 2002.

PEDROSA, A.; JANTSCH, M. F.; MOSCONE, E. A.; AMBROS, P. F.; SCHWEIZER, D. Characterisation of pericentromeric and sticky intercalary heterochromatin in *Ornithogalum longibracteatum* (Hyacinthaceae). **Chromosoma**, v. 110, p. 203-213, 2001.

PERRY, B. A. Chromosome number and Phylogenetic relationships in the Euphorbiaceae. **American Journal of Botany**, v. 30, n.7, p. 527-543, 1943.

PITREZ, S. R. **Citogenética de representantes da família Commelinaceae do nordeste do Brasil**. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal), Universidade Federal de Pernambuco, Brasil. 1998.

PITREZ S. R.; ANDRADE, L. A.; ASSIS, F. N. M.; FELIX, L. P. 2014. Is there a relationship between polyploidy and stressful environments? A case study of inselbergs in northeastern Brazil. **Genetics and Molecular Research**, v. 13, p. 8353-8366, 2014.

- PITREZ, S. R.; FELIX, L. P.; BARRETO, R.; GUERRA, M. Números cromossômicos de espécies de Commelinaceae R.Br. ocorrentes no Nordeste do Brasil. **Boletim de Botânica**, Universidade de São Paulo, v. 19, p. 7-14, 2001.
- POREMBSKI, S. Tropical inselbergs: habitat types, adaptive strategies and diversity patterns. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 4, p. 579-586, 2007.
- POTGIETER, K.; ALBERT, V. A. Phylogenetic relationships within Apocynaceae *s.l.* based on *trnL* intron and *trnL-F* spacer sequences and propagule characters. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 88, p. 523-549, 2001.
- RAPINI, A. Revisitando as Asclepiadoideae (Apocynaceae) da Cadeia do Espinhaço. **Boletim de Botânica Universidade de São Paulo**, v. 28, n. 2, p. 97-123, 2010.
- RAMSEY, J.; SCHEMSKE, D. W. Pathways, mechanisms, and rates of polyploid formation in flowering plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 29, p. 467–501, 1998.
- RAMSEY, J.; SCHEMSKE, D. W. Neopolyploidy in flowering plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 33, p. 589–639, 2002.
- RAPINI, A. Apocynaceae (dogbane and milkweed family). In: SMITH, N.; MORI, S. A.; HENDERSON, A.; STEVENSON, D. Wm.; HEAD, S. V. (eds.). **Flowering plants of the Neotropics**. Princeton University Press, Princeton, 2004. p. 23-26.
- RAPINI, A.; CHASE, M. W.; GOYDER, D. J.; GRIFFITHS, J. Asclepiadeae classification: evaluating the phylogenetic relationships of New World Asclepiadoideae (Apocynaceae). **Taxon**, v. 52, p. 33-50, 2003.
- RAPINI, A.; FONTELLA-PEREIRA, J.; LAMARE, E.; LIEDE-SCHUMANN, S. Taxonomy of *Peplonia* (including *Gonioanthela*) and a reinterpretation of Orthosieae (Asclepiadoideae, Apocynaceae). **Kew Bulletin**, v. 59, p. 531-539, 2004.
- RAPINI, A. Taxonomy “under construction”: advances in the systematics of Apocynaceae, with emphasis on the Brazilian Asclepiadoideae. **Rodriguésia**, v. 63, n. 1, p.75-88, 2012.
- RAVEN, P. The bases of Angiosperm phylogeny: Cytology. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 62, p. 724-764, 1975.
- RIESEBERG, L. H. Hybrid origin of plant species. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 28, p. 359–389, 1997.
- ROA, F. O. **Citotaxonomia molecular do gênero *Callisia* Loeffl. (Commelinaceae)**. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal). Universidade Federal de Pernambuco., Recife, 2007, 48p.
- ROA, F.; GUERRA, M. Padrões cromossômicos contrastantes entre três espécies do gênero *Callisia*. **Anais...** 52º Congresso Nacional de Genética, Foz de Iguaçu. 2006. p.1107.

RÖSER, M. Mitosis and interphase of the highly polyploid Palm *Voanioala gerardii* ($2n = 606 \pm 3$). **Cytogenetic Genome Research**, v. 147, p. 70–79, 2015.

ROY TAPADAR, N. N. Cytotaxonomic studies in Apocynaceae and delineation of the different evolutionary tendencies operating within the family. **Caryologia**, v. 17, n. 1, p. 103-138, 1964.

SCHIFINO-WITTMANN, M. T. Poliploidia e seu impacto na origem e evolução das plantas silvestres e cultivadas. **Revista Brasileira de Agrociências**, v. 10, p. 151-157, 2004.

SCHUBERT, I.; LYSAK, M. A. Interpretation of karyotype evolution should consider chromosome structural constraints. **Trends in Genetics**, v. 27, p. 207–216, 2011.

SENNBLAD, B.; BREMER, B. Classification of Apocynaceae *s.l.* According to a New Approach Combining Linnaean and Phylogenetic Taxonomy. **Systematic Biology**, v. 51, p. 389-409, 2002.

SENNBLAD, B.; BREMER, B. Is there a justification for differential a priori weighting in coding sequences? A case study from *rbcL* and Apocynaceae *s.l.* **Systematic Biology**, v. 49, p. 101-113, 2000.

SENNBLAD, B.; BREMER, B. The familial and subfamilial relationships of Apocynaceae and Asclepiadaceae evaluated with *rbcL* data. **Plant Systematics and Evolution**, v. 202, p. 153-176, 1996.

SENNBLAD, B.; ENDRESS M. E.; BREMER, B. Morphology and molecular data in phylogenetic fraternity: the tribe Wrightieae (Apocynaceae) revisited. **American Journal of Botany**, v. 85, p. 1143-1158, 1998.

SHARMA, A.; SEN, S. 2002. **Chromosome Botany**. Science Publishers, Inc., Enfield, NH, USA. 2002. 168p.

SILVEIRA, R. M.; MACHADO, R. M.; FORNI-MARTINS, E. R.; VEROLA, C. F.; COSTA, I. R. 2016. Environmental variations drive polyploid evolution in neotropical *Eugenia* species (Myrtaceae). **Genetics and Molecular Research**, v. 15, n. 4, p. 1-19.

SIMÕES, A. O.; LIVSHULTZ, T.; CONTI, E.; ENDRESS, M. E. Phylogeny and systematics of the Rauvolfioideae (Apocynaceae) based on molecular and morphological evidence. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 94, p. 268–297, 2007.

SOLTIS, D. E.; BUGGS, R. J. A.; DOYLE, J. J.; SOLTIS, P. S. What we still don't know about polyploidy. **Taxon**, v. 59, p. 1387-1403, 2010.

SOONTORNCHAINAKSAENG, P.; CHAIYASUT, K. Cytogenetic investigation of some Euphorbiaceae in Thailand. **Cytologia**, v. 64, p. 229-234, 1999.

SOUZA, A. P. **Delimitação taxonômica de *Rhabdadenia* (Rhabdadenieae, Apocynaceae) com base em caracteres anatômicos e micromorfológicos**. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal). Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. 2015. 50p.

SOUZA, L. G. R.; CROSA, O.; GUERRA, M. Karyological circumscription of *Ipheion* Rafinesque (Gilliesioideae, Alliaceae). **Plant Systematics and Evolution**, v. 287, p. 119–127, 2010.

SOUZA, L. G. R.; CROSA, O.; SPERANZA, P.; GUERRA, M. Cytogenetic and molecular evidence suggest multiple origins and geographical parthenogenesis in *Nothoscordum gracile* (Alliaceae). **Annals of Botany**, v. 109, p. 987-999, 2012.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado no APG III**. 3ª edição. – Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2012. 768p.

STACE, C. A. Cytology and cytogenetics as a fundamental resource for the 20th and 21st centuries. **Taxon**, v. 49, p. 451–477, 2000.

STEBBINS, G. L. **Chromosomal Evolution in Higher Plants**. Edward Arnold, London. 1971. 216p.

STUESSY, T. F. **Plant taxonomy, the systematic evaluation of comparative data**. Columbia University Press, New York: 1990. 514p.

SUMNER, A. T. 2003. **Chromosomes: organization and function**. Blackwell Publishing Ltd, United Kingdom. 287p.

SCHWEIZER, D.; AMBROS P. F. Chromosome banding. Stain combinations for specific regions. **Methods in Molecular Biology**, v. 29, p. 97-112, 1994.

SCHWEIZER, D. Counterstain-enhanced chromosome banding. **The American Journal of Human Genetics**, v. 57, p. 1-4, 1981.

UHL, C. H. Chromosomes of Mexican Sedum. II. Section Pachysedum. **Rhodora**, v. 80, p. 491-512, 1978.

VAN DER LAAN, F. M.; ARENDS, J. C. Cytotaxonomy of Apocynaceae. **Genetica**, v. 68, p. 3–35, 1985.

VANZELA, A. L. L.; GUERRA, M.; LUCENÑO, M. *Rhynchospora tenuis* Link (Cyperaceae): a species with the lowest number of holocentric chromosomes ($n = 2$). **Cytobios**, v. 88, p. 219-228, 1996.

VANZELA, A. L. L.; LUCENÑO, M.; GUERRA, M. Karyotype evolution and cytotaxonomy in Brazilian species of *Rhynchospora* Vahl (Cyperaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 134, p. 557–566, 2000.

WEILER, K. S.; WAKIMOTO, B. T. Heterochromatin and gene expression in *Drosophila*. **Annual Review of Genetics**, v. 29, p. 577–605, 1995.

WEISS, H.; MALUSZYNSKA, J. Chromosomal rearrangement in autotetraploid plants of *Arabidopsis thaliana*. **Hereditas**, v. 133, p. 255–261, 2000.

WOOD, T. E.; TAKEBAYASHI, N.; BARKER, M. S.; MAYROSE, I.; GREENSPOON, P. B.; RIESEBERG, L. H. The frequency of polyploid speciation in vascular plants. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 106, n. 13, p. 875–13 879, 2009.

WYATT, R.; LIPOW, S. R. A new explanation for the evolution of pollinia and loss of carpel fusion in *Asclepias* and the Apocynaceae *s.l.* **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 94, p. 474–484, 2007.

XIONG, Z.; PIRES, J. C. Karyotype and identification of all homoeologous chromosomes of allopolyploid *Brassica napus* and its diploid progenitors. **Genetics**, v. 187, p. 37–49, 2011.

CAPÍTULO I

A ser submetido ao Botanical Journal of the Linnean Society

Evolução cariotípica em Apocynaceae Juss. revisitada: incluindo números cromossômicos e variabilidade da heterocromatina de espécies ocorrentes em inselbergues do Nordeste do Brasil

ANGELINE M. S. SANTOS¹, FELIPE N. M. ASSIS², ALESSANDRO RAPINI³,
LEONARDO P. FELIX¹

¹Laboratório de Citogenética Vegetal, Departamento de Ciências Biológicas, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Campus II, 58.397-000 Areia, Paraíba Brazil.

²Laboratório de Sistemática e florística de Angiospermas, Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 52171-900 Recife, Pernambuco, Brazil.

³Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Ciências Biológicas, 44036-900, Feira de Santana, Bahia, Brazil.

Resumo Apocynaceae apresenta uma marcante diversidade cariotípica em relação aos números cromossômicos, caracterizada pela ocorrência de séries poliploides e disploides, que variam de $2n = 10$ em *Rhabdadenia madida* até $2n = 230$ em *Vinca difformis*. Com o intuito de testar as principais hipóteses sobre número básico e influência da poliploidia e disploidia na diversificação da família, foram analisados os números cromossômicos e os padrões de bandas heterocromáticas em 15 espécies ocorrentes em inselbergues do Nordeste brasileiro. Além disso, os números cromossômicos disponíveis na literatura para a família foram revisados, e todos os dados foram considerados em um contexto filogenético atual. As espécies ocorrentes em inselbergues variaram de $2n = 20$ em *Mandevilla bahiensis*, *M. dardanoi*, *M. leptophylla*, *M. tenuifolia*, *Petalostelma dardanoi* e até $2n = 34$ em *Aspidosperma pyriformium*. Novos números cromossômicos são apresentados para *Peltastes peltatus* ($2n = 18$) e *Allamanda doniana* ($2n = 27$). Dados inéditos são apresentados para *Mandevilla catimbauensis* ($2n = 26$), *M. leptophylla* ($2n = 20$), *Temnadenia stellaris* ($2n = 18$), *Petalostelma dardanoi* ($2n = 20$), *Marsdenia hilariana* e *M. megalantha* ($2n = 22$). A dupla coloração com os fluorocromos CMA e DAPI revelou a ocorrência de bandas $CMA^+/DAPI^-$, $CMA^-/DAPI^+$ e $CMA^0/DAPI^+$, que variaram em número, distribuição e tamanho entre as espécies. Bandas $CMA^+/DAPI^-$ foram observadas em todas as espécies analisadas. Rauvolfioideae apresenta uma série disploide com $n = 8, 9, 10$ e 11 , considerada mais basal para a família Apocynaceae, e o surgimento de $n = 18$ e 20 por poliploidia. A subfamília Apocynoideae claramente apresenta número básico $x = 11$. A série disploide com $n = 6, 7, 8, 9, 10$ para o clado “Novo Mundo” possivelmente originou-se por disploidia descendente a partir de um ancestral com $x = 11$, sugerido também como número básico para as subfamílias Asclepiadoideae, Secamonoideae e Periplocoideae, considerados os grupos mais derivados e cromossomicamente estáveis em Apocynaceae. Os números haploides $n = 6$ e 7 surgem por disploidia no clado “Novo Mundo”, indicando que as espécies com $2n = 18$ em Rauvolfioideae são consistentemente derivados de $x = 9$. Na família Apocynaceae ocorre poliploidia em 29% dos gêneros, possivelmente de natureza autopoliploide, apresentando uma amplitude ecológica inferior aos diploides relacionados. Não se observa, na família Apocynaceae, um padrão de ocorrência maior de poliploides em inselbergues no Nordeste do Brasil.

Palavras-chave: Bandeamento, disploidia, fluorocromos, número básico, poliploidia.

Karyotype evolution in Apocynaceae Juss. revisited: including chromosome numbers and heterochromatin variability of species occurring in inselbergues of northeastern Brazil

Abstract Apocynaceae presents a remarkable karyotypic diversity in relation to the chromosomal numbers, characterized by the occurrence of polyploid and disploid series, ranging from $2n = 10$ in *Rhabdadenia madida* to $2n = 230$ in *Vinca difformis*. In order to test the main hypotheses about the basic number and influence of polyploidy and disploidia on the family diversification, the chromosome numbers and the heterochromatic bands patterns were analyzed in 15 species occurring in inselbergues of Northeast Brazil. In addition, the chromosome numbers available in the literature for the family were reviewed, and all data were considered in a current phylogenetic context. The species occurring in inselbergues varied from $2n = 20$ in *Mandevilla bahiensis*, *M. dardanoi*, *M. leptophylla*, *M. tenuifolia*, *Petalostelma dardanoi* up to $2n = 34$ in *Aspidosperma pyriformium*. New chromosome numbers are presented for *Peltastes peltatus* ($2n = 18$) and *Allamanda doniana* ($2n = 27$). Unpublished data are presented for *Mandevilla catimbauensis* ($2n = 26$), *M. leptophylla* ($2n = 20$), *Temnadenia stellaris* ($2n = 18$), *Petalostelma dardanoi* ($2n = 20$), *Marsdenia* cf. *hilariana* and *M. megalantha* ($2n = 22$). The double staining with the CMA and DAPI fluorochromes revealed the occurrence of $CMA^+ / DAPI^-$, $CMA^- / DAPI^+$ and $CMA^0 / DAPI^+$ bands, which varied in number, distribution and size among the species. $CMA^+ / DAPI^-$ bands were observed in all species analyzed. Rauvolfioideae presents a disploid series with $n = 8, 9, 10$ and 11 , considered more basal for the family Apocynaceae, and the appearance of $n = 18$ and 20 by polyploidy. The subfamily Apocynoideae clearly presents basic number $x = 11$. The disploid series with $n = 6, 7, 8, 9, 10$ for the clade "New World" possibly originated by descending dysploidy from an ancestor with $x = 11$, also suggested as basic number for the subfamilies Asclepiadoideae, Secamonoideae and Periplocoideae, considered the most derived groups and chromosomally stable in Apocynaceae. The haploid numbers $n = 6$ and 7 arise by dysploidy in the "New World" clade, indicating that species with $2n = 18$ in Rauvolfioideae are consistently derived from $x = 9$. In the Apocynaceae family, polyploidy occurs in 29% of the genera, possibly of nature autopolyploid, presenting a lower ecological amplitude than the related diploids. In the Apocynaceae family, a higher occurrence pattern of polyploidy is not observed in inselbergues in northeastern Brazil.

Keywords: Banding, dysploidy, fluorochromes, basic number, polyploidy

INTRODUÇÃO

Existem apenas dois tipos de variação cromossômica numérica relacionada a filogenia e evolução cariotípica acima do nível de espécie: poliploidia e disploidia (Guerra, 2008). A poliploidia, definida como a duplicação de todo o genoma, é considerada a principal força evolutiva responsável pela diversificação das angiospermas em diversos níveis (Cui et al., 2006; Soltis et al., 2009; Jiao et al., 2012; Dodsworth et al., 2016). Alguns ciclos ancestrais de poliploidia foram mapeados na filogenia de angiospermas (Jiao et al., 2011): o mais antigo (evento ϵ) ocorreu no ancestral de todo o grupo; dois sucessivos ciclos (eventos σ e ρ) ocorreram nas monocotiledôneas em Poaceae; um terceiro ciclo (evento γ) ocorreu antes da divergência entre Rosidae e Asteridae, posteriormente a irradiação das eudicotiledôneas; e dois sucessivos ciclos (eventos β e α) ocorreram em Brassicaceae (Jaillon et al., 2007; Jiao et al., 2011, 2012; Zheng et al., 2013; Sabir et al., 2016). Apesar da ampla ocorrência, o efeito direto da poliploidia no sucesso evolutivo de uma espécie é ainda desconhecido (Dodsworth et al., 2016).

Acredita-se que a poliploidia forneceu a matéria prima para a evolução de novas características fenotípicas e, posteriormente, possibilitou a origem e rápida diversificação das angiospermas (Jiao et al., 2011). Por muitas décadas foram propostas diversas hipóteses na tentativa de explicar os impactos da poliploidia para as angiospermas (Madlung, 2013). Alguns autores sugerem que os poliploides apresentam um conjunto de vantagens, em comparação com as espécies diploides, como a tolerância a condições ambientais mais extremas (Hagerup, 1932; Tischler, 1935; Love & Love, 1949). Estudos sugerem que os poliploides apresentam uma maior adaptabilidade ecológica na ocupação de novos habitats pós-glaciação (Stebbins, 1950) ou perturbados (Stebbins, 1985). Contudo, Leitch & Bennett (2004) apontam a disponibilidade de nutrientes como o fator seletivo mais importante para o estabelecimento de poliploides, não havendo necessariamente uma correlação positiva entre poliploidia e condições ambientais extremas. Stebbins (1971) considera a poliploidia como um “dead end” evolutivo, sugerindo a ineficiência da seleção para genes mascarados pela presença de múltiplas cópias.

Um segundo mecanismo, mais relacionado a evolução do genoma, também tem se demonstrado extremamente importante para a evolução das angiospermas, em virtude de sua ampla ocorrência. A disploidia, definida como o aumento ou diminuição de poucos

cromossomos no complemento haploide entre espécies filogeneticamente relacionadas (Ehrendorfer, 1964), ocorre principalmente por meio de fusões/fissões cromossômicas. Pode-se observar uma marcante diversidade cariotípica em relação aos números cromossômicos das angiospermas, em especial quando séries poliploides são acompanhadas por séries disploides, evidenciando a relação clara entre variação cromossômica, diversificação e especiação (Leitch & Leitch, 2008; Dodsworth et al., 2016), como em Apocynaceae Juss. (Van der Laan & Arends, 1985; Alberts & Meve, 2001).

A família Apocynaceae é cosmopolita, e compreende cerca de 400 gêneros e cerca de 5.000 espécies (Endress et al. 2007; APG IV). No Brasil, ocorrem cerca de 70 gêneros e 750 espécies em diversos tipos de habitat, incluindo Mata Atlântica, Caatinga, campos rupestres, brejos de altitude e inselbergues (Rapini, 2012; Pitrez et al., 2014). Atualmente inclui cinco subfamílias: Rauvolfioideae, Apocynoideae, Periplocoideae, Secamonoideae e Asclepiadoideae, sendo estas quatro últimas referidas como clado APSA (APG III; Livshultz et al., 2007; Simões et al., 2007; Livshultz, 2010; Yang et al., 2016). Cariologicamente a família é pouco estudada, sendo conhecidos os números cromossômicos para apenas 13% de suas espécies. Contudo, os poucos registros cromossômicos disponíveis revelam uma interessante variação cromossômica numérica, com ampla ocorrência de poliploidia e séries disploides em diversos gêneros (Van der Laan & Arends, 1985; Alberts & Meve, 2001). A escassez de dados cariológicos, aliada a falta de revisões sobre a variação cromossômica em um contexto filogenético, dificulta o estabelecimento do número básico para a família, bem como a interpretação segura dos níveis de ploidia e o entendimento dos mecanismos de evolução cariológica do grupo como um todo.

Inselbergues são importantes formações graníticas ou gnáissicas do pré-cambriano que se destacam em uma paisagem plana (Cooke et al., 1993), caracterizados por serem mais ou menos desprovidos de cobertura de solo, bem como pelo elevado grau de insolação e taxas de evaporação (Porembski et al., 1998, 2000; Parmentier et al., 2005). Devido às extremas condições edáficas e microclimáticas, a vegetação dos inselbergues difere marcadamente daquela do entorno (Porembski et al., 1998). A flora única encontrada nesses inselbergues se origina de diversos outros ambientes (Porembski et al., 2000; Parmentier et al., 2005), e muitas vezes resulta de processos estocásticos, tais como dispersão e deriva genética. Contudo, as barreiras reprodutivas, seleção e adaptação a condições ambientais altamente específicas podem resultar em especiação e endemismo (Millar et al., 2013), tornando estes

ambientes excelentes modelos para a investigação de processos evolutivos que moldam os padrões de estrutura genética e níveis de diversidade em plantas (Millar et al., 2013), bem como para avaliar o potencial adaptativo de poliploides a ambientes mais extremos.

Análises cariotípicas mais detalhadas, por meio de técnicas de bandeamento, têm sido de grande importância para a investigação das relações evolutivas e taxonômicas em muitos grupos de plantas (Guerra, 1993; Barros e Silva et al., 2010; Souza et al., 2012; Oliveira et al., 2015). A dupla coloração com fluorocromos fornece informações adicionais sobre a organização e composição da heterocromatina, que não podem ser observadas por meio das técnicas de coloração convencional (Guerra, 2000). Os padrões de bandas heterocromáticas podem se revelar altamente variáveis, podendo ser utilizados principalmente em *taxa* que não apresentam variação cromossômica numérica. Apesar da facilidade do método, não há nenhum registro na literatura de bandeamento com fluorocromos para a família Apocynaceae, o que dificulta o entendimento dos mecanismos envolvidos na diversificação cariológica do grupo.

No presente trabalho foram analisados os números cromossômicos e os padrões de bandas heterocromáticas referentes a 15 espécies pertencentes a família Apocynaceae, ocorrentes em inselbergues do Nordeste brasileiro. Além disso, a variabilidade cromossômica numérica disponível na literatura para a família foi revisada. Todos os dados foram considerados em um contexto filogenético conforme sugerido pelo APG: Simões et al. (2007) para filogenia de Rauvolfioideae; Livshultz et al. (2007) para as relações em Apocynoideae; Rapini et al. (2007) para as relações em Asclepiadoideae do Novo Mundo; relações filogenéticas entre as subfamílias conforme Yang et al. (2016). A partir destas análises, pretendeu-se responder as seguintes perguntas: 1. Quais os principais mecanismos de evolução cariotípica envolvidos na diversificação em Apocynaceae? 2. Quais os prováveis números básicos de Apocynaceae em um contexto filogenético? 3. Existe alguma tendência de evolução cariotípica diferente para as espécies que ocorrem em inselbergues, quando comparadas as que ocorrem em outros tipos de habitat? 4. Existe maior ocorrência de espécies poliploides de Apocynaceae para os inselbergues da região Nordeste do Brasil? 5. Quais os padrões de distribuição de bandas heterocromáticas em espécies de Apocynaceae que ocorrem em inselbergues?

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta, documentação botânica e revisão dos registros cromossômicos

Foram analisadas 15 espécies pertencentes a oito gêneros da família Apocynaceae (Tabela 1), provenientes de coletas realizadas em inselbergues do Nordeste brasileiro, e mantidas em cultivo no jardim experimental do Laboratório de Citogenética Vegetal do Departamento de Ciências Biológicas do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Todo o material estudado foi herborizado e as exsiccatas foram depositadas junto ao acervo do Herbário Prof. Jayme Coelho de Moraes do Centro de Ciências Agrárias da UFPB. Para a identificação das espécies, foi utilizada literatura pertinente e consulta a especialistas, além de comparações com materiais previamente identificados.

Foi realizada uma revisão de todos os registros de números cromossômicos das espécies de Apocynaceae para a construção de uma tabela (Tabela 2, Anexo A), organizada conforme Endress et al. (2014), incluída como material suplementar. Para tanto, foram consultados três bancos de dados: *The Chromosome Counts Database – CCDB* (Rice et al., 2015), *Index to Plant Chromosome Numbers - IPCN* (Goldblatt & Johnson, 1979) e *IAPT/IOPB Chromosome data*, além dos registros disponíveis na literatura especializada.

Preparação das lâminas

Para as análises citológicas, pontas de raízes foram coletadas diretamente do material cultivado e pré-tratadas com 8-hidroxiquinoleína 0,002M por 24 h a 10°C, fixadas em 3:1 etanol-ácido acético (v/v) por 2h à temperatura ambiente, posteriormente estocadas em freezer a -20°C. Para preparação das lâminas, o material foi lavado em água destilada e digerido com uma solução enzimática contendo 2% celulase (Onozuka) e 20% pectinase (Sigma) (w/v) por 40 minutos a 37°C. Em seguida, as lâminas foram preparadas pelo método de esmagamento (Guerra & Souza, 2002), em uma gota de ácido acético 60%, e as lamínulas retiradas em nitrogênio líquido. As lâminas foram secas ao ar e envelhecidas por três dias em câmara escura à temperatura ambiente.

Coloração com CMA e DAPI

A dupla coloração com os fluorocromos Cromomicina A3 (CMA) e 4',-6-diamidinino-2-fenilindol (DAPI) foi realizada conforme descrito por Barros e Silva & Guerra

(2010). As lâminas foram coradas com 10 μ L de CMA (0.2 mg mL⁻¹) por 1h, e posteriormente com 10 μ L de DAPI (1 μ g mL⁻¹) por 30 min. As lâminas montadas em meio tampão glicerol/Mellvaine. Em seguida as lâminas foram envelhecidas por três dias em câmara escura para a estabilização dos fluorocromos. As melhores metáfases foram fotografadas em fotomicroscópio de epifluorescência Zeiss equipado com câmera de vídeo AxioCam MRC5 com o auxílio do software Axiovision 4.8. As imagens foram processadas em brilho e contraste por meio do software Photoshop CS3. Os tipos de bandas heterocromáticas foram determinados com base nas seguintes propriedades de coloração nos cromossomos: 1. Bandas CMA⁺/DAPI⁻ (forte coloração brilhante com CMA/ausência de coloração com DAPI); 2. Bandas CMA⁰/DAPI⁺ (coloração neutra com CMA/forte coloração brilhante com DAPI); 3. Bandas CMA⁻/DAPI⁺ (ausência de coloração com CMA/forte coloração brilhante com DAPI).

Medições cromossômicas

Para cada espécie, cinco metáfases com morfologia cromossômica clara foram medidas utilizando-se o software ImageJ® versão 1.46r. A relação entre os braços cromossômicos (comprimento do braço longo/comprimento do braço curto) foi utilizada para classificar os cromossomos como metacêntricos (1 – 1,4), submetacêntricos (1,5 –2,9), ou acrocêntricos ($\geq 3,0$), de acordo com Guerra (1988). Cromossomos que não apresentaram braço curto foram classificados como telocêntricos.

RESULTADOS

Números cromossômicos

Foram analisadas no presente trabalho 15 espécies da família Apocynaceae, pertencentes a três subfamílias e oito gêneros, ocorrentes em inselbergues da região Nordeste do Brasil. Os dados obtidos por meio da dupla coloração com os fluorocromos CMA/DAPI (Figuras 1-2) encontram-se sumarizados na tabela 1. Os registros prévios de números cromossômicos disponíveis na literatura para as espécies de Apocynaceae encontram-se na tabela 2 (Anexo A). As espécies variaram em número cromossômico, bem como nos padrões de bandas heterocromáticas, com números variando de $2n = 18$ em *M. leptophylla* (A.DC.) K.Schum (Figura 1D), *Peltastes peltatus* (Vell.) Woodson (Figura 1F) e *Temnadenia stellaris*

(Lindl.) Miers (Figura 1G) até $2n = 34$ em *Aspidosperma pyriformium* Mart. (Figura 2F). Foram confirmadas as contagens prévias de $2n = 20$ para *Mandevilla bahiensis* (Woodson) M.F.Sales & Kin.-Gouv. (Figura 1A), *M. dardanoi* M.F.Sales (Figura 1C) e *M. tenuifolia* (J. C. Mikan) Woodson (Figura 1E), de $2n = 22$ para *Marsdenia caatingae* Morillo (Figura 2A), *Tabernaemontana catharinensis* A. DC. (Figura 2G) e *T. solanifolia* A. DC. (Figura 2H), e de $2n = 34$ para *Aspidosperma pyriformium* (Figura 2F). Além disso, novos números cromossômicos são apresentados para as espécies *Peltastes peltatus* com $2n = 18$ (Figura 1F) e *Allamanda doniana* M. Arg. com $2n = 27$ (Figura 2I). Dados inéditos de números cromossômicos são apresentados aqui para as espécies *Mandevilla catimbauensis* Souza-Silva, Rapini, J.F. Morales com $2n = 26$ (Figura 1B), *M. leptophylla* (A.DC.) K.Schum com $2n = 18$ (Figura 1D), *Temnadenia stellaris* (Lindl.) Miers com $2n = 18$ (Figura 1G), *Marsdenia hilariana* E.Fourn. com $2n = 22$ (Figura 2B), *M. megalantha* Goyder & Morillo com $2n = 22$ (Figura 2C-D) e *Petalostelma dardanoi* Fontella com $2n = 20$ (Figura 2E).

A maioria das espécies apresentaram cariótipos simétricos compostos por cromossomos metacêntricos e submetacêntricos (Tabela 1). Contudo, *Mandevilla catimbauensis* apresentou 16 cromossomos metacêntricos, oito acrocêntricos e dois telocêntricos (Figura 1B). As espécies apresentaram cromossomos pequenos variando de 0,70 μm – 2,20 μm em *Temnadenia stellaris* (Lindl.) Miers até 1,98 - 4,55 em *Allamanda doniana* (Tabela 1). Não houve variação cromossômica numérica entre populações de uma mesma espécie. No entanto, se observou variação no padrão de bandas heterocromáticas entre populações de algumas das espécies analisadas.

Bandeamento cromossômico

A dupla coloração com os fluorocromos CMA e DAPI revelou três tipos de bandas heterocromáticas nas espécies de Apocynaceae analisadas: bandas $\text{CMA}^+/\text{DAPI}^-$, bandas $\text{CMA}^-/\text{DAPI}^+$ e $\text{CMA}^0/\text{DAPI}^+$ (Tabela 1). Contudo, os padrões de bandas variaram em número, distribuição e tamanho entre as espécies. Bandas $\text{CMA}^+/\text{DAPI}^-$ foram observadas em todas as espécies analisadas, provavelmente associadas às RONS. *Mandevilla catimbauensis* apresentou quatro bandas $\text{CMA}^+/\text{DAPI}^-$ terminais ocupando todo o braço curto em diferentes cromossomos metacêntricos, bem como cerca de 22 bandas $\text{CMA}^0/\text{DAPI}^+$ terminais em quase todos os cromossomos (Figura 1B). *Marsdenia megalantha* apresentou duas bandas $\text{CMA}^+/\text{DAPI}^-$ terminais em diferentes cromossomos para a população do município de

Iguatu, estado do Ceará (Figura 2C), e quatro bandas CMA⁺/DAPI⁻ terminais para a população de Quixadá, também no estado do Ceará (Figura 2D). As espécies *Marsdenia* cf. *hilariana* (Figura 2B), *Tabernaemontana catharinensis* (Figura 2G) e *T. solanifolia* (Figura 2H) apresentaram apenas um par de bandas CMA⁺/DAPI⁻ terminais em diferentes cromossomos.

Mandevilla bahiensis apresentou duas pequenas bandas CMA⁺/DAPI⁻ pericentroméricas em um par de cromossomos metacêntricos (Figura 1A, setas amarelas). Além disso, foram observadas nessa espécie seis bandas CMA⁻/DAPI⁺ pericentroméricas (Figura 1A, setas azuis), e duas bandas CMA⁰/DAPI⁺ terminais (Figura 1A, cabeças de setas). Em *M. dardanoi* foram observadas duas bandas CMA⁺/DAPI⁻ pericentroméricas (Figura 1C, setas amarelas), bem como cinco bandas CMA⁻/DAPI⁺ pericentroméricas (Figura 1C, setas azuis). A espécie *Peltastes peltatus* destaca-se por apresentar um par de cromossomos com grandes blocos CMA⁺/DAPI⁻ pericentroméricos que se estendem por quase todo o cromossomo (Figura 1F), bem como 34 bandas CMA⁻/DAPI⁺ conspícuas em ambos os terminais dos demais cromossomos do complemento (Figura 1F). *Petalostelma dardanoi* apresentou um par de cromossomos com uma banda CMA⁺/DAPI⁻ pericentromérica que se estende por quase todo o braço longo, adjacente a uma pequena banda CMA⁻/DAPI⁺ pericentromérica no braço curto (Figura 2E, insertos). Em *Allamanda doniana* foram observadas três bandas CMA⁺/DAPI⁻ pericentroméricas de tamanhos diferentes (Figura 2I).

Temnadenia stellaris apresentou bandas CMA⁺/DAPI⁻ pericentroméricas em cerca de 18 cromossomos e duas bandas CMA⁺/DAPI⁻ terminais em um par de cromossomos pequenos. Além disso, a espécie apresentou um par de satélites longamente destacados em prometáfase (Figura 1G). Em *Marsdenia caatingae* foram observadas seis bandas CMA⁺/DAPI⁻, duas pericentroméricas e quatro terminais (Figura 2A, setas amarelas). *Mandevilla leptophylla* apresentou seis bandas CMA⁺/DAPI⁻ bastante conspícuas, sendo duas pericentroméricas e quatro terminais (Figura 1D), enquanto em *M. tenuifolia* teve duas bandas CMA terminais e duas pericentroméricas (Figura 1E). Para *Aspidosperma pyriformium* foram observadas quatro bandas CMA⁺/DAPI⁻, sendo duas intersticiais e duas pericentroméricas, como a ocorrência de dois satélites destacados (Figura 2F).

DISCUSSÃO

Poliploidia e disploidia em Apocynaceae

Um evento de poliploidia, anterior a irradiação das eudicotiledôneas núcleo e posterior a sua divergência das eudicotiledôneas basais, deu origem aos genomas triplicados modernos a partir de um ancestral hexaploide com $N = 3 \times 7 = 21$ cromossomos (Jaillon et al., 2007, Jiao et al., 2012; Zheng et al., 2013). A análise de seis espécies de Rosideas (*Vitis vinifera* L., *Carica papaya* L., *Ricinus communis* L., *Theobroma cacao* L., *Fragaria vesca* L., *Prunus persica* (L.) Batsch) possibilitou a reconstrução de um possível cariótipo ancestral hexaploide das Gentianales (Zheng et al., 2013), permitindo a inferência de rearranjos cromossômicos envolvidos na diversificação das eudicotiledôneas núcleo. Com base no recente sequenciamento do genoma nuclear de *Rhazya stricta* Decne. ($2n = 22$; Apocynaceae, Rauvolfioideae) (Sabir et al., 2016), e na comparação entre os genomas das seis espécies de Rosideas, *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. e *Coffea canefora* Pierre ex A.Froehner com o possível genoma ancestral hexaploide, acredita-se que não ocorreu poliploidia posterior ao evento ancestral envolvendo *Rhazya stricta* (Jaillon et al., 2007; Jiao et al., 2012; Zheng et al., 2013; Sabir et al., 2016). Considerando o posicionamento fortemente suportado de *Rhazya* em um dos clados mais derivados na filogenia da subfamília Rauvolfioideae (Yang et al., 2016), mais basal em Apocynaceae, é provável que a subfamília tenha divergido a partir de um cariótipo ancestral pertencente a série disploide com $n = 8, 9, 10, 11$. Além disso, gêneros com $n = 18$ e 20 provavelmente são neopoliploides de origem posterior a divergência das primeiras linhagens da subfamília, como *Alyxia* Banks ex R.Br. (van der Laan & Arends, 1985; de Lange & Murray, 2003), *Aspidosperma* Mart. & Zucc. (Piovano, 1987), *Kopsia* Blume (van der Laan & Arends, 1985; Kumar & Subramaniam, 1987) e *Plumeria* L. (Gill et al., 1990) com $2n = 36$ e *Cerbera* L. com $2n = 40$ (Satyanarayan et al., 2003). A diversidade de números cromossômicos que se observa nos demais representantes de Rauvolfioideae possivelmente se originou por meio de ciclos recorrentes e independentes de disploidia e poliploidia, a partir da série disploide considerada inicialmente (van der Laan & Arends, 1985; Alberts & Meve, 2001).

A principal hipótese aqui sobre a série disploide $n = 8, 9, 10$ e 11 como primitiva para a família Apocynaceae (subfamília Rauvolfioideae), considera a variação cromossômica numérica no contexto filogenético atualmente proposto para a família (Livshultz et al., 2007;

Simões et al., 2007; Rapini, 2012; Yang et al., 2016). Os números haploides $n = 6$ e 7 teriam surgido por disploidia no clado “Novo Mundo” (subfamília Apocynoideae), indicando que as espécies com $2n = 18$ em Rauvolfioideae são consistentemente derivados de $x = 9$, e não de $x = 6$. O registro de $2n = 27$ para *Allamanda doniana* (Rauvolfioideae) no presente trabalho, corrobora esta hipótese (Tabela 1). Os números $2n = 12$ e 24 surgem na subfamília Apocynoideae, nas espécies *Beaumontia grandiflora* Wall. ($2n = 24$; Tapadar & Kumar, 1960), *Odontadenia macranta* (Roem. & Schult.) Markgr. ($2n = 24$; Tapadar & Kumar, 1964), *Echites umbellatus* Jacq. e *Pentalinon luteum* (L.) B.F.Hansen & Wunderlin ($2n = 12$; Fritsch, 1970). Van der Laan & Arends (1985) apontam duas possibilidades para a origem de $n = 12$: por poliploidia a partir de $x = 6$, ou derivado por disploidia ascendente a partir de $x = 11$. Contudo, não há nenhum registro de análise meiótica para as espécies com $2n = 24$ deste clado, permanecendo obscurecida a origem deste número. Nos registros de números cromossômicos para Asclepiadoideae e Periplocoideae não ocorre $2n = 12$, apenas algumas espécies apresentam $2n = 24$ (Tabela 2, ver anexo A), que provavelmente surgiram por disploidia a partir de $n = 11$, número mais frequente nestas subfamílias.

Na família Apocynaceae ocorre poliploidia em 29 % dos gêneros (41 gêneros) para os quais há registros cromossômicos (Tabela 2, ver anexo A). Dentre as 682 espécies citologicamente conhecidas, 107 espécies (16% dos registros) apresentam ao menos um citótipo possivelmente de natureza autopoliploide. A poliploidia parece proporcionalmente mais frequente em Rauvolfioideae, que apresenta 83 gêneros e ca.700 espécies, com registros de poliploidia para 16 gêneros e 41 espécies. Em Asclepiadoideae, composta por 172 gêneros e 2.365 espécies, há registros de poliploidia para 20 gêneros e 61 espécies possivelmente autopoliploides (Tabela 2). O maior registro na subfamília ocorre em *Tylophora anomala* N.E.Br. com $2n = 154$, citótipo restrito ao Monte Camarões na África Central, enquanto o citótipo hexaploide, com $2n = 66$, ocorre em todo o leste Africano (Alberts & Meve, 2001). Citótipos tetraploides são mais frequentes no grupo, ocorrendo menos frequentemente citótipos triploides com $2n = 33$ (nos gêneros *Gomphocarpus*, *Hoya*, *Stapelia* e *Stisseria*) e hexaploides com $2n = 66$ (nos gêneros *Caralluma*, *Ceropegia*, *Duvalia*, *Tromotriche* e *Tylophora*). Em Apocynoideae há registros de poliploidia para apenas *Prestonia quinquangularis* (Jacq.) Spreng. com $n = 16-17$ (Coleman & Smith, 1969), um relato sem documentação fotográfica, e para *Mandevilla catimbauensis* com $2n = 26$, apresentado no presente trabalho (Tabela 1). Periplocoideae apresenta apenas um registro de poliploidia em

Raphionacme hirsuta (E.Mey.) R.A.Dyer ($2n = 44$), e Secamonoideae não apresenta registro de poliploidia, possivelmente pela escassez de registros de números cromossômicos para a subfamília (Tabela 2, anexo A.).

Elevados níveis de ploidia, bem como os maiores números cromossômicos para toda a família, também foram registrados em Rauvolfioideae, em especial nos gêneros *Alyxia* ($2n = 160, 180, 190$), *Alstonia* R. Br. ($2n = 80, 88$), *Ancylobothrys* Pierre ($2n = 66$), *Carissa* L. ($2n = 66$), *Kopsia* ($2n = 72$), *Plumeria* ($2n = 54$), *Rauwolfia* L. ($2n = 44, 55, 66, 68, 88$), *Tabernaemontana* L. ($2n = 66$) e *Vinca* L. ($2n = 46, 92, 230$). As espécies poliploides no grupo parecem ocorrer com mais frequência em gêneros endêmicos, apresentando uma amplitude ecológica inferior aos diploides relacionados. Esta tendência pode ser observada no gênero *Ancylobothrys*, endêmico da África, cuja espécie diploide *A. amoena* Hua ($2n = 22$) apresenta ampla distribuição, enquanto *A. capensis* (Oliv.) Pichon ($2n = 66$) ocorre apenas na África do Sul (Vonk et al., 1994). No gênero *Alstonia*, as espécies *A. boonei* De Wild. e *A. congensis* Engl. com $2n = 88$ são restritas ao Oeste da África, enquanto *A. macrophylla* Wall. ex G.Don ($2n = 22$) ocorre no Sião e Península Malaia até Indochina, Filipinas, Bornéu e Sumatra (Monachino, 1949). Contudo, a maioria dos registros de números cromossômicos para Apocynaceae foi realizada até meados do século XX, e não apresentam dados de coleta dos espécimes analisados, dificultando a interpretação da variação cromossômica em um contexto ecológico.

Em Apocynaceae, a poliploidia parece exercer uma importante função na evolução cariotípica em uma escala regional mais restrita, em especial na África do Sul, enquanto a disploidia exerce função mais importante na evolução do genoma em grupos de ocorrência no Novo Mundo (Alberts & Meve, 2001). Com base nos registros de números cromossômicos disponíveis, não há indícios que fomentem a hipótese de que os poliploides são preferencialmente encontrados em habitats cujas condições ambientais são mais severas. Das 15 espécies ocorrentes em inselbergues investigadas no presente trabalho, apenas duas são poliploides. Uma espécie é triploide e endêmica do Brasil: *Allamanda doniana* com $2n = 27$, do estado de Pernambuco. Outra espécie poliploide encontrada em inselbergues, *Aspidosperma pyriformium* com $2n = 34$, não é endêmica do Brasil, apresenta ampla distribuição nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste, ocorrendo em uma maior diversidade de habitats (Woodson, 1951; Ferreira-Neto, 1988). Observações semelhantes foram obtidas por Pitrez et al. (2014) para diversos grupos de planta ocorrentes em

inselbergues, contradizendo a hipótese de que os poliploides apresentam uma habilidade maior de colonizar habitats cujas condições ambientais são extremas (Stebbins, 1950; Brochmann et al., 2004). Por outro lado, muitas das espécies poliploides pertencentes às famílias Orchidaceae e Bromeliaceae é saxícola, frequentemente encontrada em inselbergues. Contudo, as espécies poliploides nestas famílias geralmente apresentam origem híbrida e reprodução assexuada, não sendo possível determinar exatamente qual desses componentes possibilita a adaptação à colonização de inselbergues. Todavia, Apocynaceae apresenta um elevado número de autoploiploides naturais, o que a torna um interessante grupo para pesquisas que abordem os efeitos da poliploidia não associada a hibridização.

Números cromossômicos básicos

Rauvolfioideae é a subfamília mais basal em Apocynaceae e grupo irmão do clado APSA - Apocynoideae, Periplocoideae, Secamonoideae e Asclepiadoideae (Livshultz et al., 2007; Simões et al., 2007; Rapini, 2012; Yang et al., 2016). A subfamília apresenta uma impressionante variação cromossômica numérica (Tabela 2, anexo A), evidenciando a ampla ocorrência de disploidia e poliploidia no grupo. Os registros cromossômicos disponíveis fornecem alguns padrões importantes, principalmente quando ponderados em um contexto filogenético. O número haploide mais frequente no grupo, $n = 11$, ocorre em 29 gêneros da subfamília Rauvolfioideae. O gênero *Alstonia*, com $n = 11$, pertence a um dos clados mais basais na subfamília, amplamente distribuído nos paleotrópicos, possivelmente de origem africana (Alberts & Meve, 2001). O gênero exibe também registros de $2n = 44$ e 88 , indicando que $x = 11$ seja o mais provável número básico de Rauvolfioideae, e possivelmente para a família Apocynaceae. Observações semelhantes foram obtidas em revisões da variação cromossômica numérica em Apocynaceae, cujos resultados incluem $n = 6$ e 7 na série disploide considerada basal para a família (van der Laan & Arends, 1985; Alberts & Meve, 2001). Contudo, no presente trabalho, excluiu-se $n = 6$ e 7 da série disploide mais basal por não ocorrerem na subfamília Rauvolfioideae, considerando o contexto filogenético atual proposto para a família Apocynaceae (Livshultz et al., 2007; Simões et al., 2007; APG III, 2009, Yang et al., 2016).

As relações filogenéticas no clado APSA, formado pelas subfamílias Apocynoideae, Periplocoideae, Secamonoideae e Asclepiadoideae (as antigas Apocynoideae), são atualmente bem compreendidas (*sensu* APG). A subfamília Apocynoideae claramente apresenta número

básico $x = 11$, com base na elevada ocorrência de $2n = 22$ (Tabela 2) nos gêneros pertencentes ao grado basal (clados *Wrightia* e *Nerium sensu* Livshultz et al., 2007), bem como nos gêneros mais derivados da subfamília *Rauvolfioideae* (*Carissa* L. e *Acokanthera* G. Don), grupo irmão de *Apocynoideae* (Livshultz et al., 2007; Yang et al., 2016). A única exceção à estabilidade cariotípica nos grupos basais em *Apocynoideae* ocorre no gênero *Strophanthus* DC. (clado *Nerium*; Livshultz et al., 2007), cujos números cromossômicos $n = 9$ (Arends & van der Laan, 1982) e $n = 10$ (Sarkar et al., 1973) originaram-se por disploidia descendente a partir de $n = 11$, que também ocorre no gênero (Bedi et al., 1981).

O clado *Malouetieae*, grupo irmão das demais *Apocynoideae*, apresenta uma ampla distribuição geográfica, com gêneros de ocorrência na África, Madagascar, Américas, Ásia e Malásia (Livshultz et al., 2007). O grupo é citologicamente pouco estudado, apresentando registros de números cromossômicos para apenas cinco gêneros, com $n = 9$ para *Pachypodium* Lindl. (Schill & Leuenberger, 1972; Das et al., 1998), $n = 10, 11$ em *Holarrhena* R. Br. (Miege & Josserand, 1972; Sumita & Roy, 2003), e $n = 11$ em *Mascarenhasia* A. DC. (van der Laan & Arends, 1985), *Funtumia* Stapf (Kumar & Subramaniam, 1987) e *Orthanthera* Wight (Albers et al., 1993). Além desse grado basal, *Apocynoideae* também é composta por seis linhagens mais derivadas que constituem as *Apocynoideae* núcleo (Livshultz et al., 2007; Rapini, 2012; Yang et al., 2016). Conforme análise filogenética proposta por Livshultz et al. (2007), o grupo mais basal é formado pela tribo *Apocyneae*, que apresenta registros cromossômicos para apenas 10 gêneros (Tabela 2, anexo A). A tribo é composta essencialmente por espécies asiáticas (Livshultz et al., 2007; Rapini, 2012; Yang et al., 2016) e exibe uma série dispoloide de $n = 10, 11$ e 12 , com apenas um gênero norte-americano, *Apocynum* (Rapini, 2012), com $n = 8, 10, 11$.

O clado “Novo Mundo” (*Apocynoideae*: *Echiteae*, *Odontadenieae* e *Mesechiteae*) é monofilético, tendo divergido posteriormente ao clado asiático (Livshultz et al., 2007). O grupo apresenta poucos registros cromossômicos, contudo exibe uma ampla série dispoloide com $n = 6, 7, 8, 9, 10, 16-17$. Com base nos dados cromossômicos disponíveis, e considerando também as hipóteses filogenéticas para o grupo (Livshultz et al., 2007; Rapini, 2012; Yang et al., 2016), é possível que esta série de números haploides surgiu por disploidia descendente a partir de um ancestral com $x = 11$. Esta hipótese é corroborada pela ampla ocorrência de $n = 11$ nos grupos proximalmente relacionados ao clado “Novo Mundo”, incluindo seu grupo irmão mais derivado (*Baisseae*), que não apresenta variação

cromossômica numérica (Livshultz et al., 2007). O gênero neotropical *Rhabdadenia* Müll. Arg. forma um clado irmão do clado “Novo Mundo” na filogenia proposta por Livshultz et al. (2007), mas seu posicionamento é considerado incerto (APG III). O único registro de número cromossômico para o gênero é de $2n = 10$ citado para *Rhabdadenia madida* (Vell.) Miers (Souza, 2015). Se confirmado este número, é possível que o clado *Rhabdadenia* seja mais derivado em relação ao clado “Novo Mundo”, tendo divergido por disploidia *Rhabdadenia madida* descendente a partir de algum ancestral com $n = 6$, corroborando também seu posicionamento mais derivado em relação ao clado “Novo Mundo”, conforme filogenia proposta por Yang et al. (2016). Apesar dos dados cromossômicos disponíveis para as espécies do clado “Novo Mundo” apontarem para uma evolução cromossômica fundamentalmente por disploidia, é possível que esta seja uma interpretação precipitada em virtude da escassez de dados para muitos gêneros e espécies.

As subfamílias irmãs Asclepiadoideae (de distribuição cosmopolita) e Secamonoideae (distribuição no velho mundo) formam um clado irmão com Baisseeae (Endress et al., 2007; Livshultz et al., 2007; Yang et al., 2016), e representam os grupos mais derivados e cromossomicamente estáveis da família Apocynaceae. Asclepiadoideae apresenta $2n = 22$ para a maioria das espécies, evidenciando uma elevada estabilidade cariotípica, e muitos poliploides são múltiplos exatos a partir de $n = 11$, com poucas exceções (Tabela 2, anexo A). Em virtude de sua elevada estabilidade cromossômica numérica, algumas contagens parecem incertas, não apresentam registro fotográfico de metáfases e necessitam ser confirmadas, como em *Antitoxicum medium* (Decne.) Pobed. ($2n = 24$; Gieszczykowna, 1934), *Araujia sericifera* Brot. ($2n = 20$; Gadella et al., 1969), *Cynanchum acutum* L. ($2n = 18$; Francini, 1927), *C. amplexicaule* (Siebold & Zucc.) Hemsl. ($2n = 16$; Lee, 1970), *Funastrum angustifolium* (Pers.) Liede & Meve e *F. peninsulare* (S.F.Blake) Liede & Meve ($2n = 20$ e 40 , respectivamente; Liede & Meve, 2002), *Metaplexis japonica* (Thunb.) Makino ($2n = 24$; Probatova et al., 2008). Por outro lado, foram confirmados alguns desvios de $x = 11$ para o grupo: $2n = 20$ para *Microlooma incanum* Decne., $2n = 24$ para *Cynanchum virens* (E.Mey.) D.Dietr., bem como em *Sarcostemma* R. Br. com $n = 11$ para as espécies africanas, $n = 10$ para a América central e $n = 9$ para as espécies da América do Sul (Alberts et al., 1993). Para a subfamília Secamonoideae existe registro de números cromossômicos para apenas duas espécies, *Secamone afzelii* (Roem. & Schult.) K.Schum. e *S. punctulata* Decne., ambas com

$2n = 22$, suportando a hipótese de que as duas subfamílias divergiram a partir de um mesmo ancestral com $x = 11$.

A subfamília Periplocoideae apresenta 33 gêneros de distribuição exclusivamente no velho mundo (Endress et al., 2007; Livshultz, 2010), cujo posicionamento filogenético permanece em debate (APG III). A subfamília apresenta contagem cromossômica de $2n = 22$ para seis gêneros, bem como um registro de poliploidia em *Raphionacme hirsuta* (E.Mey.) R.A.Dyer com $2n = 44$. Se a subfamília é o grupo irmão de [Baisseeae [Secamonoideae + Asclepiadoideae]] conforme proposto por Yang et al. (2016), é razoável sugerir que todo o grupo divergiu de um ancestral com $x = 11$. Por outro lado, se o posicionamento de Periplocoideae for basal em relação aos clados [[Clado Asiático + clado Novo Mundo] [Baisseeae [Secamonoideae + Asclepiadoideae]]] conforme sugerido por Livshultz et al. (2007), é possível que haja uma variação cromossômica maior na subfamília, obscurecida pela escassez de dados cromossômicos, não sendo possível nesse contexto afirmar o número básico para a subfamília.

Bandas heterocromáticas

Os registros de números cromossômicos disponíveis na literatura para Apocynaceae foram realizados por meio de coloração convencional. Portanto, os dados apresentados no presente trabalho representam os primeiros registros sobre a variabilidade da heterocromatina para a família. Foram identificados três tipos de bandas heterocromáticas por meio da dupla coloração com os fluorocromos CMA/DAPI: bandas $CMA^+/DAPI^-$, bandas $CMA^-/DAPI^+$ e $CMA^0/DAPI^+$, que variaram em localização, número e tamanho. Os padrões de bandas variaram dentro e entre subfamílias (Apocynoideae, Asclepiadoideae e Rauvolfioideae), bem como entre gêneros, espécies e populações. Apesar da pequena amostragem em relação ao número total de espécies de Apocynaceae, os dados apresentados aqui são um importante indicativo de que a família apresenta uma elevada variabilidade de bandas heterocromáticas.

Bandas $CMA^+/DAPI^-$ pericentroméricas e/ou terminais ocorrem em todas as espécies analisadas, e algumas delas possivelmente representam um tipo de heterocromatina associada às RONS. A maioria das espécies vegetais apresentam sítios de DNAr associados a bandas CMA^+ , muito provavelmente relacionadas aos espaçadores intergênicos do DNAr, que podem ser ricos em GC (Benko-Iseppon & Morawetz, 2000; Urdampilleta et al., 2006). Algumas espécies como *Mandevilla leptophylla*, *M. tenuifolia*, *Marsdenia hilariana*, *M. megalantha*,

Aspidosperma pyrifolium, *Tabernaemontana catharinensis* e *T. solanifolia* apresentaram apenas bandas CMA⁺ em poucos cromossomos do complemento. Dentre estas espécies, *Mandevilla tenuifolia*, *A. pyrifolium*, *Temnadenia stellaris* e *T. catharinensis* formam satélites envolvendo as bandas CMA⁺, indicando que estas bandas estão de fato associadas às RONS.

Por outro lado, bandas CMA⁺ podem estar relacionadas a diferentes famílias de DNA satélite. Esta situação parece ocorrer em *Temnadenia stellaris*, que se destaca por apresentar 18 bandas CMA⁺, duas terminais e ca.16 pericentroméricas. Regiões pericentroméricas geralmente são ricas em transposons, retroelementos e pseudogenes, enquanto o centrômero é formado por diversos tipos de DNA satélite mais específicos (Lamb et al., 2008). Os diferentes padrões de bandas DAPI⁺ na presente amostragem também sugerem a ocorrência de diferentes famílias de DNA satélite em Apocynaceae. Dois padrões de bandas DAPI foram claramente observados em algumas espécies: bandas DAPI⁺ nos terminais de quase todos os cromossomos do complemento em *Peltastes peltatus*; bandas DAPI⁺ pericentroméricas em muitos cromossomos de *Mandevilla bahiensis* e *M. dardanoi*. A origem, bem como o significado evolutivo do acúmulo de diferentes famílias de DNA satélite no genoma não é bem compreendida, embora algumas dessas famílias pareçam derivadas de elementos transponíveis. A amplificação da heterocromatina tem sido observada em diversos grupos de plantas, e provavelmente resulta de intensa atividade de elementos transponíveis e evolução em concerto do DNA repetitivo em tandem (Raskina et al., 2008). A amplificação dessas sequências pericentroméricas poderia explicar a ocorrência do elevado número de bandas em *Temnadenia stellaris*, bem como os grandes blocos de heterocromatina ocupando quase a totalidade de certos cromossomos, como se observa em *Mandevilla leptophylla*, *Peltastes peltatus* e *Petalostelma dardanoi*. As mesmas razões podem ser aplicadas para justificar o elevado número de bandas DAPI⁺ terminais ou pericentroméricas em algumas espécies. O acúmulo de DNA satélites nessas regiões também pode ser indicativo de baixa frequência de recombinação, conforme sugere alguns modelos matemáticos (Charlesworth et al., 1994).

REFERÊNCIAS

APG IV. 2016. The Angiosperm Phylogeny Group. **Botanical Journal of the Linnean Society**, p. 1-20.

- Albers F, Liede S, Meve U. 1993.** Deviating chromosome numbers in Asclepiadaceae. *Nordic Journal of Botany* **13**: 37-39.
- Albers F, Meve U. 2001.** A Karyological Survey of Asclepiadoideae, Periplocoideae, and Secamonoideae, and Evolutionary Considerations within Apocynaceae s.l. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **88**: 624-656.
- Arends JC, van der Laan FM. 1982.** Somatic chromosome numbers in *Anubias* Schott. *Aroideana* **5**: 3–7.
- Barros e Silva, AE, Marques A, Santos KGB, Guerra M. 2010.** The evolution of CMA bands in *Citrus* and related genera. *Chromosome Research* **18**: 503-514.
- Bedi YS, Bir SS, Gill BS. 1981.** In Chromosome number reports LXXI. *Taxon* **30**: 153.
- Benko-Iseppon AM, Morawetz W. 2000.** Cytological comparison of Calyceraceae and Dipsacaceae with special reference to their taxonomic relationships. *Cytologia* **65**: 123-128.
- Charlesworth B, Sniegowski P, Stephan W. 1994.** The evolutionary dynamics of repetitive DNA in eukaryotes. *Nature* **371**: 215-220.
- Coleman JR, Smith LB. 1969.** Chromosome numbers of some Brazilian angiosperms. *Rhodora* **71**: 548-551.
- Cooke RU, Warren A, Goudie AS. 1993.** *Desert geomorphology*. UCL Press, London. 526p.
- Cui L, Wall PK, Leebens-Mack JH, Lindsay BG, Soltis DE, Doyle JJ, Soltis PS, Carlson JE, Arumuganathan K, Barakat A, Albert VA, Ma H, dePamphilis CW. 2006.** Widespread genome duplications throughout the history of flowering plants. *Genome Research* **16**: 738-49.
- Das AB, Mohanty S, Das P. 1998.** New report on chromosome number, karyotype, and 4C DNA content in three species of *Pachypodium* Lindley. *Caryologia* **51**: 245–252.
- De Lange PJ, Murray BG. 2003.** Chromosome numbers of Norfolk Island endemic plants. *Australian Journal of Botany* **51**: 211-215.
- Dodsworth S, Chase MW, Leitch AR. 2016.** Is post-polyploidization diploidization the key to the evolutionary success of angiosperms? *Botanical Journal of the Linnean Society* **180**: 1–5.
- Ehrendorfer F. 1964.** Cytologie, taxonomie und evolution bei Samenpflanzen. *Vistas in Botany* **4**: 99–186.

- Endress ME, Liede-Schumann S, Meve U. 2007.** Advances in Apocynaceae: The enlightenment, an introduction. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **94**: 259-267.
- Endress ME, Liede-Schumann S, Meve U. 2014.** An updated classification for Apocynaceae. *Phytotaxa* **159**: 175–194.
- Francini E. 1927.** L'embriologia del *Cynanchum acutum* L. *Nuovo Giornale Botanico Italiano* **34**: 381-395.
- Fritsch R. 1970.** Chromosomenzahlen von Pflanzen der Insel Kuba I. *Kulturpflanze* **18**: 189-197.
- Gadella ThWJ, Kliphuis E, Lindeman JC, Mennega, EA. 1969.** Chromosome numbers and seedling morphology of some Angiospermae collected in Brazil. *Acta Botanica Neerlandica* **18**: 74-83.
- Gieszczykowna Z. 1934.** Die Entwicklung der Pollenkörner und die Chromosomenzahlen bei einigen *Vincetoxicum*-Arten. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* **11**: 393-397.
- Gill BS, Singhal VK, Bedi YS, Bir SS. 1990.** Cytological evolution in the woody taxa of Pachmarhi Hills. *The Journal Cytology and Genetics* **25**: 308–320.
- Goldblatt P, Johnson DE. 1979.** Index to Plant Chromosome Numbers (IPCN). <http://www.tropicos.org/Project/IPCN>.
- Guerra M. 1988.** *Introdução à Citogenética Geral*. Rio de Janeiro: Guanabara, 142p.
- Guerra M. 1993.** High amount of heterochromatin in a tropical tree species: *Genipa americana* L. (Rutaceae). *Cytologia* **58**: 427-442.
- Guerra M. 2000.** Chromosome number variation and evolution in Monocots. *Monocots: Systematics and Evolution*. CSIRO: Melbourne 127-134.
- Guerra M. 2008.** Chromosome numbers in plant cytotaxonomy: concepts and implications. *Cytogenetic and Genome Research* **120**: 339–350.
- Guerra M, Souza MJ. 2002.** *Como observar cromossomos*. Ribeirão Preto: Ed. Funpec, 131p.
- Hagerup O. 1932.** Ueber polyploidie in beziehung zu klima, o'kologie und phylogenie. *Hereditas* **16**: 19–40.
- Jaillon O. et al. The French–Italian Public Consortium for Grapevine Genome Characterization. 2007.** The grapevine genome sequence suggests ancestral hexaploidization in major angiosperm phyla. *Nature* **449**: 463-7.

- Jiao Y. et al. 2011.** Ancestral polyploidy in seed plants and angiosperms. *Nature* **473**: 97-100.
- Jiao Y. et al. 2012.** A genome triplication associated with early diversification of the core eudicots. *Genome Biology* **13**: R3.
- Kumar V, Subramaniam B. 1987.** Chromosome atlas of flowering plants of the Indian subcontinent: Dicotyledons. Botanical Survey of India, Ministry of Environment & Forests, Government of India, 464p.
- Lamb JC, Yu W, Han F, Birchler JA. 2008.** Plant centromeres. *Genome Dynamics* **4**: 95-107.
- Lee YN. 1970.** Chromosome number of flowering plants in Korea (3). *Journal of Korean Research Institute for Better Living* **5**: 127-129.
- Leitch IJ, Bennett MD. 2004.** Genome downsizing in polyploid plants. *Biological Journal of the Linnean Society* **82**: 651-663.
- Leitch AR, Leitch IJ. 2008.** Genomic plasticity and the diversity of polyploid plants. *Science* **320**: 481-483.
- Liede S, Meve U. 2002.** Dissolution of *Cynanchum* sect. *Macbridea* (Apocynaceae - Asclepiadoideae). *Nordic Journal of Botany* **22**: 579-592.
- Livshultz T, Middleton DJ, Endress ME, Williams JK. 2007.** Phylogeny of Apocynoideae and the APSA clade (Apocynaceae s.l.). *Annals of the Missouri Botanical Garden* **94**: 324-359.
- Livshultz T. 2010.** The phylogenetic position of milkweeds (Apocynaceae subfamilies Secamonoideae and Asclepiadoideae): Evidence from the nucleus and chloroplast. *Taxon* **59**: 1016-1030.
- Löve Á, Löve D. 1949.** The geobotanical significance of polyploidy. I. Polyploidy and latitude. *Portugaliae Acta Biologica Serie A, Special Vol. R. B. Goldschmidt*: 273-352.
- Madlung A. 2013.** Polyploidy and its effect on evolutionary success: old questions revisited with new tools. *Heredity* **110**: 99-104.
- Marcondes-Ferreira Neto W. 1988.** *Aspidosperma* Mart., nom. cons. (Apocynaceae): estudos taxonômicos. Tese (Doutorado em Ciências, Área de concentração em Biologia Vegetal), Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 431p.
- Miege J, Josserand N. 1972.** Nombres chromosomiques d'especies africaines et malgaches. *Candollea* **27**: 283-292.

- Millar MA, Coates D, Byrne M. 2013.** Genetic connectivity and diversity in inselberg population of *Acacia woodmaniorum*, a rare endemic of the Yilgarn Craton banded iron formations. *Heredity* **11**: 437 – 444.
- Monachino J. 1949.** A revision of the genus *Alstonia* (Apocynaceae). *Pacific Science* **3**: 133-182.
- Oliveira IG, Moraes AP, Almeida EM, Assis FNM, Cabral JS, Barros F, Felix LP. 2015.** Chromosomal evolution in Pleurothallidinae (Orchidaceae: Epidendroideae) with an emphasis on the genus *Acianthera*: chromosome numbers and heterochromatin. *Botanical Journal of the Linnean Society* **178**: 102–120.
- Parmentier I, Stérvart T, Hardy OJ. 2005.** The inselberg flora of Atlantic Central Africa. I. Determinants of species assemblages. *Journal of Biogeography* **32**: 685–696.
- Piovano M. 1987.** Sobre los cromosomas de *Aspidosperma quebracho-blanco*. *Kurtziana* **19**: 169–170.
- Pitrez SR, Andrade LA, Assis FNM, Felix LP. 2014.** Is there a relationship between polyploidy and stressful environments? A case study of inselbergs in northeastern Brazil. *Genetics and Molecular Research* **13**: 8353-8366.
- Porembski S, Martinelli G, Ohlemüller R, Barthlott W. 1998.** Diversity and ecology of saxicolous vegetation mats on inselbergs in the Brazilian Atlantic Rainforest. *Diversity and Distributions* **4**: 107-119.
- Porembski S, Becker U, Seine R. 2000.** *Islands on islands*: habitats on inselbergs. In: Porembski S, Barthlott W. (eds.) *Inselbergs – biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions*. Berlin, Springer-Verlag. p. 49-67.
- Probatova NS, Seledets VP, Rudyka EG. 2008.** IAPT/IOPB chromosome data 5. *Taxon* **57**: 558–562.
- Rapini A, Van den Berg C, Liede-Schumann S. 2007.** Diversification of Asclepiadoideae (Apocynaceae) in the New World. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **94**: 407-422.
- Rapini A. 2012.** Taxonomy “under construction”: advances in the systematics of Apocynaceae, with emphasis on the Brazilian Asclepiadoideae. *Rodriguesia* **63**: 75-88.
- Raskina O. et al. 2008.** Repetitive DNA and chromosomal rearrangements: Speciation-related events in plant genomes. *Cytogenetic and Genome Research* **120**: 351-357.
- Rice et al. 2015.** The Chromosome Counts Database (CCDB) – a community resource of plant chromosome numbers. *New Phytologist* **206**: 19-26.

- Sabir Jamal S. M. et al. 2016.** The nuclear genome of *Rhazya stricta* and the evolution of alkaloid diversity in a medically relevant clade of Apocynaceae. *Nature* **6**: 1-10.
- Sarkar AK, Datta N, Chatterjee U. 1973.** In IOPB chromosome number reports XLII. *Taxon* **22**: 647-654.
- Satyanarayan J, Sahoo P, Das AB. 2003.** New reports of chromosome number and genome size in eight mangroves from coastal Orissa. *Caryologia* **56**: 353–358.
- Schill R, Leuenberger B. 1972.** Pollenmorphologie und Cytotaxonomie der Gattung *Pachypodium* Lindl. *Botanische Jahrbücher für Systematik* **92**: 169-177.
- Schweizer D. 1976.** Reverse fluorescent chromosome banding with chromomycin and DAPI. *Chromosoma* **58**: 307-324.
- Simões AO, Livshultz T, Conti E, Endress ME. 2007.** Phylogeny and systematics of the Rauvolfioideae (Apocynaceae) based on molecular and morphological evidence. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **94**: 268–297.
- Soltis DE, Albert VA, Leebens-Mack J, Bell CD, Paterson AH, Zheng C, Sankoff D, dePamphilis CW, Wall PK, Soltis PS. 2009.** Polyploidy and Angiosperm diversification. *American Journal of Botany* **96**: 336–348.
- Souza LGR, Crosa O, Speranza P, Guerra M. 2012.** Cytogenetic and molecular evidence suggest multiple origins and geographical parthenogenesis in *Nothoscordum gracile* (Alliaceae). *Annals of Botany* **109**: 987-999.
- Souza AP. 2015.** Delimitação taxonômica de *Rhabdadenia* (Rhabdadenieae, Apocynaceae) com base em caracteres anatômicos e micromorfológicos. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal). Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. 50p.
- Stebbins GL. 1950.** Variation and Evolution in Plants. Columbia Univ. Press, New York. 643p.
- Stebbins GL. 1971.** Chromosomal evolution in higher plants. London: Edward Arnold. 216p.
- Stebbins GL. 1985.** Polyploidy, hybridization, and the invasion of new habitats. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **72**: 824-832.
- Sumita R, Roy SC. 2003.** Chromosome stability in culture derived plants of *Holarrhena antidysenterica* Wall. and study of differentiating tissues using SEM. *Caryologia* **56**: 329–335.
- Tapadar Roy NN, Sen NK. 1960.** Cytotaxonomic studies on economic plants of the family Apocynaceae. *Caryologia* **12**: 367-397.

- Tapadar Roy NN. 1964.** Cytotaxonomic studies in Apocynaceae and delineation of the different evolutionary tendencies operating within the family. *Caryologia* **17**: 193-138.
- Tischler G. 1935.** Die Bedeutung der Polyploidie für die Verbreitung der Angiospermen, erläutert an den Arten Schleswig-Holsteins, mit Ausblicken auf andere Florengebiete. *Botanische Jahrbücher für Systematik* **67**: 1-36.
- Urdampilleta JD, Ferrucci MS, Torezan JMD, Vanzela LL. 2006.** Karyotype relationships among four South American species of *Urvillea* (Sapindaceae: Paullinieae). *Plant Systematics and Evolution* **258**: 85-95.
- Van Der Lan FM, Arends JC. 1985.** Cytotaxonomy of the Apocynaceae. *Genetica* **68**: 3-35.
- Vonk GJA, Leeuwenberg AJM, Haegens RMAP. 1994.** Revision of *Ancylobotrys* Pierre series of revisions of Apocynaceae XXXVII. Wageningen Agric. Univ. Papers 94.
- Woodson RE. 1951.** Studies in the Apocynaceae - VIII. An interim revision of the genus *Aspidosperma* Mart. & Zucc. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **38**: 119–206.
- Yang L-L. 2016.** A supermatrix approach provides a comprehensive genus-level phylogeny for Gentianales. *Journal of Systematics and Evolution* **54**: 400–415.
- Zheng C, Chen E, Albert V, Lyons E, Sankoff D. 2013.** Ancient eudicot hexaploidy meets ancestral eurosid gene order. *BMC Genomics* **14**: S3.

Tabela 1. Espécies da família Apocynaceae analisadas por meio de dupla coloração com fluorocromos. Subfamília, gênero e espécie, local de coleta, coletor e número, fórmula cariotípica (FC), contagens cromossômicas prévias (CP), números cromossômicos determinados no presente trabalho (PT), tipos de bandas CMA/DAPI e variação do tamanho cromossômico (μm). Para cada gênero, o número total de espécies/número de espécies analisadas (entre parênteses).

Táxon	Local de coleta †	Coletor e número	FC	CP* 2n	PT 2n	Tipos de bandas			Variação do tamanho cromossômico (μm)
						CMA ⁺ /DAPI ⁻	CMA ⁻ /DAPI ⁺	CMA ⁰ /DAPI ⁺	
Apocynoideae									
Mandevilla Lindl. (221/9)									
<i>M. bahiensis</i> (Woodson) M.F.Sales & Kin.-Gouv.	Piatã-BA	L.P.Felix, 15520	13M+7SM	20	20	2 peri	6 peri	-	1,29 – 1,93
<i>M. catimbauensis</i> Souza-Silva, Rapini, J.F. Morales	Buíque-PE	J.M.P.Cordeiro, 379	16M+ 8AC+2TC	-	26**	4 term	-	ca. 22 term	1,06 - 1,70
<i>M. dardanoi</i> M.F.Sales	União dos Palmares- AL	J.M.P.Cordeiro, 481	5M+15SM	20	20	2 peri	5 peri	-	1,74 – 2,74
<i>M. leptophylla</i> (A.DC.)K.Schum	Meruoca-CE	L.P.Felix, 15060	16M+2SM+ 2AC	-	20**	2 peri/4 term	-	-	1,10 – 2,17
<i>M. tenuifolia</i> (J. C. Mikan) Woodson	São Benedito-CE	E.M.Almeida, 1165	18M+2SM	20	20	2 peri/ 2 term	-	-	1,52 – 2,50
Peltastes Woodson (13/1)									
<i>P. peltatus</i> (Vell.) Woodson	Taquaritinga do Norte-PE	L.P.Felix, 13771	12M+6SM	20	18	2 peri	34 term	-	1,75 – 3,40
Temnadenia Miers (4/1)									
<i>T. stellaris</i> (Lindl.) Miers	Mamanguape-PB	J.M.P.Cordeiro, 591	16M+4SM	-	18**	ca.10 peri/ 1 term	-	3 peri	0,70 – 2,20
Asclepiadoideae									
Marsdenia R. Br. (388/6)									
<i>M. caatingae</i> Morillo	Esperança-PB, Bonito-PE	A.S.Santos,26; L.P.Felix, 15735	14M+8SM	22	22	2 peri/ 4 term	-	-	0,96 - 1,84
<i>M. hilariana</i> E.Fourn.	Meruoca-CE	L.P.Felix, 15063	17M + 5SM	-	22**	2 term	-	-	1,09 – 1,76

Tabela 1: Continuação...

<i>M. megalantha</i> Goyder & Morillo	Iguatu-CE	L.P.Felix, 14894	13M + 9SM	-	22**	2 term	-	-	1,18 – 1,87
<i>M. megalantha</i> Goyder & Morillo	Quixadá - CE	E.M.Almeida, 1169	12M+10SM	-	22**	4 term	-	-	1,50 - 2,47
<i>Petalostelma</i> E.Fourn. (7/0)									
<i>P. dardanoi</i> Fontella	Cabaceiras-PB	J.M.P.Cordeiro, 258	9M + 11SM	-	20**	2 peri	2 peri	-	0,74 – 2,42
Rauvolfioideae									
<i>Allamanda</i> L. (21/9)									
<i>A. doniana</i> M. Arg.	Guaraciaba do Norte-CE	E.M.Almeida, 1137	15M + 12SM	18	27	3 peri	-	10 term	1,98 - 4,55
<i>Aspidosperma</i> Mart. & Zucc. (44/3)									
<i>A. pyrifolium</i> Mart.	Areia-PB	A.M.S.Santos, 24	24M + 10SM	34	34	2 peri/ 2 term	-	-	0,81 - 3,01
<i>Tabernaemontana</i> L. (227/31)									
<i>T. catharinensis</i> A. DC.	Poranga, CE; Meruoca-CE	L.P.Felix, 14943; L.P.Felix, 15058	15M + 7SM	18, 22	22	2 term	-	-	1,75 - 3,76
<i>T. solanifolia</i> A. DC.	Jacobina-BA	J.M.P.Cordeiro, 654	16M + 6SM	22	22	2 term	-	-	1,35 - 2,69

† Estados Brasileiros referentes aos locais de coleta: AL, Alagoas; BA, Bahia; CE, Ceará; PB, Paraíba; PE, Pernambuco. *Fonte para as contagens cromossômicas prévias: Chromosome Counts Database (CCDB), 2017; **Contagem inédita para a espécie. As posições das bandas nos cromossomos estão abreviadas como segue: Term = Terminais; Peri = Pericentroméricas. M = metacêntrico, SM = submetacêntrico, AC = acrocêntrico, TC = telocêntrico.

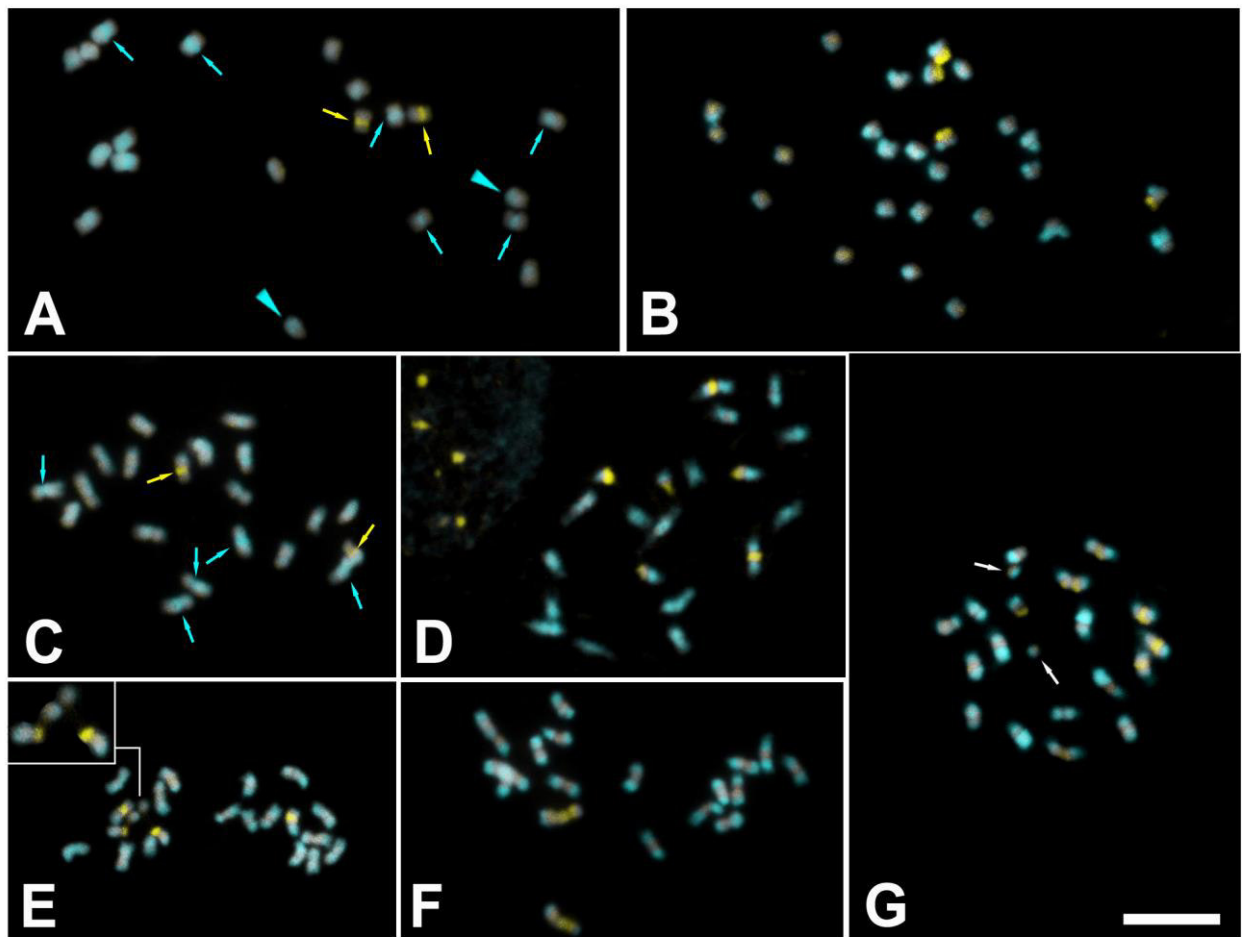


Figura 1. Metáfases mitóticas de Apocynaceae coradas com os fluorocromos CMA/DAPI. Subfamília Apocynoideae: **A.** *Mandevilla bahiensis* com $2n = 20$; **B.** *M. catimbauensis* com $2n = 26$; **C.** *M. dardanoi* com $2n = 20$; **D.** *M. leptophylla* com $2n = 20$; **E.** *M. tenuifolia* com $2n = 20$; **F.** *Peltastes peltatus* com $2n = 18$; **G.** *Temnadenia stellaris* com $2n = 18$. Setas amarelas indicam bandas CMA⁺. Setas azuis indicam bandas DAPI⁺. Cabeça de seta azul indica banda terminal DAPI⁺. Setas brancas indicam satélites. Inserto em **E** destaca cromossomos com bandas CMA⁺ formando satélites. Barra em **G** corresponde a 10 micrômetros.

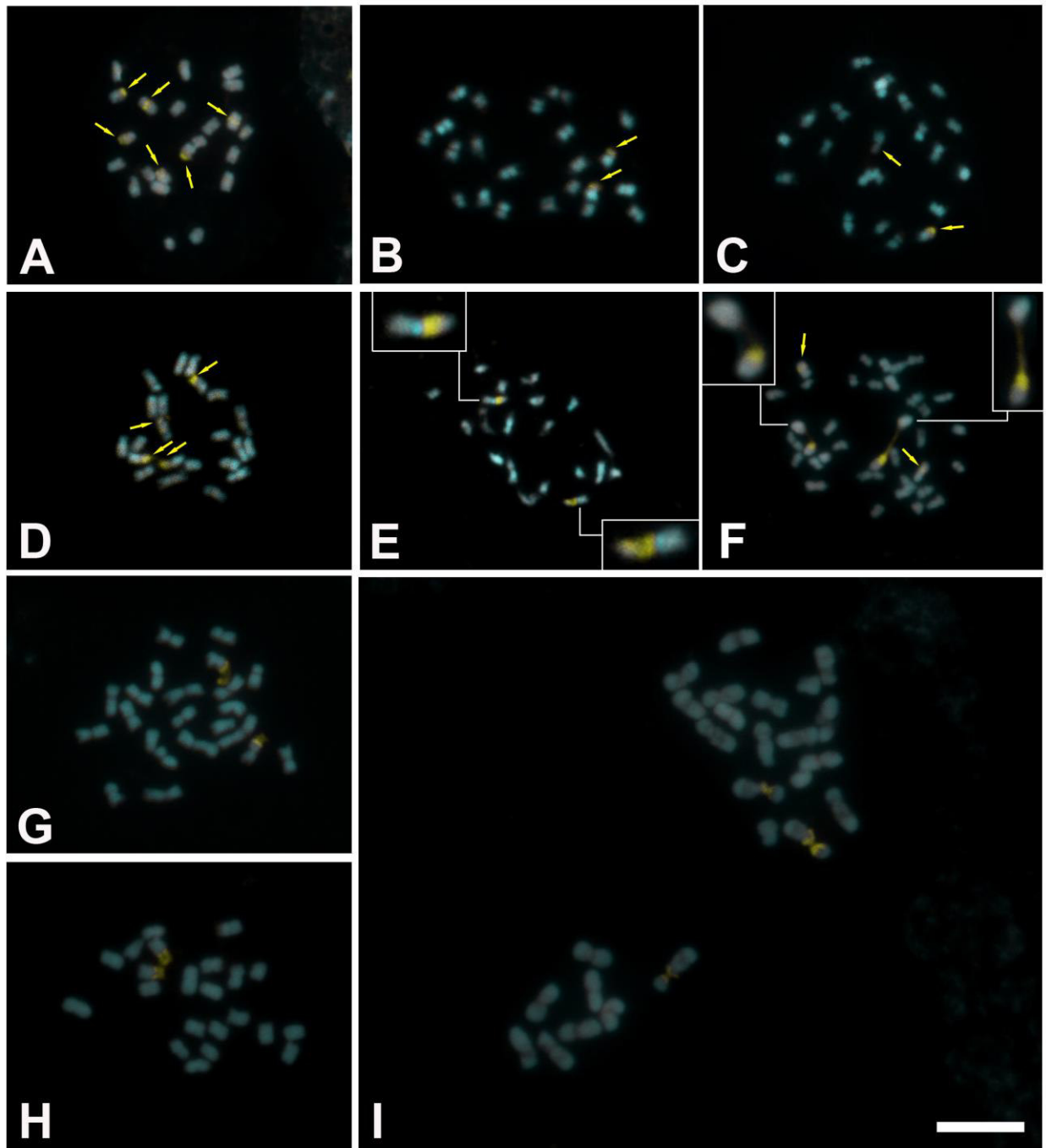


Figura 2. Metáfases mitóticas de Apocynaceae coradas com os fluorocromos CMA/DAPI. Subfamília Asclepiadoideae: **A.** *Marsdenia caatingae* com $2n = 22$; **B.** *M. hilariana* com $2n = 22$; **C, D.** *M. megalantha* com $2n = 22$; **E.** *Petalostelma dardanoi* com $2n = 20$; Subfamília Rauvolfioideae: **F.** *Aspidosperma pyriformium* com $2n = 34$; **G.** *Tabernaemontana catharinensis* com $2n = 22$; **H.** *T. solanifolia* com $2n = 22$; **I.** *Allamanda doniana* com $2n = 27$; Setas amarelas indicam bandas CMA⁺. Inseto em **E** destaca cromossomos com grandes bandas CMA⁺ adjacentes a banda pericentromérica DAPI⁺, e **F** destaca cromossomos com banda CMA⁺ pericentromérica parcialmente distendida. Barra em **I** corresponde a 10 micrômetros.

CAPÍTULO II

Á ser submetido a Taxon

Angeline M.S. Santos¹, Felipe Nollet², Alessandro Rapini³, Roxana C. Barreto⁴, Joel M. P. Cordeiro¹, Erton M. Almeida¹, José L. Silva¹, Fabiane R.C. Batista⁵, Leonardo P. Felix¹

1 Laboratório de Citogenética Vegetal, Departamento de Ciências Biológicas, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Campus II, 58.397-000 Areia, Paraíba Brazil.

2 Laboratório de Sistemática e Florística de Angiospermas, Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 52171-900 Recife, Pernambuco, Brazil.

3 Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Ciências Biológicas, 44036-900, Feira de Santana, Bahia, Brazil.

4 Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Botânica, 50670-901, Recife, Pernambuco, Brazil.

5 Instituto Nacional do Semiárido, 58434700, Campina Grande, Paraíba, Brazil

*Author for correspondence: *angelinemssantos@gmail.com*

Financial support from CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), INSA (Instituto Nacional do Semiárido).

Methods for chromosome analysis are according to Guerra & Souza (2002).

* First chromosome count for the species.

** New cytotype for the species.

APOCYNACEAE

***Allamanda doniana* M. Arg.

2n = 27, CHN. Brazil, Ceará, Guaraciaba do Norte, 04°19'55S; 40°51'8''W, 20 Apr 2014, E.M. Almeida 1137 (EAN). [Fig. 1A].

Aspidosperma pyrifolium Mart.

2n = 34, CHN. Brazil, Paraíba, Areia, 06°58'12''S; 35°42'47''W, 03 Feb 2015, A.M.S. Santos 24 (EAN). [Fig. 1B].

Mandevilla bahiensis (Woodson) M.F.Sales & Kin.-Gouv.

2n = 20, CHN. Brazil, Bahia, Piatã, 13°09'24''S; 41°45'53''W, 29 Apr 2015, L.P. Felix 15520 (EAN). [Fig. 1C].

**Mandevilla catimbauensis* Souza-Silva, Rapini, J.F. Morales

2n = 26, CHN. Brazil, Pernambuco, Buíque, 08°35'37''S; 37°12'20''W, 30 Jul 2014, J.M.P. Cordeiro 379 (EAN). [Fig. 1D].

Mandevilla dardanoi M.F.Sales

2n = 20, CHN. Brazil, Alagoas, União dos Palmares, 09°02'06''S; 35°52'32''W, 30 Oct 2014, J.M.P. Cordeiro 481 (EAN). [Fig. 1E].

**Mandevilla leptophylla* (A.DC.) K.Schum

2n = 18, CHN. Brazil, Ceará, Meruoca, 03°32'03''S; 40°26'11''W, 26 Aug 2014, *L.P. Felix* 15060 (EAN). [Fig. 1F].

Mandevilla tenuifolia (J. C. Mikan) Woodson

2n = 20, CHN. Brazil, Ceará, São Benedito, 04°7'17''S; 40°51'02''W, 20 Apr 2014, *E.M. Almeida* 1165 (EAN). [Fig. 1G].

Marsdenia caatingae Morillo

2n = 22, CHN. Brazil, Paraíba, Esperança, 7°04'19''S; 35°58'13''W, 16 Jun 2015, *A.S. Santos* 26 (EAN). [Fig. 2A].

**Marsdenia hilariana* E.Fourn.

2n = 22, CHN. Brazil, Ceará, Meruoca, 03°32'15''S ; 40°35'37''W, 26 Aug 2014, *L.P. Felix* 15063 (EAN). [Fig. 2B].

**Marsdenia megalantha* Goyder & Morillo

2n = 22, CHN. Brazil, Ceará, Quixadá, 03°48'29''S; 40°57'29''W, 21 Apr 2014, *E.M. Almeida* 1169 (EAN). [Fig. 2C].

Peltastes peltatus (Vell.) Woodson

2n = 18, CHN. Brazil, Pernambuco, Taquaritinga do Norte, 07°53'28''S; 36°02'06''W, 31 Mar 2012, *L.P. Felix* 13771 (EAN). [Fig. 2D].

**Petalostelma dardanoi* Fontella

2n = 20, CHN. Brazil, Paraíba, Cabaceiras, 07°22'39''S; 36°17'35''W, 25 Jun 2014, *J.M.P. Cordeiro* 258 (EAN). [Fig. 2E].

Tabernaemontana catharinensis A. DC.

2n = 22, CHN. Brazil, Ceará, Poranga, 04°45'17,5''S; 40°52'02''W, 18 Apr 2014, *L.P. Felix* 14943 (EAN). [Fig. 2F].

Tabernaemontana solanifolia A. DC.

2n = 22, CHN. Brazil, Bahia, Jacobina, 11°11'35''S; 40°29'51''W, 15 Jan 2015, *J.M.P. Cordeiro* 654 (EAN). [Fig. 2G].

**Temnadenia stellaris* (Lindl.) Miers

2n = 18, CHN. Brazil, Paraíba, Mamanguape, 06°44'22''S; 35°10'30''W, 27 Nov 2014, *J.M.P. Cordeiro* 591 (EAN). [Fig. 2H].

ARACEAE

***Anthurium affine* Schoot

2n = 30, CHN. Brazil, Paraíba, Areia, 7°00'31''S; 35°44'53''W, 25 Mar 2014, *E.M. Almeida* 1069 (EAN). [Fig. 3A].

COMMELINACEAE

***Aneilema brasiliense* C. B. Clarke

2n = 24, CHN. Brazil, Paraíba, Matureia, 7°14'41''S; 37°25'10''W, 14 May 2016, L.P. Felix 15908 (EAN). [Fig. 3B].

Commelina diffusa Burm. f.

2n = 30, CHN. Brazil, Paraíba, Esperança, 7°04'19''S; 35°58'13''W, 16 Jun 2015, A.S. Santos 32 (EAN). [Fig. 3C].

Commelina diffusa Burm. f.

2n = 60, CHN. Brazil, Paraíba, Areia, 7°00'31''S; 35°44'53''W, 25 Mar 2014, E.M. Almeida 1067 (EAN). [Fig. 3D].

Commelina obliqua Vahl

2n = 60, CHN. Brazil, Pernambuco, Buíque, 08°35'37''S; 37°12'18''W, 01 Jul 2015, L.P. Felix 15665 (EAN). [Fig. 3E].

Dichorisandra hexandra (Aubl.) Standl.

2n = 76, CHN. Brazil, Pernambuco, Bonito, 08°30'40''S; 35°43'26''W, 03 Jul 2015, L.P. Felix 15736 (EAN). [Fig. 3F].

Tradescantia ambigua Mart. ex Schult. & Schult.f.

2n = 24, CHN. Brazil, Paraíba, Campina Grande, 7°11'02''S; 35°59'01''W, 16 Jun 2015, A.S. Santos 18 (EAN). [Fig. 3G].

COSTACEAE

**Chamaecostus subsessilis* (Nees & Mart.) C.D. Specht & D.W. Stev.

2n = 18, CHN. Brazil, Paraíba, Areia, 7°00'31''S; 35°44'53''W, 25 Mar 2014, E.M. Almeida 1074 (EAN). [Fig. 4A]

EUPHORBIACEAE

**Cnidoscylus urens* (L.) Arthur

2n = 72, CHN. Brazil, Paraíba, Areia, 7°00'31''S; 35°44'53''W, 25 Mar 2014, E.M. Almeida 1076 (EAN). [Fig. 4B].

MELASTOMATACEAE

**Tibouchina heteromalla* (D. Don) Cogn.

2n = 36, CHN. Brazil, Paraíba, Areia, 7°00'31''S; 35°44'53''W, 25 Mar 2014, E.M. Almeida 1077 (EAN). [Fig. 4C].

SOLANACEAE

**Solanum polytrichum* Moric

2n = 24, CHN. Brazil, Bahia, Una, 15°10'37''S; 39°03'29''W, 10 Feb 2015, E.M. Almeida 1409 (EAN). [Fig. 4D].

VELLOZIACEAE

**Vellozia plicata* Mart.

$2n = 18$, CHN. Brazil, Paraíba, Patos, $7^{\circ}4'15,8''S$; $37^{\circ}13'48,2''W$, 01 Nov 2013, *L.P. Felix 14525* (EAN). [Fig. 4E].

VITACEAE

Cissus decidua Lombardi

$2n = 34$, CHN. Brazil, Paraíba, Cabaceiras, $07^{\circ}22'39''S$; $36^{\circ}17'35''W$, 24 Jun 2014, *J.M.P. Cordeiro 260* (EAN). [Fig. 4F].

Inselbergues, também denominados de afloramentos rochosos, são formações geológicas graníticas ou gnáissicas do pré-cambriano que se destacam em uma paisagem plana (Sarhou et al., 2010). Essas formações são caracterizadas por apresentarem condições edafoclimáticas mais severas em relação ao ambiente do entorno, exercendo uma função seletiva importante para a evolução e especiação vegetal. Geralmente isoladas geograficamente em relação a outros habitats, a flora dos inselbergues pode apresentar diferenciação morfológica e cromossômica, dessa forma possibilitando a avaliação de hipóteses relacionadas aos mecanismos envolvidos na diversificação das espécies (Dodsworth et al., 2016). Foram analisadas 27 espécies pertencentes a nove diferentes famílias de angiospermas, ocorrentes em inselbergues na região Nordeste do Brasil. Ênfase maior foi dada para as famílias Apocynaceae e Commelinaceae, em virtude de sua maior representatividade do número de espécies no presente trabalho. As análises cromossômicas foram realizadas por meio da coloração com o fluorocromo DAPI.

As espécies analisadas variaram de $2n = 18$ em *Mandevilla leptophylla* (Apocynaceae, Fig. 1F), *Peltastes peltatus* (Apocynaceae, Fig. 2D) e *Temnadenia stellaris* (Apocynaceae, Fig. 2H) até $2n = 76$ em *Dichorisandra hexandra* (Commelinaceae, Fig. 3F). Foram confirmadas as seguintes contagens prévias: Em Apocynaceae, $2n = 34$ para *Aspidosperma pyrifolium* (Fig. 1B); $2n = 20$ para *Mandevilla bahiensis* (Fig. 1C), *M. dardanoi* (Fig. 1E) e *M. tenuifolia* (Fig. 1G); $2n = 22$ para *Marsdenia caatingae* (Fig. 2A), *Tabernaemontana catharinensis* (Fig. 2F) e *T. solanifolia* (Fig. 2G); Em Commelinaceae, $2n = 30$ e 60 para *Commelina diffusa* (Figs. 3C, D); $2n = 60$ para *Commelina obliqua* (Fig. 3E); $2n = 76$ para *Dichorisandra hexandra* (Fig. 3F); $2n = 24$ para *Tradescantia ambigua* (Fig. 3G); Em Vitaceae, $2n = 34$ para *Cissus decidua* (Fig. 4F).

Contagens inéditas são apresentadas aqui: em Apocynaceae, $2n = 26$ para *Mandevilla catimbauensis* (Fig. 1D); $2n = 18$ para *M. leptophylla* (Fig. 1F); $2n = 22$ para *Marsdenia*

hilariana (Fig. 2B); $2n = 22$ para *M. megalantha* (Fig. 2C); $2n = 20$ para *Petalostelma dardanoi* (Fig. 2E); $2n = 18$ para *Temnadenia stellaris* (Fig. 2H); em Costaceae, $2n = 18$ para *Chamaecostus subsessilis* (Figura 4A); Euphorbiaceae: *Cnidosculus urens* with $2n = 72$ (Fig. 4B); em Melastomataceae, $2n = 36$ para *Tibouchina heteromalla* (Fig. 4C); em Velloziaceae, $2n = 18$ para *Vellozia plicata* (Fig. 4E). Novos citótipos são apresentados: em Apocynaceae, para as espécies *Allamanda doniana* com $2n = 27$ (Fig. 1A), *Peltastes peltatus* com $2n = 18$ (Fig. 2D); em Araceae, de $2n = 32$ para *Anthurium affine* (Fig. 3A); em Commelinaceae, de $2n = 24$ para *Aneilema brasiliense* (Fig. 3B).

Apocynaceae é uma família cosmopolita que compreende 400 gêneros e 5.000 espécies (Endress et al. 2007). No Brasil ocorrem cerca de 750 espécies em diversos tipos de habitat, incluindo inselbergues (Rapini, 2012; Pitrez et al., 2014). A família caracteriza-se pela marcante diversidade de números cromossômicos, que variam de $2n = 10$ em *Rhabdadenia madida* (Vell.) Miers até $2n = 230$ em *Vinca difformis* Pourr. A análise da variação cromossômica numérica indica a ocorrência de diversas séries poliploides e disploides, sugerindo que estes eventos são importantes para a diversificação da família.

A família Commelinaceae apresenta 41 gêneros e 650 espécies paleo e neotropicais (Faden, 1983). Caracteriza-se por apresentar uma ampla variação cromossômica numérica, bem como pela escassez de revisões de números cromossômicos. Até o momento, apenas uma revisão sobre evolução cromossômica foi realizada para a família, indicando a ocorrência de séries disploides e poliploides variando de $x = 4$ a $x = 20$ (Jones & Jopling, 1972).

O gênero *Commelina* apresenta 170 espécies, sendo considerado o maior da família Commelinaceae (Hassemer, 2017). O grupo apresenta distribuição cosmopolita, podendo também ocupar uma grande diversidade de habitats, com espécies terrestres, rupícolas e aquáticas. No Brasil ocorrem em todas as regiões do país, sendo reconhecidas apenas nove espécies, das quais três são endêmicas (Aona & Pellegrini, 2015). Para o gênero é conhecida a série disploide com $n = 10, 11, 13, 14, 15$, e um conjunto de números cromossomos possivelmente derivados por poliploidia ($n = 21, 24, 26, 28, 29, 30, 42, 45, 60, 75$). Na presente análise, *Commelina diffusa* apresentou $2n = 30$ e $2n = 60$ em diferentes inselbergues, enquanto *C. obliqua* apresentou $2n = 60$ para todas as populações analisadas. Há registros na literatura de $2n = 60$ para *C. erecta* L. e $2n = 30$ em *C. rufipes* Seub.

analisadas por Pitrez et al. (2001) em diferentes populações ocorrentes em diversos tipos de habitat.

Literature Cited

- Aona, L.Y.S., Pellegrini, M.O.O.** 2015. *Commelinaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.
- Dodsworth, S., Chase, M.W., Leitch, A.R.** 2016. Is post-polyploidization diploidization the key to the evolutionary success of angiosperms? *Bot. J. Linn. Soc.* 180: 1–5.
- Endress, M. E, Liede-Schumann, S., Meve, U.** 2007. Advances in Apocynaceae: the enlightenment, an introduction. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 94: 259-267.
- Faden, R.B.** 1983. Phyto geography of African Commelinaceae. *Bothalia* 14: 553–557.
- Guerra, M. & Souza, M.J.** 2002. *Como observar cromossomos: Um guia de técnicas em citogenética vegetal, animal e humana*, 1st ed. FUNPEC: Ribeirão Preto.
- Hagerup, O.** 1932. Ueber polyploidie in beziehung zu klima, oökologie und phylogenie. *Hereditas* 16: 19–40.
- Hassemer, G.** 2017. Taxonomic and nomenclatural notes on neotropical *Commelina* (Commelinaceae), and an identification key for Brazil, Guyana, Paraguay, Suriname and Uruguay. *Phytotaxa* 303: 101–117.
- Keith Jones, F.L.S. & Jopling, C.** 1972. Chromosomes and the classification of the Commelinaceae. *Bot. J. Linn. Soc.* 65: 129-162.
- Pitrez S.R., Andrade, L.A., Assis, F.N.M., Felix, L.P.** 2014a. Is there a relationship between polyploidy and stressful environments? A case study of inselbergs in northeastern Brazil. *Genet. Mol. Res.* 13: 8353-8366.
- Pitrez, S.R., Felix, L. P., Barreto, R., Guerra, M.** 2001. Números cromossômicos de espécies de Commelinaceae R. Br. ocorrentes no nordeste do Brasil. *Bol. Bot. Univ. São Paulo* 19: 7-14.
- Rapini, A.** 2012. Taxonomy “under construction”: advances in the systematics of Apocynaceae, with emphasis on the Brazilian Asclepiadoideae. *Rodriguésia* 63: 75-88.
- Sarthou, C., Larpin, D., Fonty, E., Pavoine, S., Ponge, JF.** 2010. Stability of plant communities along a tropical inselberg ecotone in French Guiana (South America). *Flora* 205: 682-694.

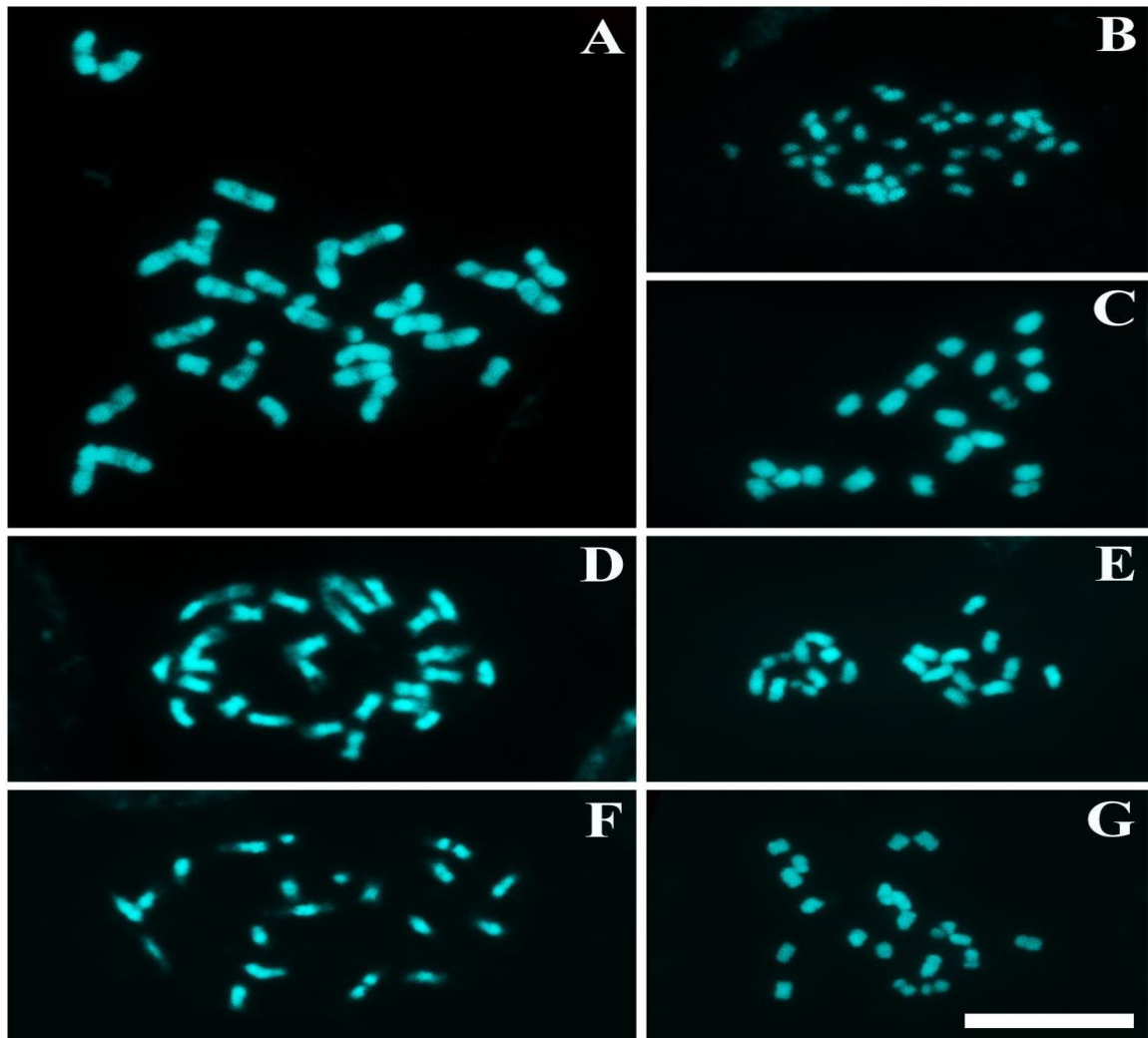


Fig. 1. Metáfases mitóticas de representantes da família Apocynaceae ocorrentes em inselbergues: **A.** *Allamanda doniana*, $2n = 27$; **B.** *Aspidosperma pyrifolium*, $2n = 34$; **C.** *Mandevilla bahiensis*, $2n = 20$; **D.** *M. catimbauensis*, $2n = 26$; **E.** *M. dardanoi*, $2n = 20$; **F.** *M. leptophylla*, $2n = 20$; **G.** *M. tenuifolia*, $2n = 20$. Escala em G = 10 μm .

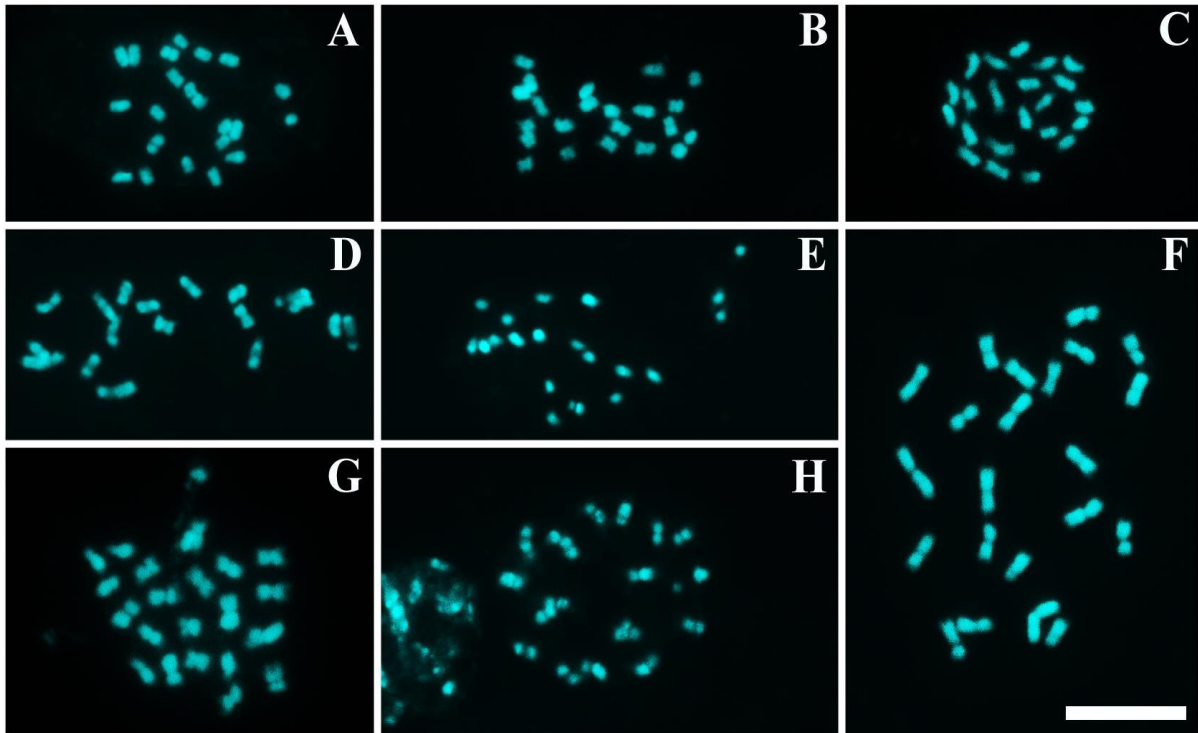


Fig. 2. Metáfases mitóticas de representantes da família Apocynaceae ocorrentes em inselbergues: **A.** *Marsdenia caatingae*, $2n = 22$; **B.** *M. hilariana*, $2n = 22$; **C.** *M. megalantha*, $2n = 22$; **D.** *Peltastes peltatus*, $2n = 18$; **E.** *Petalostelma dardanoi*, $2n = 20$; **F.** *Tabernaemontana catharinensis*, $2n = 22$; **G.** *T. solanifolia*, $2n = 22$; **H.** *Temnadenia stellaris*, $2n = 18$. Escala em **F** = 10 μm .

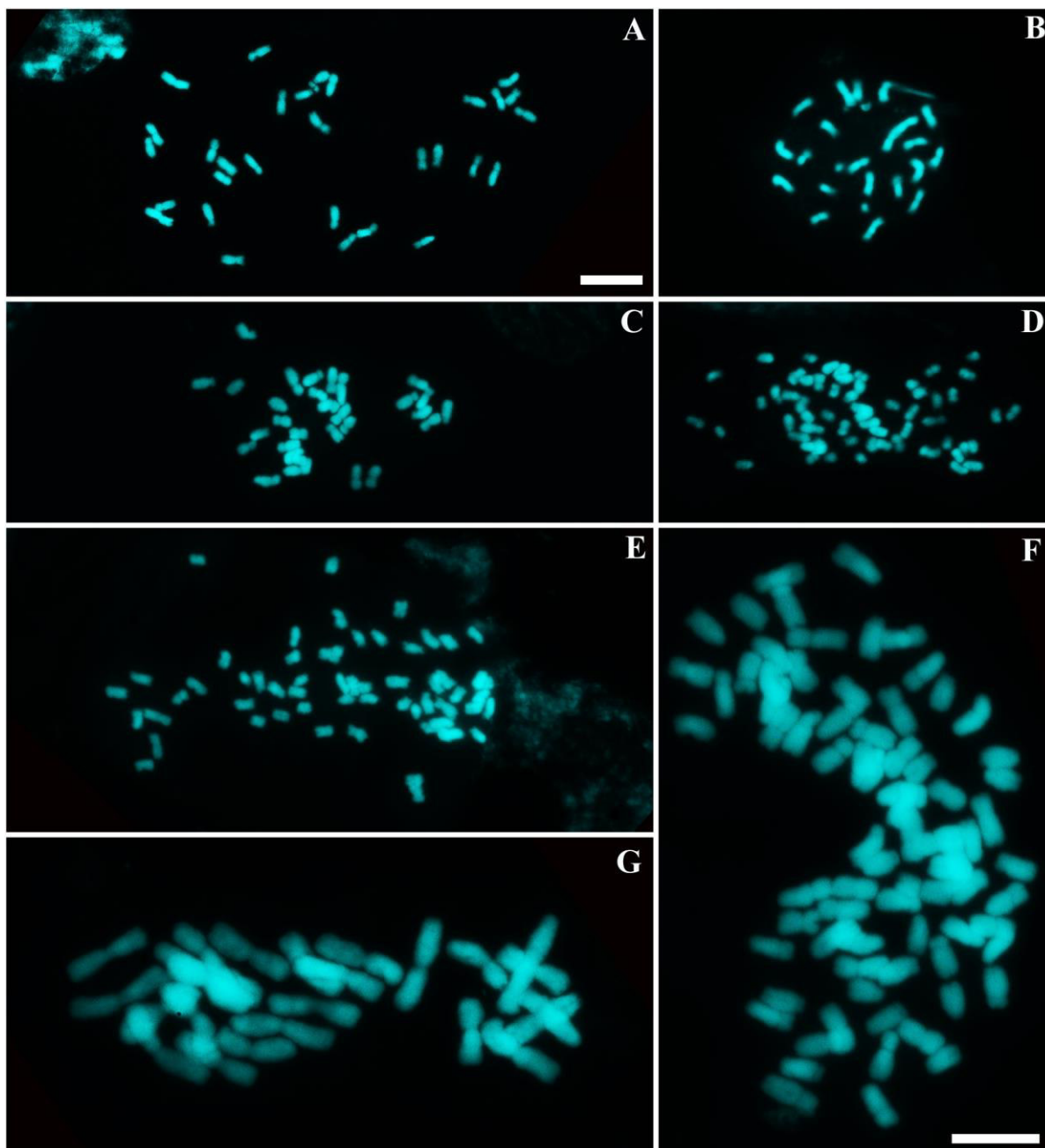


Fig. 3. Metáfases mitóticas de espécies ocorrentes em inselbergues: Araceae – **A.** *Anthurium affine*, $2n = 30$; Commelinaceae – **B.** *Aneilema brasiliense*, $2n = 24$; **C.** *Commelina diffusa*, $2n = 30$; **D.** *C. diffusa*, $2n = 60$; **E.** *C. obliqua*, $2n = 60$; **F.** *Dichorisandra hexandra*, $2n = 76$; **G.** *Tradescantia ambigua*, $2n = 24$; Escala em **A** e **F** = 10 μm .

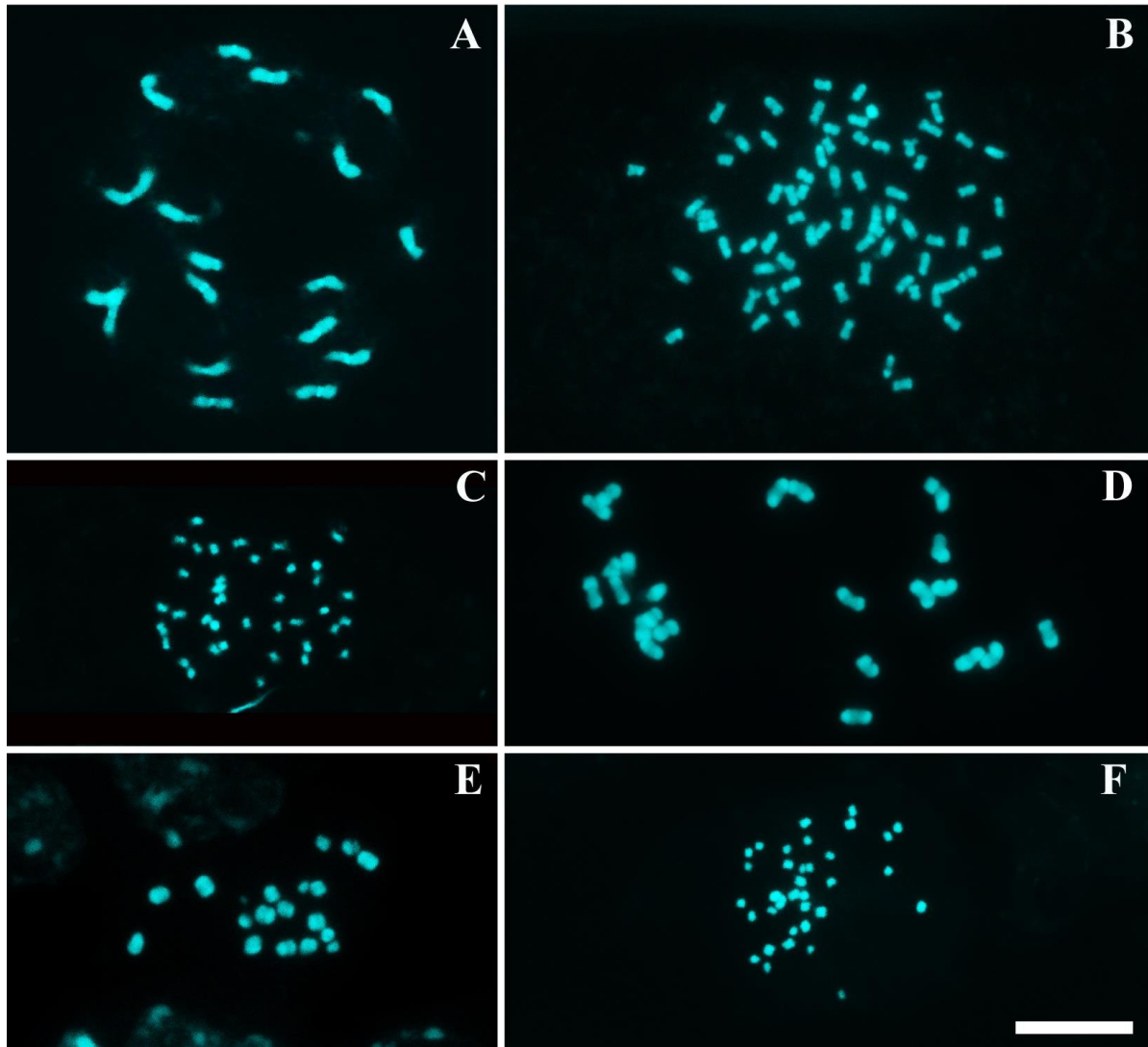


Fig. 4. Metáfases mitóticas de espécies ocorrentes em inselbergues: Costaceae – **A**, *Chamaecostus subsessilis*, $2n = 18$; Euphorbiaceae – **B**, *Cnidoscopus urens*, $2n = 72$; Melastomataceae – **C**, *Tibouchina heteromalla*, $2n = 36$; Solanaceae – **D**, *Solanum polytrichum*, $2n = 24$; Velloziaceae – **E**, *Vellozia plicata*, $2n = 18$; Vitaceae – **F**, *Cissus decidua*, $2n = 34$. Escala em **F** = 10 μm .

4. CONCLUSÕES GERAIS

1. A poliploidia e a disploidia são os principais mecanismos de evolução cariotípica envolvidos na diversificação em Apocynaceae;

2. A família Apocynaceae provavelmente originou-se a partir de um ancestral com $n = 8, 9, 10$ ou 11 , sendo $x = 11$ o mais provável número básico de Rauvolfioideae. A subfamília Apocynoideae claramente apresenta número básico $x = 11$. O clado “Novo Mundo” (Apocynoideae: Echiteae, Odontadenieae e Mesechiteae) possivelmente surgiu a partir de um ancestral com $x = 11$. As subfamílias irmãs Asclepiadoideae e Secamonoideae, que formam um clado irmão com Baisseeae, também apresentam número básico $x = 11$. A subfamília Periplocoideae possivelmente divergiu de um ancestral com $x = 11$;

3. Não há tendência de evolução cariotípica diferente para as espécies da família Apocynaceae que ocorrem em inselbergues, quando comparadas as que ocorrem em outros tipos de habitat;

4. Espécies diploides de Apocynaceae são mais frequentemente encontradas em inselbergues da região Nordeste do Brasil;

5. As espécies de Apocynaceae, que ocorrem em inselbergues, apresentam três tipos de bandas: bandas $CMA^+/DAPI^-$, bandas $CMA^-/DAPI^+$ e $CMA^0/DAPI^+$, com elevada variação em localização, número e tamanho. Bandas $CMA^+/DAPI^-$ ocorrem em todas as espécies analisadas, e algumas delas possivelmente representam um tipo de heterocromatina associada às RONS;

6. Das 27 espécies ocorrentes em inselbergues no nordeste do Brasil analisadas sete são poliploides, ocorrendo especialmente nas famílias Apocynaceae, Commelinaceae, Euphorbiaceae e Melastomataceae.

ANEXOS

ANEXO A –

Tabela 2: Principais registros de números cromossômicos para representantes da família Apocynaceae, ordenados por subfamílias.

Subfamília	Números cromossômicos		
Rauvolfioideae	Variação cromossômica diploide para a subfamília		
83 gêneros/ca.700 espécies	2n = 16, 18, 20, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 32, 33, 34, 36, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 54, 55, 66, 68, 72, 80, 88, 90, 92, 160, 190, 230		
Gênero/espécie	n*	2n*	Referências
Acokanthera G. Don			
<i>A. oblongifolia</i> (Hochst.) Benth. & Hook. ex B. D. Jacks.		22	VA85; KS87; FE74
Allamanda L.			
<i>A. blanchetii</i> A. DC.	9	26, 36	BR81; CD17; FE74
<i>A. cathartica</i> L.	9	18	DB81; BR81
<i>A. doniana</i> M. Arg.		18, 27	CD17
<i>A. nobilis</i> T. Moore	9	18	SC51
<i>A. puberula</i> A. DC.		22	CD17
<i>A. schottii</i> Pohl		18	VA85; RS60
Alstonia R. Br.			
<i>A. boonei</i> D. Wild.		42, 88	VA79; VA85
<i>A. congensis</i> Engl.		ca. 80, 88	CA58a; FE74
<i>A. macrophylla</i> Wall. ex G. Don	11	22	CA58a; FE74; KS87
<i>A. scholaris</i> (L.) R. Br.	20	22, 44	MB69; DM72; FE74, ME76; CR77; KS87
<i>A. venenata</i> R. Br.	11		SI82
<i>A. vieillardii</i> V. Heurck & M. Arg.	11		CM86
<i>A. yunnanensis</i> Diels		44	VA79
Alyxia Banks ex R.Br.			
<i>A. gynopogon</i> Roem. & Schult.		ca. 36	DM03
<i>A. ruscifolia</i> R. Br.		36	VA85
<i>A. sinensis</i> Champ. ex Benth.		36	VA85
<i>A. stellata</i> (J. R. Forst. & G. Forst.) Roem. & Schult.		34, 36, ~39, ~160-190	FE74; BO64; KI05
Amsonia Walter			
<i>A. ciliata</i> Walter	11	22	SM92
<i>A. elliptica</i> (Thunb.) Roem. & Schult.	11	22	CA59; FE74
<i>A. illustris</i> Woodson	11	22	VA85
<i>A. ludoviciana</i> Small	11		LE87
<i>A. orientalis</i> Decne.	8	16	FE74
<i>A. peeblesii</i> Woodson	11		PA85
<i>A. tabernaemontana</i> Walter	11	22, 32	GA78; VA85;
<i>A. tomentosa</i> Torr. & Frém.	11	22	CA60

Tabela 2: Continuação...

Ancylobotrys Pierre			
<i>A. amoena</i> Hua	11	22	FE74; VA85
<i>A. capensis</i> (Oliv.) Pichon	33	66	
<i>A. scandens</i> (Schumach.) Pichon	22	44	
Aspidosperma Mart. & Zucc.			
<i>A. macrocarpon</i> Mart.		34	ChromoPar
<i>A. pyriformium</i> Mart.		34	ChromoPar; PT17
<i>A. quebracho-blanco</i> Schltldl.	18	36	ChromoPar; PI87
Callichilia Stapf			
<i>C. barteri</i> (Hook.) Stapf		22	VA85
<i>C. monopodialis</i> (K. Schum.) Stapf		22	VA85
<i>C. subsessilis</i> (Benth.) Stapf		22	CA60, FE74, VA85
Carissa L.			
<i>C. bispinosa</i> (L.) Desf. ex Brenan	11	22	CR77; VA85; SD86
<i>C. carandas</i> L.	11	22	DW55; FE74, CR77; BR81; SD81; SD86; KS87
<i>C. macrocarpa</i> (Eckl.) A. DC.	11,33	22, 66	FE74; VA79; SD81; VA85; SD86; KS87
<i>C. spinarum</i> L.	11	22,28	DW55; FE74; CR77; GA78; BR81; GO81; VA85; SD86; KS87
Cascabela Rafinesque-Schmaltz			
<i>C. thevetia</i> (L.) Lippold		18, 20	DW55; FE74; VA85; KS87; SO97
Catharanthus G. Don			
<i>C. longifolius</i> (Pichon) Pichon		16	VE74
<i>C. ovalis</i> Markgr.		16	VE74
<i>C. pusillus</i> (Murray) G. Don	8, 23	16, 46	SA79; BR87; KS87
<i>C. roseus</i> (L.) G. Don	8	16, 24, 32	DS70; DM72; RE83; BR87; KS87
<i>C. trichophyllus</i> (Baker) Pichon		16	VE74
Cerbera L.			
<i>C. manghas</i> L.		40	VA85; SA03
<i>C. odollam</i> Gaertn.		40	KS87; RA40
Dictyophleba Pierre			
<i>D. leonensis</i> (Stapf) Pichon		22	VA85
Diplorhynchus Welw. ex Ficalho & Hiern			
<i>D. condylocarpon</i> (M. Arg.) Pichon		22	VA85
Gonioma E. Mey.			
<i>G. kamassi</i> E. Mey.		20	VA85

Tabela 2: Continuação...

<i>H. speciosa</i> Gomes	22	PE99
Himatanthus Wild. ex Schult.		
<i>H. bracteatus</i> (A. DC.) Woodson	18	LO70; CD17
Hunteria Roxb.		
<i>H. ghanensis</i> J. B. Hall & Leeuwenb.	22	VA85
<i>H. umbellata</i> (K. Schum.) Hallier	22	CA58b; FE74; GA77; VA79; VA85
<i>H. zeylanica</i> (Retz.) Gardner ex Thwaites	22	FE74; KS87
Kopsia Blume		
<i>K. arborea</i> Blume	72	FE74; VA85; KS87
<i>K. fruticosa</i> (Roxb.) A. DC.	22, 36	VA85, KS87
Landolphia P. Beauv.		
<i>L. dulcis</i> (Sabine) Pichon	22	CA60; FE74
<i>L. incerta</i> (K. Schum.) J. G. M. Pers.	22	VA85
<i>L. landolphioides</i> (Hallier) A. Chev.	22	VA85
<i>L. leptantha</i> (K. Schum.) J. G. M. Pers.	22	VA85
<i>L. membranacea</i> (Stapf) Pichon	22	VA85
<i>L. micrantha</i> (A. Chev.) Pichon	22	VA85
<i>L. nitidula</i> J. G. M. Pers.	22	VA85
<i>L. parvifolia</i> K. Schum.	22	VA85
Melodinus J.R. Forst. & G. Forst.		
<i>M. cochinchinensis</i> (Lour.) Merr.	11	BE80
Molongum Pichon		
<i>M. lucidum</i> (Kunth) Zarucchi	c. 11	ZA87
Mortoniella Woodson		
<i>M. pittieri</i> Woodson	32	GO79
Ochrosia Juss.		
<i>O. coccinea</i> (Teijsm. & Binn.) Miq.	22	VA85
<i>O. nakaiana</i> (Koidz.) Koidz. ex H. Hara	20	GO81
<i>O. oppositifolia</i> (Lam.) K. Schum.	22	VA85
Orthopichonia H. Huber		
<i>O. indeniensis</i> (A. Chev.) H. Huber	22	VA85
Picralima Pierre		
<i>P. nitida</i> (Stapf) T. Durand & H. Durand	22	GA72; VA79; VA85
Pleiocarpa Benth.		
<i>P. mutica</i> Benth.	22	CA60; VA79; VA85

Tabela 2: Continuação...

Plumeria L.			
<i>P. alba</i> L.		36, 44, 46, 54	RC74; SH70; DM72; FE74; SI51; RS60; RO64
<i>P. obtusa</i> L.		36	FR70
<i>P. rubra</i> L.	18	36, 45	RE83; GI90; RC74; SH70; DM72; BA73; FE74; SI51; NA62; RS60; RO64
Pteralyxia K. Schum. & Prantl			
<i>P. kauaiensis</i> Caum		34-36	KI05
Rauvolfia L.			
<i>R. caffra</i> Sond.		44	VA85; KS87
<i>R. ligustrina</i> Willd. ex Roem. & Schult.		22, 44	CD17; CD18
<i>R. mannii</i> Stapf		22, 44	VA79; VA85
<i>R. mombasiana</i> Stapf		22	VA85
<i>R. serpentina</i> (L.) Benth. ex Kurz	11	20, 22, 44	CA58b; FE74; DE79; BD82; KS87; BS89
<i>R. sumatrana</i> Jack	88		SD73
<i>R. tetraphylla</i> L.	33	44, 55, 66, 68, 88	CA58B; SD76; DE79; KS87; BS89;
<i>R. verticillata</i> (Lour.) Baill.	11	22, 44	FE74; VA79, VA85; KS87
<i>R. vomitoria</i> Afzel.	11	22, 66	GA77; GO81; VA85; KS87; BS89
Rhazya Decne.			
<i>R. stricta</i> Decne.	11	22	BA69; KS87
Rhigospira Miers			
<i>R. quadrangularis</i> (M. Arg.) Miers	c. 11		ZA87
Saba (Pichon) Pichon			
<i>S. senegalensis</i> (A. DC.) Pichon		22	FE74
Schizozygia Baill.			
<i>S. coffaeoides</i> Baill.		22	VA85
Spongiosperma Zarucchi			
<i>S. macrophyllum</i> (M. Arg.) Zarucchi	c. 22		ZA87
Tabernaemontana L.			
<i>T. africana</i> Hook.		22	CA58b; FE74; VA85
<i>T. alternifolia</i> L.	11		SC94
<i>T. amygdalifolia</i> Jacq.		22	FE74; KS87
<i>T. aurantiaca</i> Gaudich.		22	VA85
<i>T. catharinensis</i> A. DC.		18, 22	PI97; CD17; PT17
<i>T. contorta</i> Stapf		22	VA85
<i>T. crassa</i> Benth.		22	CA60; FE74; VA85

Tabela 2: Continuação...

<i>T. dichotoma</i> Roxb. ex Wall.		22	FE74; KS87
<i>T. divaricata</i> (L.) R. Br. ex Roem. & Schult.	8-11, 14, 17	22,23,33, 34	HS67; RC69; FE74; RC74; SD76; DE81; VA85; CB87; KS87; CB88
<i>T. donnell-smithii</i> Rose ex J. D. Sm.	19		BA73
<i>T. eglandulosa</i> Stapf		22	CA58b; FE74; VA79
<i>T. elegans</i> Stapf		22	VA85
<i>T. glandulosa</i> (Stapf) Pichon		22	VA85
<i>T. heterophylla</i> Vahl		22	VA79
<i>T. litoralis</i> Kunth		22	VA85
<i>T. pachysiphon</i> Stapf.	11		GO91
<i>T. pandacaqui</i> Lam.		22	VA85
<i>T. penduliflora</i> K. Schum.		22	VA79
<i>T. solanifolia</i> A. DC.		22	CD17
<i>T. sphaerocarpa</i> Blume		66	VA85
<i>T. stenosphon</i> Stapf		22	VA85
<i>T. tomentosa</i> (Greenm.) A. O. Simões & M. E. Endress		22	VA85
<i>T. ventricosa</i> Hochst. ex A. DC.		22	GA78; VA79; VA85
Tabernanthe Baill.			
<i>T. iboga</i> Baill.		22	CA60; FE74; VA85
Thevetia L.			
<i>T. neriifolia</i> Juss. ex Steud.	10, 11	20, 22	UG83; GA77; MG68; DM72; RS60; RO64; GA77
Vahadenia Stapf			
<i>V. caillei</i> (A. Chev.) Stapf ex Hutch. & Dalziel		22	CA60; FE74
Vallesia Ruiz & Pav.			
<i>V. baileyana</i> Woodson	11		BP86
<i>V. glabra</i> (Cav.) Link	11	22	ChromoPar; NR81; VA85; BE90
Voacanga Thouars			
<i>V. africana</i> Stapf ex Scott-Elliot		22	GA77; VA85
<i>V. bracteata</i> Stapf		20, 22	CA58b; FE74; VA85
<i>V. caudiflora</i> Stapf		22	VA85
<i>V. grandifolia</i> (Miq.) Rolfe		22	FE74, KS87
<i>V. thouarsii</i> Roem. & Schult.		22	CA64; FE74
Vinca L.			
<i>V. difformis</i> Pourr.		46, 230	PA38; BO45; DW55; FQ71; FE74; OG06
<i>V. herbacea</i> Waldst. & Kit.		46, 92	FE74; MA78; SF81; DO97; OG06

Tabela 2: Continuação...

<i>V. major</i> L.	16, 90, 92	RU41; FE74; RO83; SE84; KS87; PC03; OG06
<i>V. minor</i> L.	32, 46	PA38; FE74; KL78; DO97
Subfamília Apocynoideae 80 gêneros/822 espécies Gênero/espécie		
Números cromossômicos Variação cromossômica diploide para a subfamília $2n = 12, 16, 18, 20, 22, 24, 27, 44$		
	n*	2n*
		Referências
<i>Adenium</i> Roem. & Schult.		
<i>A. multiflorum</i> Klotzsch	22	FE74; DA99
<i>A. obesum</i> (Forssk.) Roem. & Schult.	22	FE74; VA85; KS87; DA99
<i>A. swazicum</i> Stapf	44	DA99
<i>Aganosma</i> (Blume) G. Don		
<i>A. blumei</i> Wight	22	FE74; KS87
<i>Apocynum</i> L.		
<i>A. androsaemifolium</i> L.	11	16, 22 DA55; FE74; LL82; WS88
<i>A. cannabinum</i> L.	11	16, 22 DA55; FE74; LL82; VA85; HI89
<i>A. pictum</i> Schrenk		20 KO93
<i>A. venetum</i> L.	16, 20, 22	DA55; FE74; VA85; KO93
<i>Baissea</i> A. DC.		
<i>B. axillaris</i> (Benth.) Hua	22	GA77
<i>B. baillonii</i> Hua	22	GA77; VA85
<i>B. gracillima</i> (K. Schum.) Hua	22	VA85
<i>B. leonensis</i> Benth.	22	VA85
<i>B. multiflora</i> A. DC.	22	FE74
<i>Beaumontia</i> Wall.		
<i>B. grandiflora</i> Wall.	24	FE74; KS87
<i>Chonemorpha</i> G. Don f.		
<i>C. fragrans</i> (Moon) Alston	20	FE74; KS87
<i>Cycladenia</i> Benth.		
<i>C. humilis</i> Benth.	7	PA90
<i>Echites</i> P. Browne		
<i>E. umbellatus</i> Jacq.	12	FR70

Tabela 2: Continuação...

Farquharia Stapf			
<i>F. elliptica</i> Stapf		22	CA60; FE74
Forsteronia G. Mey.			
<i>F. pubescens</i> A. DC.		18	PI97
Funtumia Stapf			
<i>F. africana</i> (Benth.) Stapf		22, 24	CA58b
<i>F. elastica</i> (Preuss) Stapf		22	CA58b; KS87
Holarrhena R. Br.			
<i>H. floribunda</i> (G. Don) T. Durand & Schinz		20	MJ72
<i>H. pubescens</i> Wall. ex G. Don	11	22	MB69; DM72; ME76; SD76; CR77; DE78; GO81; KS87; SR03
Ichnocarpus R. Br			
<i>I. frutescens</i> (L.) W. T. Aiton	10	20	CA63; FE74; KS87
Isonema R. Br.			
<i>I. smeathmannii</i> Roem. & Schult.		22	VA85
Mandevilla Lindl.			
<i>M. bahiensis</i> (Woodson) M. F. Sales & K. - Gouv.		20	CD17
<i>M. catimbauensis</i> Souza-Silva, Rapini, J.F. Morales		27	PT17
<i>M. dardanoi</i> M. F. Sales & K. -Gouv. & A. O. Simões		20	CD17
<i>M. hatschbachii</i> M. F. Sales & K. -Gouv. & A. O. Simões		20	CD17
<i>M. leptophylla</i> (A.DC.)K.Schum		18	PT17
<i>M. moricandiana</i> (A. DC.) Woodson		20	CD17
<i>M. pentlandiana</i> (DC.) Woodson		16	MA87
<i>M. petraea</i> (A. S. -Hil.) Pichon		16	SX00
<i>M. sancta</i> (Stadelm.) Woodson		20	CD17
<i>M. tenuifolia</i> (J. C. Mikan) Woodson		20	CD17; CD18
<i>M. virescens</i> (A. S. -Hil.) Pichon		16	SX00
Mascarenhasia A. DC.			
<i>M. arborescens</i> A. DC.		22	DW55; FE74; VA85
Nerium L.			
<i>N. oleander</i> L.	11	16, 22	TJ48; DW55; LL71; FE74; CR77; GA77; KS87; KA93; PE99
Odontadenia Benth.			
<i>O. hypoglauca</i> (Stadelm.) M. Arg.		18	CD17
<i>O. macrantha</i> (Roem. & Schult.) Markgr.		24	FE74; KS87

Tabela 2: Continuação...

Oncinotis Benth.			
<i>O. gracilis</i> Stapf		22	CA60; FE74
Orphanthera Wight			
<i>O. albida</i> Schinz		22	AL90
Pachypodium Lindl.			
<i>P. bispinosum</i> (L.) A. DC.		18	SL72
<i>P. brevicaule</i> Baker		18	SL72
<i>P. densiflorum</i> Baker		18	SL72
<i>P. geayi</i> Costantin & Bois		18	SL72
<i>P. horombense</i> Poiss.		18	SL72
<i>P. lamerei</i> Drake		18	MJ72; DA98
<i>P. lealii</i> Welw.		18	SL72
<i>P. namaquanum</i> (Wyley) Welw.		18	SL72; DA98
<i>P. rosulatum</i> Baker		18	MJ72; SL72; DA98
<i>P. rutenbergianum</i> Vatke		18	SL72
<i>P. saundersii</i> N. E. Br.		18	SL72
<i>P. windsorii</i> Poiss.		18	RA72; SL72
Parsonsia R. Br.			
<i>P. capsularis</i> (G. Forst.) R. Br.		18	GO81
<i>P. heterophylla</i> A. Cunn.		18	GO81
<i>P. praeruptis</i> Heads & P. J. de Lange		18	ML99
Peltastes Woodson			
<i>P. peltatus</i> (Vell.) Woodson		18, 20	CD17; PT17
Pentalinon Voigt			
<i>P. luteum</i> (L.) B. F. Hansen & Wunderlin		12	FR72
Pleioceras Baill.			
<i>P. barteri</i> Baill.		22	CA60; FE74
Prestonia R. Br.			
<i>P. quinquangularis</i> (Jacq.) Spreng.	16, 17	18	ChromoPar; CS69; VA85
Rhabdadenia Müll. Arg.			
<i>R. madida</i> (Vell.) Miers		10	SA15
Stephanostema K. Schum.			
<i>S. stenocarpum</i> K. Schum.	7	22	RM81; VA85
Stipecoma Müll. Arg.			
<i>S. peltigera</i> (Stadelm.) M. Arg.		18	CD17
Strophanthus DC.			
<i>S. arnoldianus</i> D. Wild. & T. Durand		20	DA55
<i>S. caudatus</i> (L.) Kurz	10	20	SD73; KS87
<i>S. divaricatus</i> (Lour.) Hook. & Arn.		18	AV82

Tabela 2: Continuação...

<i>S. gratus</i> (Wall. & Hook.) Baill.		18, 20	DA55; AV82; KS87
<i>S. hispidus</i> DC.		18, 20	AV82; DW55
<i>S. kombe</i> Oliv.		20	DW55
<i>S. petersianus</i> Klotzsch		20	DW55
<i>S. preussii</i> Engl. & Pax		20	DW55
<i>S. sarmentosus</i> DC.		18, 20	DW55; CA63; AV82
<i>S. speciosus</i> (Ward & Harv.) Reber		18, 20	DW55; VA85
<i>S. wallichii</i> A. DC.	11	22	BE81; eFlora
<i>S. wightianus</i> Wall. ex Wight		20	KS87
<i>Temnadenia</i> Miers			
<i>T. violacea</i> (Vell.) Miers		18	CD17
<i>T. stellaris</i> (Lindl.) Miers		20	PT17
<i>Trachelospermum</i> Lem.			
<i>T. asiaticum</i> (Siebold & Zucc.) Nakai		20	ON75; ON77; eFlora
<i>T. jasminoides</i> (Lindl.) Lem.		20	DW55; FE74; VA85; KS87; eFlora
<i>Urceola</i> Roxb.			
<i>U. rosea</i> (Hook. & Arn.) D. J. Middleton	10	20	HS68; eFlora
<i>Vallaris</i> Burm. f.			
<i>V. solanacea</i> (Roth) Kuntze	10, 11	20, 22	DW55; BE80; KS87; FE74; eFlora
<i>Wrightia</i> R. Br.			
<i>W. arborea</i> (Dennst.) Mabb.	11	22	FE74; ME76; KS87; BY90; GI90; eFlora
<i>W. coccinea</i> (Roxb.) Sims		22	FE74; OK86; KS87; eFlora
<i>W. laevis</i> Hook.		22	eFlora
<i>W. religiosa</i> (Teijsm. & Binn.) Benth. ex Kurz		22	eFlora
<i>W. tinctoria</i> R. Br.	10, 11	20, 22	CA63; CA64; FE74; BY90; GI90
Subfamília		Números Cromossômicos	
Asclepiadoideae		Varição cromossômica diploide para a subfamília	
172 gêneros/2.365 espécies		$2n = 16, 18, 20, 22, 23, 24, 33, 43, 44, 46, 66, 110, 121, 132, 154$	
Gênero/espécie	n*	2n*	Referências
<i>Alexitoxicon</i> St.-Lag.			
<i>A. acuminatum</i> (Decne.) Pobed.		22	PS83
<i>Angolluma</i> R. Munster			
<i>A. araysiana</i> (Lavranos & Bilaidi) Plowes		22	AL74
<i>A. kochii</i> (Lavranos) Plowes		22	AU94
<i>A. sacculata</i> (N. E. Br.) Plowes		22	AU94

Tabela 2: Continuação...

<i>Antitoxicum</i> Pobed.			
<i>A. medium</i> (Decne.) Pobed.		24	FE74
<i>Araujia</i> Brot.			
<i>A. sericifera</i> Brot.		20, 22	PA33a; PA33b; DW55; GA69; FE74
<i>Asclepias</i> L.			
<i>A. auriculata</i> Kunth	11		NW71
<i>A. campestris</i> Vell.	11	22	SN79
<i>A. circinalis</i> (Decne.) Woodson	11		NW71
<i>A. cordifolia</i> (Benth.) Jeps.	11		NW71
<i>A. curassavica</i> L.	11	22	PA33a; PA33b; DW55; CA64; OR67; GA69; SH70; NW71; JS72; SA73; SN77; KS87; SA88; CD17; eFlora
<i>A. erosa</i> Torr.	11		NW71
<i>A. exaltata</i> L.		22	HI95
<i>A. fascicularis</i> Decne.	11		NW71
<i>A. glaucescens</i> Kunth	11		NW71
<i>A. incarnata</i> L.		22	LL82
<i>A. lanuginosa</i> Nutt.	11	22	NW71; LL82
<i>A. latifolia</i> (Torr.) Raf.		22	DW55
<i>A. linaria</i> Cav.	11		NW71
<i>A. lynchiana</i> Fishbein	11		NW71
<i>A. ovalifolia</i> Decne.		22	LL82
<i>A. ovata</i> M. Martens & Galeotti	11		NW71
<i>A. speciosa</i> Torr.	11	22	DW55; NW71; LL82
<i>A. subulata</i> Decne.		22	PA33a
<i>A. sullivantii</i> Engelm. ex A. Gray		22	DW55
<i>A. syriaca</i> L.		22	DW55; FS81; LL82; MA87a; JA90; PO90; VI92; HI95; UK00
<i>A. tuberosa</i> L.		22	DW55
<i>A. verticillata</i> L.		22	LL82
<i>A. vestita</i> Hook. & Arn.	11		NW71
<i>A. viridiflora</i> Raf.		22	LL82
<i>Baynesia</i> Bruyns			
<i>B. lophophora</i> Bruyns		22	CD10
<i>Blepharodon</i> Decne.			
<i>B. pictum</i> (Vahl) W. D. Stevens		22	MO02
<i>Brachystelma</i> R. Br.			
<i>B. arnottii</i> Baker		22	AA87
<i>B. bourneae</i> Gamble		22	CD14
<i>B. bracteolatum</i> Meve		22	ME77
<i>B. ciliatum</i> Arekal & T. M. Ramakrishna		22	RA81a; RA81b

Tabela 2: Continuação...

<i>B. cupulatum</i> R. A. Dyer		22	AD83
<i>B. dinteri</i> Schltr.		22	AL81; AD83
		22	AL90
<i>B. gracile</i> E. A. Bruce			
<i>B. kolarenses</i> Arekal & T. M. Ramakrishna		22	RA81a
<i>B. laevigatum</i> Hook.		22	RA81a
<i>B. malwanense</i> S. R. Yadav & N. P. Singh		22	CD14
<i>B. mortonii</i> C. C. Walker		22	MP93
<i>B. plocamoides</i> Oliv.		22	AL90; MP93
<i>B. praelongum</i> S. Moore		22	CD10
<i>B. rubellum</i> (E. Mey.) Peckover		22	CD10
<i>B. stenophyllum</i> (Schltr.) R. A. Dyer		22	AA87
<i>Calotropis</i> R. Br.			
<i>C. gigantea</i> (L.) Dryand.	11	22	CA58b; JS72; FE74; SN77; MU80; KS87; SA88; eFlora
<i>C. procera</i> (Aiton) Dryand.	11	22	CA58b; CA63; BH71; BR72; BM72; FE74; BS79; SI79; BS80; SB83; KS87
<i>Caralluma</i> R. Br			
<i>C. adenensis</i> (Deflers) A. Berger		22	RE73; AL76; NA91a
<i>C. adscendens</i> (Roxb.) R. Br.		22	NA81
<i>C. awdeliana</i> (Deflers) A. Berger		22	AL74
<i>C. burchardii</i> N. E. Br.	66, 110, 121, 132, 142		RE72; BO74; AL77; AL81; AD83; ME95
<i>C. caudata</i> N. E. Br.		22	LE73; AA87
<i>C. cicatricosa</i> (Deflers) N. E. Br.		22	AL81
<i>C. congestiflora</i> P. R. O. Bally		22	AL74
<i>C. crenulata</i> Wall.		22	RE72; KS87
<i>C. dalzielii</i> N. E. Br.		22	CA63; AD83; AL77
<i>C. diffusa</i> (Wight) N. E. Br.		22	NS84
<i>C. edithiae</i> N. E. Br.		22	AL74
<i>C. edulis</i> (Edgew.) Benth. ex Hook.		22	PB74
<i>C. europaea</i> (Guss.) N. E. Br.	22, 66		RE72; AL76; BR78; FE80; AA87; AL88; ME05;
<i>C. foetida</i> E. A. Bruce		22	AL77; AL90; NA91a
<i>C. hexagona</i> Lavranos		22	AD83; AA87
<i>C. indica</i> (Wight & Arn.) N. E. Br.	22,44		NA80; NA81; RA81a; KS87
<i>C. joannis</i> Maire	66		RA91
<i>C. pauciflora</i> (Wight) N. E. Br.		22	NS84
<i>C. penicillata</i> (Deflers) N. E. Br.		22	AD83
<i>C. plicatiloba</i> Lavranos		22	AL74; AL81; AD83; DG04
<i>C. priogonium</i> K. Schum.		22	AL76; CD10
<i>C. procumbens</i> Gravelly & Mayur.		22	RA81a

Tabela 2: Continuação...

<i>C. quadrangula</i> (Forssk.) N. E. Br.		22	AL74
<i>C. sarkariae</i> Lavranos & R. M. I. Frandsen		22	NS84
<i>C. sinaica</i> (Decne.) A. Berger		22	AL90; DG04
<i>C. solenophora</i> Lavranos		22	CD10
<i>C. somalica</i> N. E. Br.		22	AL77; CD10
<i>C. speciosa</i> (N. E. Br.) N. E. Br.		22	AL74; NA91a
<i>C. stalagmifera</i> C. E. C. Fisch.		22	NA80; NA81; KS87
<i>C. subulata</i> (Forssk.) Decne.		22	AL81; AL90
<i>C. tuberculata</i> N. E. Br.	11	22	AL81; KA93
<i>C. turneri</i> E. A. Bruce		22	AL74; AD83; AA87
<i>C. umbellata</i> Haw.		44	NA81
<i>Ceropegia</i> L.			
<i>C. affinis</i> Vatke		22	CD10
<i>C. ambovombensis</i> Rauh & Gérold		22	CD10
<i>C. ampliata</i> E. Mey.		44	CD10
<i>C. aristolochioides</i> Decne.		22	OR67; FE74; ME01
<i>C. attenuata</i> Hook.		22	KS87; GO81
<i>C. ballyana</i> Bullock		22	CD10
<i>C. bulbosa</i> Roxb.	11	22	GO81; KA93; CD10
<i>C. candelabrum</i> L.		22	NA81
<i>C. crassifolia</i> Schltr.		22	AD83
<i>C. cufodontii</i> Chiov.		44	CD10
<i>C. cumingiana</i> Decne.		22	AM01
<i>C. dichotoma</i> Haw.		22	AL90; SU03
<i>C. dolichophylla</i> Schltr.		22	CD10
<i>C. elegans</i> Wall.		22,66	NS84; CD14
<i>C. evansii</i> McCann		22	CD14
<i>C. fusca</i> Bolle		22	AL90; BR72; SU03
<i>C. haygarthii</i> Schltr.		22	AA87
<i>C. huberi</i> Ansari		22	GO81; KS87
<i>C. imbricata</i> E. A. Bruce & P. R. O. Bally		22	CD10
<i>C. jainii</i> Ansari & B. G. P. Kulk.		22	CD14
<i>C. juncea</i> Roxb.		66	NA81
<i>C. lawii</i> Hook.		22	GO81; KS87; CD14
<i>C. linearis</i> subsp. <i>debilis</i> (N. E. Br.) H. Huber		44	DW55; FE74
<i>C. madagascariensis</i> Decne.		22	AL90; ML94a
<i>C. media</i> (Huber) Ansari		22	GO81; KS87
<i>C. mohanramii</i> S. R. Yadav & M. N. Gavade & Sardesai		22	CD14
<i>C. multiflora</i> subsp. <i>tentaculata</i> (N. E. Br.) H. Huber		22	AL90
<i>C. noorjahaniae</i> M. A. Ansari		22	CD14
<i>C. oculata</i> Hook.		22	GO81; KS87
<i>C. pachystelma</i> Schltr.		22	AD83; AA87
<i>C. pubescens</i> Wall.	10	20	MA79; KS87; eFlora
<i>C. pusilla</i> Wight & Arn.	11	22	SN77; KS87
<i>C. rendallii</i> N. E. Br.		22	AL90
<i>C. robivelonae</i> Rauh & Gérold		22	CD10
<i>C. rupicola</i> Deflers		22	AD83
<i>C. santapau</i> Wadhwa & Ansari		22	GO81; KS87

Tabela 2: Continuação...

<i>C. sepium</i> Deflers		22	CD10
<i>C. sobolifera</i> N. E. Br.		22	CD10
<i>C. somalensis</i> Chiov.		22	CD10
<i>C. spiralis</i> Wight		22	CD14
<i>C. stapeliiformis</i> Haw.		22	CD10
<i>C. subaphylla</i> K. Schum.		22	CD10
<i>C. thwaitesii</i> Hook.		22	NS84
<i>C. variegata</i> Decne.		22	AA87
<i>C. woodii</i> Schltr.		44	DW55; SH70; JS72; UL88
<i>C. zambesiaca</i> Masinde & Meve		22	MM02
<i>Cibirhiza</i> Bruyns			
<i>C. albersiana</i> Kunz & Meve & Liede		22	KU94a
<i>C. dhofarensis</i> P. Bruyns		22	AM01
<i>Cosmostigma</i> Wight			
<i>C. cordatum</i> (Poir.) M. R. Almeida	11	22	SN77; KS87
<i>Cynanchum</i> L.			
<i>C. acutum</i> L.		18, 22	FR27; FE74; MO82; LI96
<i>C. adalinae</i> (K. Schum.) K. Schum.		22	LI96
<i>C. africanum</i> (L.) Hoffmanns.		22	LI93; LI96
<i>C. altiscandens</i> K. Schum.		22	LI96
<i>C. antsiranense</i> (Meve & Liede) Liede & Meve		22	ML97
<i>C. atratum</i> Bunge		22	PS90; PR06
<i>C. auriculatum</i> Royle ex Wight	11	22	BA70; eFlora
<i>C. crassipedicellatum</i> Meve & Liede		22	ML94
<i>C. ellipticum</i> (Harv.) R. A. Dyer		22	LI96
<i>C. folotsioides</i> Liede & Meve		22	LM96
<i>C. gerrardii</i> (Harv.) Liede		22	LI93; LI96
<i>C. hardyi</i> Liede & Meve		22	LM96
<i>C. hastifolium</i> K. Schum.		22	LI96
<i>C. macranthum</i> Jum. & H. Perrier		22	LM96a
<i>C. obtusifolium</i> L.		22	LI93; LI96
<i>C. paniculatum</i> (Bunge) Kitag. ex H. Hara		22	OR67; PR00; eFlora
<i>C. racemosum</i> (Jacq.) Jacq.		22	FE74
<i>C. thesioides</i> (Freyn) K. Schum.		24	RO77
<i>C. tunicatum</i> (Retz.) Alston		22	NA81
<i>C. vanlessenii</i> (Lavranos) Goyder		22	ML96
<i>C. verrucosum</i> (Desc.) Liede & Meve		22	LM92
<i>C. versicolor</i> Bunge		22	eFlora
<i>C. virens</i> (E. Mey.) D. Dietr.		24	AL92
<i>Dischidia</i> R. Br.			
<i>D. major</i> (Vahl) Merr.	11	22	CA58b; KS87

Tabela 2: Continuação...

Dregea E. Mey.			
<i>D. volubilis</i> (L.) Benth. ex Hook.	11	22	CA58b; SH70; JS72; FE74; SN79; KS87; eFlora
Duvalia Haw.			
<i>D. angustiloba</i> N. E. Br.		22	NA91; RE72
<i>D. caespitosa</i> Haw.		44,46	RK68; RE73; FE74; AD83; AM91
<i>D. corderoyi</i> (Hook.) N. E. Br.		66	AD83
<i>D. eilensis</i> Lavranos		22	ME97a
<i>D. elegans</i> (Masson) Haw.		22	AL76; NA91
<i>D. galgallensis</i> Lavranos		22	ME97a
<i>D. gracilis</i> Meve	11	22	ME97a
<i>D. immaculata</i> (C. A. Lüekh.) Bayer ex L. C. Leach		66	AL77
<i>D. maculata</i> N. E. Br.		22	ME97a
<i>D. modesta</i> N. E. Br.		22	ME97a
<i>D. parviflora</i> N. E. Br.		22	NA91; AL77
<i>D. pillansii</i> N. E. Br.		22	AL77
<i>D. polita</i> N. E. Br.		44	RK68; AL77
<i>D. pubescens</i> N. E. Br.		44	AL75; AM91; ME97a
<i>D. somalensis</i> Lavranos		22	ME97a
<i>D. sulcata</i> N. E. Br.		22,44	RE72; ME97a
<i>D. velutina</i> Lavranos		22	ME97a
<i>D. vestita</i> Meve		44	ME97a
Echidnopsis Hook. f.			
<i>E. archeri</i> P. R. O. Bally		22	CD10
<i>E. cereiformis</i> Hook		22	RK68
<i>E. chrysantha</i> Lavranos		22	AL76
<i>E. dammanniana</i> Sprenger		22	AL74
<i>E. ericiflora</i> Lavranos		22	AL74
<i>E. globosa</i> Thulin & Hjertson		22	CD10
<i>E. insularis</i> Lavranos		22	CD10
<i>E. leachii</i> Lavranos		22	AL75; CD10
<i>E. montana</i> (R. A. Dyer & E. A. Bruce) P. R. O. Bally		22	AL74; AA87
<i>E. repens</i> R. A. Dyer & Verdoorn		22	RK68; NA91a; CD10
<i>E. scutellata</i> (Deflers) A. Berger		22	AL74
<i>E. sharpei</i> A. C. White & B. Sloane		22	AL74
<i>E. socotrana</i> Lavranos		22	CD10
<i>E. squamulata</i> (Decne.) P. R. O. Bally		22, 44	RE72; AL74; AL76
<i>E. urceolata</i> P. R. O. Bally		22	CD10
<i>E. watsonii</i> P. R. O. Bally		44	AL76; AD83
Frerea Dalzell			
<i>F. indica</i> Dalzell		44	OR67; RK68; AL81; KS87; NA91a

Tabela 2: Continuação...

<i>Funastrum</i> E. Fourn.			
<i>F. pannosum</i> (Hemsl.) Schltr.		20	AL92
<i>Glossonema</i> Decne.			
<i>G. boveanum</i> (Decne.) Decne		22	LI02
<i>Gomphocarpus</i> R. Br.			
<i>G. fruticosus</i> (L.) W. T. Aiton		16, 22, 33	DW55; BJ69; FE74; FF75; MO82; DI93; eFlora
<i>G. physocarpus</i> E. Mey.	11	22	DW55; FE74; SA79; KS87; CD17; eFlora
<i>Gonostemon</i> Haw. (Stapelia)			
<i>G. gettliffei</i> (Pott) P. V. Heath		22	RE72; AL81
<i>G. grandiflorus</i> var. <i>ambiguus</i> (Masson) P. V. Heath		22	NA72; NA91a
<i>G. grandiflorus</i> var. <i>desmentianus</i> (N. E. Br.) B. L. Rob. ex Millsp. & Loes.		22	NA72; NA91a
<i>G. longipedicellatus</i> (A. Berger) P. V. Heath		22	NA91a
<i>G. × marginatus</i> (A. C. White & B. Sloane) P. V. Heath		22	NA72; NA91a
<i>Gymnema</i> R. Br.			
<i>G. sylvestre</i> (Retz.) R. Br. ex Sm.	11	22	SN77; SA79; KS87; eFlora
<i>Hoodia</i> Sweet ex Decne.			
<i>H. bainii</i> Dyer		22	GO81; NA91a
<i>H. burkei</i> N. E. Br.		22	FE74
<i>H. gordonii</i> (Masson) Sweet ex Decne.		22	AD83; AA87; AM91
<i>H. lugardii</i> N. E. Br.		22	AL76
<i>H. macrantha</i> Dinter		22	AA87
<i>H. ruschii</i> Dinter		22	AL77; NA91a
<i>Hoya</i> R. Br.			
<i>H. australis</i> R. Br. ex Traill		22, 22+1B	NY78; NA91a; NA93; NA96
<i>H. carnososa</i> (L.) R. Br.		22, 22+0- 1B, 33	DW55; HS67; FE74; SN77; NY78; NY80; KS87 NA91a; NA92; NA93; eFlora
<i>H. diptera</i> Seem.		22	NA93
<i>H. imperialis</i> Lindl.		22	NA92
<i>H. kerrii</i> Craib		22	NY78; eFlora
<i>H. lacunosa</i> Blume		22	NA92
<i>H. lanceolata</i> subsp. <i>bella</i> (Hook.) D. H. Kent		22	GO81; NA91a
<i>H. longifolia</i> Wall. ex Wight	11	22	MA77a; KS87; NA91a; eFlora
<i>H. megalantha</i> Turrill		22	NA93
<i>H. ovalifolia</i> Wight & Arn.		22	RA81a; NA92; eFlora

Tabela 2: Continuação...

<i>H. pendula</i> Wight & Arn.	22	RA81a; NS84
<i>H. tsiangiana</i> P. T. Li	22	RA81a
<i>H. verticillata</i> var. <i>citrina</i> (Ridl.) Veldkamp	22	NA92
<i>H. vitiensis</i> Turrill	22	NA93
<i>Huernia</i> R. Br.		
<i>H. barbata</i> (Masson) Haw.	22	AD83; AL88
<i>H. campanulata</i> (Masson) R. Br. ex Haw.	22	AL90
<i>H. clavigera</i> (Jacq.) Haw.	22	AL76; AD83; AL90
<i>H. confusa</i> Phillips	22	AL75; AA87
<i>H. distincta</i> N. E. Br.	22	AL81
<i>H. guttata</i> (Masson) R. Br. ex Haw.	22	AL76; AL88
<i>H. hallii</i> E. Lamb & B. M. Lamb	22	AL76
<i>H. humilis</i> Haw.	22	AL90
<i>H. insigniflora</i> C. A. Maass	22	RE72; AA87
<i>H. keniensis</i> R. E. Fr.	22, 44	RK68; AD83; AL90
<i>H. kennedyana</i> Lavranos	22	AL77; AL88
<i>H. levyi</i> Oberm.	22	AL76; AL90
<i>H. loeseneriana</i> Schltr.	22	RE72; RE73; AL74; AL88
<i>H. longii</i> Pillans	22	AL90
<i>H. longituba</i> N. E. Br.	22	GO81
<i>H. macrocarpa</i> subsp. <i>concinna</i> (N. E. Br.) M. G. Gilbert	22	AL74; AL77
<i>H. namaquensis</i> Pillans	22	AL74; AL76; AL90
<i>H. oculata</i> Hook.	22	AL75
<i>H. pendula</i> E. A. Bruce	22	RK68; NA91a
<i>H. penzigii</i> N. E. Br.	22	AL90
<i>H. piersii</i> N. E. Br.	22	AA87
<i>H. praestans</i> N. E. Br.	22	AL76; AL81
<i>H. primulina</i> N. E. Br.	22	RE72; AL77; AL88; NA91a;
<i>H. procumbens</i> (R. A. Dyer) L. C. Leach	44	AL75
<i>H. quinta</i> (E. Phillips) A. C. White & B. Sloane	22	RK68; NA91a
<i>H. reticulata</i> (Masson) Haw.	22	AL76
<i>H. similis</i> N. E. Br.	22, 44	AL74; AL75
<i>H. stapelioides</i> Schltr.	22	AA87; AL75
<i>H. tanganyikensis</i> (E. A. Bruce & P. R. O. Bally) L. C. Leach	22	RE72; AL90
<i>H. thureti</i> Cels ex Herincq	22	AL76
<i>H. transvaalensis</i> Stent	22	AD83
<i>H. urceolata</i> L. C. Leach	22	AL74; AL75; AA87
<i>H. volkartii</i> Werderm. & Peitsch.	22, 44	AL77; AL90
<i>H. whitesloaneana</i> Nel	22	AL77
<i>Huerniopsis</i> N.E. Br.		
<i>H. atrosanguinea</i> (N. E. Br.) A. C. White & B. Sloane	22	RK68; FR72; AL90
<i>H. decipiens</i> N. E. Br.	22	AA87; AD83; AL90

Tabela 2: Continuação...

Leptadenia R. Br.			
<i>L. pyrotechnica</i> (Forssk.) Decne.	11	22	BH67; KS87; AF00
<i>L. reticulata</i> (Retz.) Wight & Arn.		22	FE74; KS87
Marsdenia R. Br.			
<i>M. altissima</i> (Jacq.) Dugand		22	CD17
<i>M. australis</i> (R. Br.) Druce		22	AD83
<i>M. caatingae</i> Morillo		22	CD17
<i>M. floribunda</i> (Brongn.) Schltr.		22	DW55; JS72; FE74; KS87; SA88
<i>M. hilariana</i> E.Fourn.		22	PT17
<i>M. megalantha</i> Goyder & Morillo		22	PT17
Matelea Aubl.			
<i>M. ganglinosa</i> (Vell.) Rapini		22	CD17
<i>M. reticulata</i> (Engelm.) Woodson		22	AL90
Metaplexis R. Br.			
<i>M. japonica</i> (Thunb.) Makino		22, 24	CA63; OR67; FE74; GE88; MK06
Microloma R. Br.			
<i>M. calycinum</i> E. Mey.		20	AL92
<i>M. glabratum</i> E. Mey.		22	WA88
<i>M. incanum</i> Decne.		20, 22	WA88; AL92; AM01
<i>M. longitubum</i> Schltr.		22	WA88
<i>M. sagittatum</i> (L.) R. Br.		20	AL92
<i>M. tenuifolium</i> (L.) K. Schum.		20	AL92
Neoschumannia Schltr.			
<i>N. kamerunensis</i> Schltr.		22	ME97b
Notechidnopsis Lavranos & Bleck			
<i>N. tessellata</i> (Pillans) Lavranos & Bleck		22	AL74; AL88; AL90
Ophionella Bruyns			
<i>O. mirkinii</i> (Pillans) Plowes		22	AL77; NA91a
Orbea Haw.			
<i>O. baldratii</i> (A. C. White & B. Sloane) Bruyns		22	RE72; AL90; CD10
<i>O. ciliata</i> (Thunb.) L. C. Leach		44	AA87
<i>O. cooperi</i> (N. E. Br.) L. C. Leach		22	AL90
<i>O. denboefii</i> (Lavranos) Bruyns		22	AM01
<i>O. dummeri</i> (N. E. Br.) Bruyns		22	CD10
<i>O. gemugofana</i> (M. G. Gilbert) Bruyns		22	AD83
<i>O. huernioides</i> (P. R. O. Bally) Bruyns		22	AL74
<i>O. huillensis</i> (Hiern) Bruyns		22	CD10
<i>O. lepida</i> (Jacq.) Haw.		44	PD97
<i>O. longidens</i> (N. E. Br.) L. C. Leach		44	AL76
<i>O. lutea</i> (N. E. Br.) Bruyns		22	AD83; AL90
<i>O. macloughlinii</i> (Verdc.) L. C. Leach		44	AA87

Tabela 2: Continuação...

<i>O. maculata</i> (N. E. Br.) L. C. Leach	44	AL75
<i>O. namaquensis</i> (N. E. Br.) L. C. Leach	22	AL74; AL76; AD83; AA87; AL88; AM91
<i>O. paradoxa</i> (Verd.) L. C. Leach	44	PD97
<i>O. prognatha</i> (P. R. O. Bally) L. C. Leach	22	RK68; AD83
<i>O. pulchella</i> (Masson) L. C. Leach	22	RK68; AL81; AA87
<i>O. schweinfurthii</i> (A. Berger) Bruyns	22	AA87
<i>O. semota</i> (N. E. Br.) L. C. Leach	22, 44	AL75; AL77; CD10
<i>O. speciosa</i> L. C. Leach	44	AL81; AA87
<i>O. sprengeri</i> (Schweinf.) Bruyns	22	RK68; AL74
<i>O. taitica</i> Bruyns	22	CD10
<i>O. umbracula</i> (M. D. Hend.) L. C. Leach	22	AL77
<i>O. variegata</i> (L.) Haw.	22, 44	PA33a; DW55; RK68; AA87; KS87; AL88; NA91a; PD97
<i>O. verrucosa</i> (Masson) L. C. Leach	22, 44	RK68; AL88; NA91a; PD97
<i>O. woodii</i> (N. E. Br.) L. C. Leach	22	AD83; AA87
Orbeanthus L.C. Leach		
<i>O. conjunctus</i> (White & Sloane) L. C. Leach	22	AL76; AA87
<i>O. hardyi</i> (R. A. Dyer) L. C. Leach	22	AL90
Orbeopsis L.C. Leach (Caralluma)		
<i>O. albocastanea</i> (Marloth) L. C. Leach	22	AA87
<i>O. gerstneri</i> subsp. <i>elongata</i> (R. A. Dyer) L. C. Leach	22	AA87
<i>O. melanantha</i> (Schltr.) L. C. Leach	44	AL81; AA87
<i>O. valida</i> (N. E. Br.) L. C. Leach	22	AL75
Oxypetalum R. Br.		
<i>O. coeruleum</i> (D. Don) Decne.	22	FE74
Oxystelma R. Br.		
<i>O. esculentum</i> (L.) Sm.	11	KA93
Pachycarpus E. Mey.		
<i>P. lineolatus</i> (Decne.) Bullock	22	CA60
<i>P. schinzianus</i> (Schltr.) N. E. Br.	22	FE74
Pachycymbium L.C. Leach (Orbea)		
<i>P. carnosum</i> (Stent) L. C. Leach	22	AL90
<i>P. decaisneanum</i> (Lem.) M. G. Gilbert	22	CA63; RE72; FE74; AD83; NA91a; RA91;
<i>P. keithii</i> (R. A. Dyer) L. C. Leach	22, 44	AA87; AA90
<i>P. lancasteri</i> Lavranos	22	AL90
<i>P. meintjesianum</i> (Lavranos) M. G. Gilbert	22	AL90
Pectinaria Haw.		
<i>P. articulata</i> (Aiton) Haw.	22	AL88

Tabela 2: Continuação...

<i>P. asperiflora</i> N. E. Br.	22	AL77; NA91a
<i>P. longipes</i> (N. E. Br.) Bruyns	22	AL88
<i>P. maughanii</i> (R. A. Dyer) Bruyns	22	AL74; AA87; AL88
<i>P. pillansii</i> N. E. Br.	22	GO81
<i>P. stayneri</i> M. Bayer	22	AL77; AD83
<i>Pentarrhinum</i> E. Mey.		
<i>P. insipidum</i> E. Mey.	18, 22, 24	RE83; LI02
<i>Pentatropis</i> R. Br. ex Wight & Arn.		
<i>P. capensis</i> (L.) Bullock	11	22
		SD73; FE74; KS87; SA88
<i>P. nivalis</i> (J. F. Gmel.) D. V. Field & J. R. I. Wood	11	KA93
<i>Pergularia</i> L.		
<i>P. brunoniana</i> (Wight & Arn.) D. Dietr.		22
<i>P. daemia</i> (Forssk.) Chiov.	11, 12	22, 24
		NS84
		DW55; MD67; JS72; FE74; NA80; GO81; KS87; KA93
<i>P. tomentosa</i> L.	11	22
		AM72; FE74; KS87
<i>Petalostelma</i> E.Fourn.		
<i>P. dardanoi</i> Fontella		20
		PT17
<i>Philibertia</i> Kunth.		
<i>P. gilliesii</i> Hook. & Arn.		18, 20
		DW55; FE74; AL92
<i>Piaranthus</i> R. Br.		
<i>P. comptus</i> N. E. Br.		22
		AD83
<i>P. cornutus</i> N. E. Br.		22
		RE72; AD83
<i>P. decorus</i> (Masson) N. E. Br.		22
		AL81
<i>P. framesii</i> Pillans		22
		RE72; AL74; AL76; AL77; NA91a
<i>P. globosus</i> A. C. White & B. Sloane		44
		RK68
<i>P. pallidus</i> C. A. Lückh.		22
		AL76; NA91a
<i>P. parvulus</i> N. E. Br.		22
		AD83
<i>P. punctatus</i> (Masson) R. Br. ex Schult.		22
		RK68; AL76; NA91a
<i>P. ruschii</i> Nel		22
		RE72
<i>Pseudolithos</i> Bally		
<i>P. sphaericus</i> (P. R. O. Bally) P. R. O. Bally		22
		AL74
<i>Pseudopectinaria</i> Lavranos (Echidnopsis)		
<i>P. malum</i> Lavranos		44
		AL76
<i>Quaqua</i> N.E. Br.		
<i>Q. acutiloba</i> (N. E. Br.) Bruyns		22
		AL77; AA87; AL88; AL90

Tabela 2: Continuação...

<i>Q. armata</i> subsp. <i>arenicola</i> (N. E. Br.) Bruyns	22	AA87
<i>Q. incarnata</i> (L.) Bruyns	22	AL76; AL77; AD83; AA87; AL88
<i>Q. incarnata</i> subsp. <i>aurea</i> (C. A. Lückh.) Bruyns	22	AL90
<i>Q. inversa</i> var. <i>cincta</i> (C. A. Lückh.) Bruyns	22	AL88
<i>Q. mammillaris</i> (L.) Bruyns	22	AL74; AL81; AA87
<i>Q. marlothii</i> (N. E. Br.) Bruyns	22	AA87; AL88
<i>Q. parviflora</i> (Masson) Bruyns	22	AA87
Riocreuxia Decne.		
<i>R. torulosa</i> Decne.	22	AL75; NA91a
Sarcostemma R. Br. (Cynanchum)		
<i>S. acidum</i> (Roxb.) Voigt	22	OR67; FE74; KS87; SA88; eFlora
<i>S. angustissimum</i> (Andersson) R. W. Holm	22	KL77
<i>S. clausum</i> (Jacq.) Schult.	20	AL92
<i>S. cynanchoides</i> Decne.	20	AL92
Stapelia L.		
<i>S. acuminata</i> Masson	22	AL76; AL88
<i>S. arenosa</i> C. A. Lückh.	22	AA87; AL88; NA91a
<i>S. asterias</i> Masson	22, 44	PA33a; RK68; FE74; AD83; AA87; AM91
<i>S. carolischmidtii</i> Dinter & A. Berger	44	PA33a
<i>S. clavicorona</i> Verd.	22	AL76; AL81
<i>S. divaricata</i> Masson	22	AL81; AA87; AL90
<i>S. engleriana</i> Schltr.	33, 43	RE72; NA91a
<i>S. erectiflora</i> N. E. Br.	22	RK68; AL90
<i>S. flavopurpurea</i> Marloth	22	AD83; AL88
<i>S. gariopensis</i> Pillans	44	AD83; AL77; AA87; AL88; AM91
<i>S. gettliffei</i> Pott-Leend.	22	NA72; NA91a
<i>S. gigantea</i> N. E. Br.	11 22	PA33a; DW55; NA72; SA76; KS87; AL88; SA88; AL90; NA91a
<i>S. glabricaulis</i> N. E. Br.	22	RK68; NA72; NA91a;
<i>S. glanduliflora</i> Masson	22	AL76; AA87
<i>S. grandiflora</i> Masson	22	PA33a; PA33b; JS72; NA72; AA87; KS87; NA91a
<i>S. hirsuta</i> L.	22	NA72; AA87; AM91; NA91a
<i>S. immelmaniae</i> Pillans	22	AL77
<i>S. kougabergensis</i> L. C. Leach	22	AA87
<i>S. kwebensis</i> N. E. Br.	22	GO81; AD83
<i>S. leendertziae</i> N. E. Br.	22	NA72; AL90; NA91a
<i>S. macowanii</i> var. <i>conformis</i> (N. E. Br.) L. C. Leach	22	RK68; AL88

Tabela 2: Continuação...

<i>S. nobilis</i> N. E. Br. ex Hook.	22		NA72; NA91a
<i>S. obducta</i> L. C. Leach	22		AL90
<i>S. olivacea</i> N. E. Br.	22		AL77; AL88; NA91a
<i>S. paniculata</i> Willd.	22		AA87
<i>S. pearsonii</i> N. E. Br.	22, 44		AL77
<i>S. pillansii</i> N. E. Br.	22		AA87
<i>S. pulvinata</i> Masson	22, 44		AL81; GO81; AA87
<i>S. reflexa</i> Haw.	44		SH70; JS72
<i>S. rubiginosa</i> Nel	22		AL76
<i>S. rufa</i> Masson	22		RE72; AD83; AA87; NA91a
<i>S. schinzii</i> Berger & Schltr.	22, 44		NA72; RE72; RE73; AD83; NA91a
<i>S. scitula</i> L. C. Leach	22		AA87
<i>S. similis</i> N. E. Br.	22		AL76; AL81; AA87; AL88
<i>S. surrecta</i> N. E. Br.	22		AL74; AA87
<i>S. tsomoensis</i> N. E. Br.	22		AA87
<i>S. unicornis</i> C. A. Lükh.	22		AL75
<i>S. vetula</i> Masson	22		AL90
<i>S. villetiae</i> C. A. Lükh.	22		AL77; AA87
<i>Stapelianthus</i> Choux ex A.C. White & B. Sloane			
<i>S. insignis</i> Desc.	22		AL77; AL90
<i>S. keraudreniae</i> Bosser & Morat	22		AL90
<i>S. madagascariensis</i> (Choux) Choux ex A. C. White & B. Sloane	22		AL90
<i>S. montagnacii</i> (Boiteau) Boiteau & G. Bertrand	22		NA91a
<i>S. pilosus</i> Lavranos & D. S. Hardy	22		NA91a
<i>Stapeliopsis</i> Pillans			
<i>S. exasperata</i> (Bruyns) Bruyns	22		AL90
<i>S. neronis</i> Pillans	22		AA87
<i>S. saxatilis</i> (N. E. Br.) Bruyns	22		AA87
<i>S. urniflora</i> Lavranos	22		AL74; AL88
<i>Stisseria</i> Heist. ex Fabr.			
<i>S. maculosa</i> (Jacq.) Kuntze	22	33, 44	PA33a; PA33b; RE72
<i>Tavaresia</i> Welw. ex N. E. Br. in Dyer			
<i>T. barklyi</i> (Dyer) N. E. Br.	22, 33		AL75; AL77; AA87
<i>Telosma</i> Coville			
<i>T. accedens</i> (Blume) Backer		22	AM01
<i>T. cordata</i> (Burm.) Merr.	11	22	AL77; NA80; NA81; KS87; eFlora
<i>T. pallida</i> (Roxb.) W. G. Craib	11	22	CA58b; SD73; FE74; GO81; KS87; eFlora

Tabela 2: Continuação...

Tenaris E. Mey.		
<i>T. schultzei</i> (Schltr.) E. Phillips	22	AL90
Trichocaulon N.E. Br.		
<i>T. alstonii</i> N. E. Br.	22	AA87
<i>T. annulatum</i> N. E. Br.	22	AL77; NA91a
<i>T. cactiforme</i> N. E. Br.	22	AD83; AL90
<i>T. clavatum</i> (Willd.) Huber	22	AL74; AA87
<i>T. dinteri</i> Berger	22	AM91
<i>T. flavum</i> N. E. Br.	22	AL88
<i>T. officinale</i> N. E. Br.	22	AL88
<i>T. perlatum</i> Dinter	22	AA87; AL90
<i>T. simile</i> N. E. Br.	22	AL76; NA91a
<i>T. sinus-luederitzii</i> Dinter	22	NA91a
<i>T. triebneri</i> Nel	22	AA87
Tridentea Haw.		
<i>T. choanantha</i> (Lavranos & H. Hall) L. C. Leach	22	RE72; AA87
<i>T. gemmiflora</i> (Masson) Haw.	22, 33	RK68; AL76; AL81; AD83; AA87;
<i>T. herrei</i> (Nel) L. C. Leach	22	AA87
<i>T. jucunda</i> (N. E. Br.) L. C. Leach	22	AL81; AL88
<i>T. jucunda</i> var. <i>cincta</i> (Marloth) L. C. Leach	22	AL77; AL88
<i>T. jucunda</i> var. <i>dinteri</i> (Berger) L. C. Leach	22	AL76; AL88
<i>T. longii</i> (C. A. Lüekh.) L. C. Leach	22	AA87
<i>T. longipes</i> (C. A. Lüekh.) L. C. Leach	22	AA87
<i>T. marientalensis</i> subsp. <i>albipilosa</i> (Giess) L. C. Leach	22	AL88
<i>T. pachyrrhiza</i> (Dinter) L. C. Leach	22	AL76
<i>T. parvipuncta</i> (N. E. Br.) L. C. Leach	22	AL76; AA87; AL88
<i>T. peculiaris</i> (C. A. Lüekh.) L. C. Leach	22, 44	RE73; AL74
<i>T. pedunculata</i> (Masson) L. C. Leach	22	RK68; AL88
<i>T. umdausensis</i> (Nel) L. C. Leach	22	AD83
Tromotriche Haw.		
<i>T. engleriana</i> (Schltr.) L. C. Leach	44	AA87
<i>T. longipes</i> (C. A. Lüekh.) Bruyns	22	AL74
<i>T. revoluta</i> (L.) Haw.	44, 66	RE72; AD83; AA87
<i>T. thudichumii</i> (Pillans) L. C. Leach	22	AL81; AL88
Tylophora R. Br.		
<i>T. anomala</i> N. E. Br.	66, 132-154	ME99
<i>T. asthmatica</i> (L.) Wight & Arn.	12, 22, 24	JS72; FE74; SN77; KS87
<i>T. flexuosa</i> R. Br.	22, 24	NS84; SA03; eFlora
<i>T. indica</i> (Burm.) Merr.	11, 22	SA73; SA80; KS87; SA88

Tabela 2: Continuação...

Vincetoxicum Wolf			
<i>V. canescens</i> (Willd.) Decne.		22	eFlora
<i>V. fuscatum</i> (Hornem.) Endl.		22	SF81
<i>V. hirsutum</i> Medik.		22, 44	PA33a; LL48; BL55; DW55; CA60; JA64; MA70; HO72; FE74; AR82; UH85; KS87; SE90; DL95; DO97; LH99; SE01; TE10
<i>V. inamoenum</i> Maxim.		44	PS83
<i>V. japonicum</i> (C. Morren & Decne.) Decne.	11	22, 24	CA58a; FE74
<i>V. nigrum</i> (L.) Moench	11	22, 44	PA33b; DW55; FE74; LK74; VD79; VA79; AS85; DI93;
<i>V. pannonicum</i> (Borhidi) Holub		44	BO68; MO82
<i>V. scandens</i> Sommier & Levier		22	LC79; CH82
<i>V. sibiricum</i> Decne.		18, 22	MK06; CD13
<i>V. speciosum</i> Boiss. & Spruner	11	22, 44	PA33a; FE74
<i>V. stocksii</i> Ali & Khatoun	11		KA93
Subfamília		Números cromossômicos	
Secamonoideae		Varição cromossômica diploide para a subfamília	
8 gêneros/170 espécies		$2n = 22$	
Gênero/espécie	n*	2n*	Referências
Secamone R. Br.			
<i>S. afzelii</i> (Roem. & Schult.) K. Schum.		22	CA63; FE74
<i>S. punctulata</i> Decne.		22	AM01
Subfamília		Números cromossômicos	
Periplocoideae		Varição cromossômica diploide para a subfamília	
33 gêneros/180 espécies		$2n = 22, 24, 44$	
Gênero/espécie	n*	2n*	Referências
Cryptolepis R. Br.			
<i>C. dubia</i> (Burm.) M. R. Almeida	4, 11	22	OR67; SH70; JS72; NA82; eFlora
<i>C. grandiflora</i> Wight		22	NA82; NS84
<i>C. sinensis</i> (Lour.) Merr.		22	NA81
Cryptostegia R. Br.			
<i>C. grandiflora</i> Roxb. ex R. Br.	11, 12	22, 24	DW55; SH70; JS72; FE74; NA80; NA81; KS87; SA88
Mangenotia Pichon (Cryptolepis)			
<i>M. eburnea</i> Pichon		22	FE74
Hemidesmus R. Br.			
<i>H. indicus</i> (L.) R. Br. ex Schult.	11	22	CA58b; SH70; JS72; FE74; SN77; SA88;

Tabela 2: Continuação...

<i>Periploca</i> L.			
<i>P. aphylla</i> Decne.	11		KA93
<i>P. graeca</i> L.	12	22, 24	PA33b; LO51; PG71; FE74; SF81; MO82; KG91
<i>P. laevigata</i> Aiton		22	HU78; SU03
<i>P. sepium</i> Bunge		22	DW55; FE74; ML88a; eFlora
<i>Raphionacme</i> Harv.			
<i>R. hirsuta</i> (E. Mey.) R. A. Dyer		44	AM01

REFERÊNCIAS

- Albers F. 1974.** In IOPB chromosome number reports XLIV. *Taxon* **23**: 373-380.
- Albers F. 1975.** In IOPB chromosome number reports XLIX. *Taxon* **24**: 501-516.
- Albers F. 1976.** In IOPB chromosome number reports LI. *Taxon* **25**: 155-164.
- Albers F. 1977.** In IOPB chromosome number reports LVIII. *Taxon* **26**: 557-565.
- Albers F. 1981.** In IOPB Chromosome number reports LXX. *Taxon* **30**: 76-77.
- Albers F, Austmann M, Meve U. 1988.** Chromosome number report. *International Organization of Plant Biosystematists* **11**: 10-12.
- Albers F, Austmann M, Meve U. 1990.** IOPB chromosome data 2. *International Organization of Plant Biosystematists* **15**: 11.
- Albers F, Austmann M. 1987.** Chromosome Number Reports 95. *Taxon* **36**: 493-496.
- Albers F, Delfs W. 1983.** In IOPB chromosome number reports LXXXI. *Taxon* **32**: 667-668.
- Albers F, Liede S, Meve U. 1992.** Deviating chromosome numbers in Asclepiadaceae. *Nordic Journal of Botany* **13**: 37-39.
- Albers F, Meve U. 1991.** Mixoploidy and cytotypes: a study of possible vegetative species differentiation in stapeliads (Asclepiadaceae). *Bothalia* **21**: 67-72.
- Albers F, Meve U. 2001.** A karyological survey of Asclepiadoideae, Periplocoideae, and Secamonoideae, and evolutionary considerations within Apocynaceae s.l. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **88**: 624-656.
- Al-Turki TA, Filfilan SA, Mehmood SF. 2000.** A cytological study of flowering plants from Saudi Arabia. *Willdenowia* **30**: 339-358.
- Amin A. 1972.** Seven chromosome numbers of Egyptian plants. *Botaniska Notiser* **125**: 537-538.

- Aparicio A, Silvestre S. 1985.** Numeros cromosomicos para la flora espanhola, 422-434. *Lagasalia* **13**(2): 318-323.
- Arends J, Van Der Laan F. 1982.** Somatic Chromosome Numbers in *Anubias* Schott. *Aroideana* **5**(1): 3-7.
- Arohonka T. 1982.** Chromosome counts of vascular plants of the island Seili in Nauvo, southwestern Finland. Turun Yliopiston Julkaisuja, Sarja A II, *Biologia-Geographica* **3**: 1-12.
- Audru J. et al. 1994.** Données nouvelles sur deux *Pachycymbium* (Asclepiadaceae) de Djibouti. *Candollea* **49**(1): 187-194.
- Baker MA, Parfitt BD. 1986.** Chromosome Number Reports 91. *Taxon* **35**: 405-406.
- Balamani GVA, Rao RS. 1981.** In Chromosome number reports LXXIII. *Taxon* **30**: 855-856.
- Balamani GVA, Rao RS. 1987.** Biosystematic studies on the genus *Catharanthus* Linn. (Apocynaceae), in M. R. Sharma & B. K. Gupta (editors), *Recent Advances in Plant Sciences* (Proc. Sympos. Recent Advances in Plant Sciences, D. A. V. College, Dehra Dun, October 1985), 37-46.
- Banerjee N, Sharma AK. 1989.** Chromosome constitution and alkaloid content in *Rauvolfia* L. (Apocynaceae). *Cytologia* **54**: 723-728.
- Baquer SR. 1969.** Two new generic chromosome records. *Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research* **12**: 164-165.
- Baquer SR, Abid Askari, SH. 1970.** Chromosome numbers in some flowering plants of West Pakistan. *Genetica Iberica* **22**: 1-11.
- Baquer SR, Husain SA. 1967.** Chromosome studies in some flowering plants of West Pakistan I. *Phyton* **24**: 49-55.
- Bawa KS. 1973.** Chromosome numbers of tree species of a lowland tropical community. *Journal of the Arnold Arboretum* **54**: 422-434.
- Bedi YS, Bir SS, Gill BS. 1980.** In Chromosome number reports LXVII. *Taxon* **29**: 353-355.
- Bedi YS, Bir SS, Gill BS. 1981.** In Chromosome number reports LXXI. *Taxon* **30**: 153.
- Bedi YS, Gill BS. 1982.** An interchange heterozygote in *Rauvolfia serpentina*. *Science and Culture* **48**: 152-154.

- Bedi YS. 1990.** Intraspecific variations in woody species. *The Journal Cytology and Genetics* **25**: 60–69.
- Bernardello LM, Stiefkens LB, Piovano MA. 1990.** Números cromosómicos en dicotiledóneas Argentinas. *Boletín Sociedad Argentina de Botánica* **26**: 149–157.
- Bhattacharya SS, Khalifa MM, Chaudhri II. 1971.** In IOPB chromosome number reports XXXII. *Taxon* **20**: 349-356.
- Bir SS, Sidhu M. 1979.** Cytological observations in weed flora of orchards of Patiala District, Punjab. *Recent Researches in Plant Sciences* **7**: 261–271.
- Bir SS, Sidhu M. 1980.** Cyto-palynological studies on weed flora of cultivable lands of Patiala district (Punjab). *Journal of Palynology* **16**: 85–105.
- Björkqvist I. et al. 1969.** Chromosome numbers in Iberian angiosperms. *Botaniska Notiser* **122**: 271-283.
- Boecher TW, Larsen K. 1955.** Chromosome studies on some european flowering plants. *Botanisk Tidsskrift* **52**(2): 125-132.
- Borgen L. 1974.** Chromosome numbers of Macaronesian flowering plants II. *Norwegian Journal of Botany* **21**: 195-210.
- Borgmann E. 1964.** Anteil der Polyploiden in der Flora des Bismarcksgebirges von Ostneuginea. *Zeitschrift für Botanik* **52**: 118-172.
- Borhidi A. 1968.** Karyological studies on southeast European plant species. I. *Acta Botanica Academiae Scientiarum Hungaricae* **14**: 253-260.
- Bowden WM. 1945.** A list of chromosome numbers in higher plants. II. Menispermaceae to Verbenaceae. *The American Journal of Botany* **32**: 191-201.
- Bramwell D. et al. 1972.** Chromosome studies in the flora of Macaronesia. *Botaniska Notiser* **125**: 139-152.
- Bramwell D, Murray BG. 1972.** A preliminary report on the cytology of some Cape Verde Islands plants. *Cuadernos de Botánica Canaria* **XIV/XV**: 27-29.
- Brullo S. et al. 1978.** Numeri cromosomici per la flora italiana: 366-374. *Informatore Botanico Italiano* **10**(1): 46-55.
- Carr GD, Mcpherson G. 1986.** Chromosome numbers of New Caledonian plants. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **73**(2): 486–489.
- Cave MS. 1958a.** Index to Plant Chromosome Numbers for 1956. *California Botanical Society*, Berkeley.

- Cave MS. 1958b.** Index to Plant Chromosome Numbers for 1957. *California Botanical Society*, Berkeley.
- Cave MS. 1959.** Index to Plant Chromosome Numbers for 1956 Supplement. *California Botanical Society*, Berkeley.
- Cave MS. 1960.** Index to Plant Chromosome Numbers for 1959. *California Botanical Society*, Berkeley.
- Cave MS. 1963.** Index to Plant Chromosome Numbers for 1962. *California Botanical Society*, Berkeley.
- Cave MS. 1964.** Index to Plant Chromosome Numbers for 1963. *California Botanical Society*, Berkeley.
- Chatha GS, Bir SS. 1987.** Cytological evaluation of woody taxa of Gamopetalae and Monochlamydeae from south India. *Aspects of Plant Science* **9**: 199–244.
- Chatha GS, Bir SS. 1988.** Cytomixis in some woody species of Indian forests. *Proceedings Indian Science Congress Association* **75**(3–VI): 211–212.
- Chariat-Panahi MS, Lessani H, Cartier D. 1982.** Etude caryologique de quelques espèces de la flore de l'Iran. *Revue de Cytologie et de Biologie Végétales, Le Botaniste* **5**: 189–197.
- Chauhan AKS, Raghuvanshi SS. 1977.** Cytogenetical studies of some members of Apocynaceae. *Cytologia* **42**: 723–729.
- Chen RY et al. 2003.** Chromosome Atlas of Major Economic Plants Genome in China, vol. 3. *Chromosome Atlas of Garden Flowering Plants in China*. Science Press, Beijing. 809p.
- Chromosome Data. 2010.** IAPT/IOPB Chromosome Data 10. *Taxon* **59**(6): 1934–1938.
- Chromosome Data. 2012.** IAPT/IOPB Chromosome Data 13. *Taxon* **61**(4): 889–902.
- Chromosome Data. 2012.** IAPT/IOPB Chromosome Data 14. *Taxon* **61**(6): 1336–1345.
- Chromosome Data. 2014.** IAPT/IOPB Chromosome Data 17. *Taxon* **63**(5): 1148–1155.
- Chromosome Data. 2014.** IAPT/IOPB Chromosome Data 18. *Taxon* **63**(6): 1387–1393.
- Chromopar. 2017.** *Paraguay chromosome counts database*. Disponível em: <<http://www.ub.edu/botanica/cromopar/basedato.htm>>. Acesso em 26 mai. 2017.
- Coleman JR, Smith LB. 1969.** Chromosome numbers of some Brazilian angiosperms. *Rhodora* **71**: 548–551.
- Darlington CD, Wylie AP. 1955.** *Chromosome atlas of flowering plants*. George Allen and Unwin Ltd., London, UK. 519p.

- Das AB, Mohanty S, Das P. 1998.** New report on chromosome number, karyotype, and 4C DNA content in three species of *Pachypodium* Lindley. *Caryologia* **51**: 245–252.
- Das AB, Mohanty S, Das P. 1999.** Chromosome number, karyotype and nuclear DNA content in some *Adenium* species of the family Apocynaceae. *Cytobios* **98**: 95–104.
- Datta PC, Maiti RK. 1972.** Relationships of Plumieraea (Apocynaceae) based on karyology. *Bulletin of the Botanical Society of Bengal* **26**(1): 9-19.
- Datta R, Bhattacharya G. 1981.** Role of altered karyotype in varietal differentiation in *Allamanda cathartica*. *Current Science* **50**(2): 92-94.
- De Lange PJ, Murray BG. 2003.** Chromosome numbers of Norfolk Island endemic plants. *Australian Journal of Botany* **51**: 211–215.
- De Loewenstern AB, Garbari F. 2004.** Cytotaxonomic contribution to the Jordanian flora 3. The Stapelieae (Asclepiadaceae) in the Hisma Basin (southern Jordan). *Caryologia* **57**(1): 73–77.
- De M. 1978.** Chromosome studies of the subtribe Tabernaemontaninae (Apocynaceae). *Proceedings Indian Science Congress Association (III, C)* **65**: 97.
- De M. 1979.** Chromosome studies on the genus *Rauvolfia* Linn. (Apocynaceae). *Proceedings Indian Science Congress Association (III, C)* **66**: 78–79.
- Diosdado JC, Ojeda F, Pastor J. 1993.** IOPB chromosome data 5. *International Organization of Plant Biosystematists* **20**: 6–7.
- Dnyansagar VR, Sudhakaran IV. 1970.** Induced tetraploidy in *Vinca* L. *Cytologia* **35**: 227-241.
- Dobea C, Hahn B, Morawetz, W. 1997.** Chromosomenzahlen zur Gefäßpflanzen-Flora Österreichs. *Linzer Biologische Beiträge* **29**(1): 5–43.
- Druskovic B, Lovka M. 1995.** IOPB chromosome data 9. *International Organization of Plant Biosystematists* **24**: 15–19.
- Eflora.** Disponível em: <<http://www.efloras.org>>. Acesso: 01 jun. 2017.
- Federov A. 1974.** Chromosome numbers of flowering plants. *Academy of Sciences of the USSR*. Komarov Botanical Institute, Leningrad (Reprint 1974), 926p.
- Feráková V, Schwarzová T. 1981.** Synantropizačné tendencie vo flóre modelového územia Devínska Kobyla. *Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae* **7**: 253-262.

- Fernandes A, França F. 1975.** Sur les nombres chromosomiques de quelques plantes du Mozambique. *Revista de Ciências Biológicas* **7**: 83-92.
- Fernandes A, Queirs M. 1971.** Sur la caryologie de quelques plantes récoltes pendant la III Reunion de Botanique Pninsulaire. *Memorias da Sociedade Broteriana* **21**: 343-385.
- Fernandez Casas J, Sorolla AP, Susanna A. 1980.** Numeros cromosomaticos de plantas occidentales, 64-69. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* **37**: 199–201.
- Francini E. 1927.** L'embriologia del *Cynanchum acutum* L. *Nuovo Giornale Botanico Italiano* **34**: 381-395.
- Fritsch R. 1970.** Chromosomenzahlen von Pflanzen der Insel Kuba I. *Kulturpflanze* **18**: 189-197.
- Fritsch R. 1972.** Chromosomenzahlen von Pflanzen der Insel Kuba. II. *Kulturpflanze* **19**: 305-313.
- Gadella TWJ et al. 1969.** Chromosome numbers and seedling morphology of some Angiospermae collected in Brazil. *Acta Botanica Neerlandica* **18**: 74-83.
- Gadella TWJ. 1972.** Cytological studies on some flowering plants collected in Africa. *Bulletin du Jardin Botanique National Belgique* **42**: 393-402.
- Gadella TWJ. 1977.** In IOPB chromosome number reports LVI. *Taxon* **26**: 257–274.
- Gadella TWJ. 1978.** In IOPB chromosome number reports LXI. *Taxon* **27**: 375–392.
- Ge CJYKL et al. 1988.** Observations on the chromosome numbers of medicinal plants from Shandong Province (V). *Journal Shandong College of Traditional Chinese Medicine* **12**: 55–57.
- Gill BS, Singhal VK, Bedi YS, Bir SS. 1990.** Cytological evolution in the woody taxa of Pachmarhi Hills. *The Journal of Cytology and Genetics* **25**: 308–320.
- Gill LS, Obembe AO. 1991.** Chromosome studies in some trees and shrubs from S Nigeria. *Willdenowia* **21**: 233–238.
- Goldblatt P. 1979.** Miscellaneous chromosome counts in Angiosperms II. Including new family and generic records. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **66**: 856–861.
- Goldblatt P. 1981.** Index to plant chromosome numbers 1975-1978. St. Louis: Missouri Botanical Garden VII (Monographs in Systematic Botany vol. 5), En Chromosome Surveys. 553p.
- Hill LM. 1984.** Reports [In Löve, A. (ed.), IOPB chromosome numbers reports LXXXIV]. *Taxon* **33**(3): 537.

- Hill LM. 1989.** IOPB chromosome data 1. *International Organization Plant Biosystematists* **13**: 17–19.
- Hill LM. 1995.** IOPB chromosome data 9. *International Organization Plant Biosystematists* **24**: 19–20.
- Holub J, Měsíček J, Javůrková, V. 1972.** Annotated chromosome counts of Czechoslovak plants (31–60) (Materials for "Flóra ČSSR"– 3). *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica* **7**(2): 167-202.
- Hsu CC. 1967.** Preliminary chromosome studies on the vascular plants of Taiwan (I). *Taiwania* **13**: 117-130.
- Hsu CC. 1968.** Preliminary chromosome studies on the vascular plants of Taiwan (II). *Taiwania* **14**: 11-27.
- Humphries CJ et al. 1978.** Chromosome numbers of phanerogams from Morocco and Algeria. *Botaniska Notiser* **131**: 391–404.
- Jankun A. 1990.** In Further studies in chromosome numbers of Polish angiosperms, part 23. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica* **32**: 177–183.
- Jash M, Sharma A. 1972.** Cytology of some Indian Asclepiadaceae. *Chromosomes Today* **3**: 238-247.
- Jaworska H. 1964.** Badania kariologiczne nad *Vincetoxicum officinale*. *Studia Societatis Scientiarum Torunensis* **7**: 3-12.
- Kamari G, Felber F, Garbari F. 1991.** Mediterranean chromosome number reports: 1. *Flora Mediterranea* **1**: 223-45.
- Khatoon S, Ali SI. 1993.** Chromosome Atlas of the Angiosperms of Pakistan. Department of Botany, University of Karachi, Karachi. 232p.
- Kieft B, Loon JC. 1978.** IOPB chromosome number reports LXII. *Taxon* **27**(5/6): 524-525.
- Kiehn M. 2005.** Chromosome numbers of Hawaiian angiosperms: new records and comments. *Pacific Science* **59**(3): 363–377.
- Kliphuis E. 1977.** In IOPB chromosome number reports LVI. *Taxon* **26**: 257–274.
- Kong XZ, Qu YY, Ding Y. 1993.** Chromosome numbers of the genus *Apocynum* L. and *Poacynum* Baill. from Xinjiang. *Journal of August 1st Agricultural College* **16**(4): 38–39.
- Kumar V, Subramaniam B. 1987.** Chromosome atlas of flowering plants of the Indian subcontinent: Dicotyledons. Vol. 1, Botanical Survey of India, Ministry of Environment & Forests, Government of India. 1095p.

- Kunze H, Meve U, Liede S. 1994a.** *Cibirhiza albersiana*, a new species of Asclepiadaceae, and establishment of the tribe Fockeeae. *Taxon* **43**: 367–376.
- Larsen K, Laegaard S. 1971.** Chromosome studies of the sicilian flora. *Botanisk Tidsskrift* **66**(3): 249-268.
- Leach LC. 1973.** Stapelieae (Asclepiadaceae) from south tropical Africa: VII. *Bothalia* **11**: 133-137.
- Lemke DE. 1987.** Chromosome Number Reports 96. *Taxon* **36**: 659.
- Lessani H, Chariat-Panahi S. 1979.** In IOPB chromosome number reports LXV. *Taxon* **28**: 635–636.
- Lewis WH, Oliver RL. 1970.** In Chromosome numbers of phanerogams 4. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **57**: 382-384.
- Liede S. 1993.** A taxonomic revision of the genus *Cynanchum* L. (Asclepiadaceae) in southern Africa. *Botanische Jahrbücher für Systematik* **114**: 503–550.
- Liede S. 1996.** A revision of *Cynanchum* (Asclepiadaceae) in Africa. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **83**: 283–345.
- Liede S, Meve U. 1992.** The genera of leafless Cynanchinae (Asclepiadaceae) in Africa. *Cactus and Succulent Journal* **64**(1): 30–36.
- Liede S, Meve U. 1996.** Two new species and one new combination in leafless Malagasy *Cynanchum* (Asclepiadaceae). *Novon* **6**(1): 59–63.
- Liede S, Meve U. 1996a.** The circumscription of *Karimbolea* Descoings (Asclepiadaceae). *Brittonia* **48**(4): 501–507.
- Liede S, Meve U, Täuber A. 2002.** What is the subtribe Glossonematinae (Apocynaceae: Asclepiadoideae). A phylogenetic study based on cpDNA spacer. *Botanical Journal of the Linnean Society* **139**(2): 145–158.
- Loeve A, Kjellqvist E. 1974.** Cytotaxonomy of Spanish plants. IV. Dicotyledons: Caesalpiniaceae - Asteraceae. *Lagasalia* **4**: 153-211.
- Lopane F. 1951.** Sul numero cromosomico di *Periploca graeca* L. (Asclepiadaceae). *Caryologia* **4**(1): 44-46.
- Löve Á, Löve D. 1948.** Chromosome numbers of northern plant species. University Institute of Applied Sciences, Department of Agriculture, Report, series B, vol. 3. Ingólfsprent, Reykjavík, Iceland. 131p.
- Löve Á, Löve D. 1982.** In: IOPB chromosome number reports LXXVI. *Taxon* **31**: 583–587.

- Lövkvist B, Hultgård UM. 1999.** Chromosome numbers in south Swedish vascular plants. *Opera Botanica* **137**: 1–42.
- Ma DH, Liu HL. 1988a.** Examination of chromosome number and karyotype of *Periploca sepium*. *Journal of Ningxia Agricultural College* **1**: 49–51.
- Májovský J et al. 1970.** Index of chromosome numbers of Slovakian flora (Part 1). *Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae, Botanica* **16**: 1-26.
- Májovský J et al. 1978.** Index of chromosome numbers of Slovakian flora (Part 6). *Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae, Botanica* **26**: 1-42.
- Májovský J et al. 1987a.** Karyotaxonomický prehľad flóry Slovenska. Veda, Bratislava. 436p.
- Malla SB et al. 1977a.** In IOPB chromosome number reports LVII. *Taxon* **26**: 443–452.
- Malla SB et al. 1979.** In IOPB chromosome number reports LXV. *Taxon* **28**: 627–628.
- Marhold K. 2006.** IAPT/IOPB chromosome data 1. *Taxon* **1**: 443-445.
- Martinez LD. 1987.** Los cromosomas mitoticos de *Mandevilla pentlandiana* (Apocynaceae). *Kurtziana* **19**: 169–170.
- Masinde PS, Meve U. 2002.** *Ceropegia zambesiaca* (Apocynaceae: Asclepiadoideae--Ceropegieae), a new species from Zambia. *Kew Bulletin* **57**(1): 205–209.
- Mehra PN, Bawa KS. 1969.** Chromosomal evolution in tropical hardwoods. *Evolution* **23**: 466-481.
- Mehra PN, Gill LS. 1968.** In IOPB chromosome number reports XVI. *Taxon* **17**: 199-204.
- Mehra PN. 1976.** Cytology of Himalayan Hardwoods. Sree Saraswaty Press, Calcutta. 235p.
- Meve U. 1995.** Cytological and morphological differentiation in *Caralluma burchardii* (Asclepiadaceae). *Nordic Journal of Botany* **15**(5): 459–467.
- Meve U. 1997.** *Brachystelma bracteolatum* (Asclepiadaceae), a new species in Nigeria. *Kew Bulletin* **52**(3): 711–714.
- Meve U. 1997a.** The genus *Duvalia* (Stapelieae): stem-succulents between the Cape and Arabia. *Plant Systematics and Evolution Suppl.* **10**: 1–132.
- Meve U. 1997b.** *Neoschumannia kamerunensis* Schltr. (Asclepiadaceae) rediscovered in Cameroon after nearly a century. *Botanische Jahrbuecher fuer Systematik* **119**(3): 427–435.

- Meve U. 1999.** *Tylophora anomala* (Asclepiadaceae)---a cytologically anomalous species. **Systematics and Geography of Plants**, v. 68, p. 255–263.
- Meve U. 2005.** A morphological, karyological and chemical study of the *Apteranthes* (*Caralluma*) europaea complex. *Botanical Journal of the Linnean Society* **149**: 419–432.
- Meve U et al. 2001.** RAPD analysis and taxonomic reconsideration of the *Ceropegia aristolochioides* complex (Apocynaceae--Ceropegieae). *Plant Biology* **3**: 622–628.
- Meve U, Liede S. 1994a.** A conspectus of *Ceropegia* L. (Asclepiadaceae) in Madagascar, and the establishment of *C.* sect. *Dimorpha*. *Phyton* **34**(1): 131–141.
- Meve U, Liede S. 1997.** A new species of *Sarcostemma* (Asclepiadaceae) from northern Madagascar. *Kew Bulletin* **52**(2): 491–494.
- Meve U, Porembski S. 1993.** *Brachystelma* Sims (Asclepiadaceae) in west tropical Africa. *Botanische Jahrbücher* **115**(3): 315–324.
- Miege J, Josserand N. 1972.** Nombres chromosomiques d'especes africaines et malgaches. *Candollea* **27**: 283-292.
- Mitra K, Datta N. 1967.** In IOPB chromosome number reports XIII. *Taxon* **16**: 445-461.
- Molero J et al. 2002.** IOPB chromosome data 18. *International Organization of Plant Biosystematists* **34**: 22–24.
- Moore DM. 1982.** Flora Europaea check-list and chromosome index. New York: Cambridge University Press. 423p.
- Mukherjee P. 1980.** Karyomorphological studies of *Calotropis gigantea* R. Br. *Scientific Culture* **46**: 28–29.
- Murray BG, Lange Pjd. 1999.** Contributions to a chromosome atlas of the New Zealand flora---35. Miscellaneous family. *New Zealand Journal of Botany* **37**: 511–521.
- Nakamura T. 1972.** The cytological studies on the chromosome number and the karyotypes in some species of genus *Stapelia* (Asclepiadaceae) II. *Kromosomo* **87**: 2755-2765.
- Nakamura T. 1991a.** A study of geographical differentiation and chromosome of succulent plants in the family Asclepiadaceae. *Kromosomo* **61**: 2068–2077.
- Nakamura T. 1992.** Cytological studies on 13 species of genus *Hoya* (Asclepiadaceae) in Malay Peninsula. *Chromosome Information Service* **53**: 16–18.
- Nakamura T. 1993.** Cytological studies on 6 species of the genus *Hoya* (Asclepiadaceae) in Viti Levu Island, Fiji. *Chromosome Information Service* **55**: 25–27.

- Nakamura T. 1996.** Cytological studies on the genus *Hoya* (Asclepiadaceae) collected in New Caledonia. *Chromosome Information Service* **60/61**: 21–22.
- Nakamura T, Yuasa H. 1978.** The cytological studies in family Asclepiadaceae IV. Chromosome numbers and karyotypes in genus *Hoya*. *Kromosomo* **11–12**: 318–326.
- Nakamura T, Yuasa H. 1980.** Cytological studies in the family Asclepiadaceae V. Chromosome numbers and karyotypes in *Hoya carnososa*. *Kromosomo* **18–19**: 531–541.
- Nanda PC. 1962.** Chromosome numbers of some trees and shrubs. *Journal of the Indian Botanical of Science* **41**: 271-277.
- Navaneetham N. 1980.** On the chromosome numbers of some Asclepiadaceae from south India. *Proceedings of the Indian Science Congress Association (III, C)* **67**: 57.
- Navaneetham N. 1981.** In Chromosome number reports LXXII. *Taxon* **30**: 696.
- Navaneetham N. 1982.** Karyomorphological studies in two species of *Cryptolepis* R. Br. *Proceedings of the Indian Science Congress Association* **69**(3–VI): 231–232.
- Navaneetham N, Sampathkumar R. 1984.** Chromosome Number Reports LXXXII. *Taxon* **33**: 126–134.
- Niehaus T, Wong L JR. 1971.** In IOPB chromosome reports XXXII. *Taxon* **20**: 359-356.
- Norman EM, Roper S. 1981.** In Chromosome number reports LXXII. *Taxon* **30**: 697.
- Obermayer R, Greilhuber J. 2006.** Cryptopolyploidy revisited: the case of *Vinca* (Apocynaceae). *Plant Systematics and Evolution* **256**: 201–208.
- Ohri D, Kumar A. 1986.** Nuclear DNA amounts in some tropical hardwoods. *Caryologia* **39**: 303-307.
- Ono M. 1975.** Chromosome numbers of some endemic species of the Bonin Islands I. *The Botanical Magazine* **88**: 323–328.
- Ono M. 1977.** Cytotaxonomical studies on the flowering plants endemic to the Bonin Islands. *Memoirs of the National Science Museum* **10**: 63–80.
- Ornduff R. 1967.** Index to plant chromosome numbers for 1965. *Regnum Vegetabile* **50**: 128.
- Pannocchia-Laj F. 1938.** Embriologia e cariologia del genere "*Vinca*" (Apocynaceae). *Nuovo Giornale Botanico Italiano* **45**(2): 157-185.
- Pardi P. 1933a.** Studi sulla cariologia delle Asclepiadaceae. *Nuovo Giornale Botanico Italiano* **40**(4): 576-589.

- Pardi P. 1933b.** Contributo alla cariologia delle Asclepiadaceae. *Accademia Nazionale Lincei Rendiconti Classe Scienze Fisiche Matematiche e Naturali Serie VI* **17**: 1101-1104.
- Parfitt BD, Baker MA, Gallagher ML. 1985.** Chromosome Number Reports LXXXVI. *Taxon* **34**: 159–164.
- Parfitt BD et al. 1990.** Documented chromosome numbers 1990: 1. Miscellaneous North American vascular plants. *Sida* **14**: 305–308.
- Pattnaik M, Das AB, Das P. 1997.** Karyotype analysis and 4C DNA variability in some succulent members of the tribe Stapelieae. *Cytobios* **91**: 87–95.
- Pedrosa A. 1999.** Citogenética de angiospermas coletadas em Pernambuco - V. *Acta Botanica Brasilica* **13**(1): 49–60.
- Peruzzi L, Cesca G. 2003.** Numeri cromosomici per la Flora Italiana 1421-1433. *Informatore Botanico Italiano* **35**(1): 85-91.
- Pesci G. 1971.** Numeri cromosomici per la flora italiana: 81. *Informatore Botanico Italiano* **3**(2): 148.
- Pinto-Maggio CAF, Pierozzi NL, Castro SCP, Soares-Scott MD. 1997.** IOPB chromosome data 11. *International Organization of Plant Biosystematists* **26/27**: 23–24.
- Piovano M. 1987.** Sobre los cromosomas de *Aspidosperma quebracho-blanco*. *Kurtziana* **19**: 169–170.
- Podlech D, Bader O. 1974.** Chromosomenstudien an Afghanischen Pflanzen II. *Mitteilungen der Botanischen Staatssammlung München* **11**: 457-488.
- Pogan E et al. 1990.** Further studies in chromosome numbers of Polish Angiosperms. Part XXIII. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica* **32**: 171-188.
- Probatova NS. 2000.** Chromosome numbers in some plant species from the Razdolnaya (Suifun) river basin (Primorsky Territory). *Botaničeskij Žhurnal* **85**(12): 102–107.
- Probatova NS. 2006.** Chromosome numbers of plants of the Primorsky Territory, the Amur River basin and Magadan region. *Botaničeskij Žhurnal* **91**(3): 491–509.
- Probatova NS, Sokolovskaya AP. 1983.** New chromosome numbers for vascular plants from the islands of Peter the Great Bay (Primorye Territory). *Botanicheskii Zhurnal SSSR* **68**(12): 1655–1662.
- Probatova NS, Sokolovskaya AP. 1990.** Chromosome numbers in some representatives of the families Asclepiadaceae, Asteraceae, Boraginaceae, Chenopodiaceae, Lamiaceae,

- Oleaceae, Onagraceae, Scrophulariaceae, Solanaceae, Urticaceae from the Soviet Far East. *Botaničeskij Žhurnal* **75**: 1619–1622.
- Raghuvanshii SS, Chauhan AKS. 1969.** Apocynaceae III. Investigations on the role of chromosomal aberrations and polyploidy in evolution of varieties in *Tabernaemontana divaricata*. *Cytologia* **34**: 382-393.
- Raghuvanshi SS, Chauhan AKS. 1974.** Evolution within certain species of Apocynaceae. Kachroo, P. (ed.). *Advancing Frontiers in Cytogenetics in Evolution and Improvement of Plants* Proceedings of National Seminar Kashmir, India. Illus Hindustan Publishing Corp., p. 231-235.
- Ramakrishna TM, Afzalunnisa K. 1981a.** In Chromosome number reports LXXIII. *Taxon* **30**: 851–852.
- Ramakrishna TM. 1981b.** A new species of *Brachystelma* (Asclepiadaceae) from India. *Current Science* **50**: 145–146.
- Rao PN, Mwasumbi LB. 1981.** In Chromosome number reports LXXII. *Taxon* **30**: 701.
- Rauh W. 1972.** The genus *Pachypodium*. *Cactus and Succulent Journal* **44**: 7-31.
- Rau MA. 1940.** Studies in the Apocynaceae. *The Journal of the Indian Botanical Society* **19**: 33-44.
- Raynaud C. 1991.** Morphologie, caryologie et biogéographie de deux endémiques Marocaines: *Caralluma hesperidum* Maire et *C. joannis* Maire (Asclepiadaceae). *Botanika Chronika* **10**: 713–722.
- Reese G. 1972.** Untersuchungen ueber die Chromosomenzahlen der Stapelieae. II. *Portugaliae Acta Biologica Série A* **12**(1-2): 1-23.
- Reese G. 1973.** Ueber einen bemerkenswerten Fall von Polysomatie in Wurzelspitzen. *Cytologia* **38**: 593-601.
- Reese G, Kressel H. 1968.** Untersuchungen uber die Chromosomenzahlen der Stapelieae. *Portugaliae Acta Biologica Série A* **10**: 33-54.
- Renard R et al. 1983.** Nombres chromosomiques de quelques Angiospermes du Rwanda, du Burundi et du Kenya. *Bulletin du Jardin Botanique National Belgique* **53**: 342–371.
- Rossitto M, Ottonello D, Fici S. 1983.** Numeri cromosomici per la flora italiana: 993-1002. *Informatore Botanico Italiano* **15**(2-3): 188-194.
- Rostovtseva TS. 1977.** Chromosome numbers of some plant species from the south of Siberia. II. *Botaničeskij Žhurnal* **62**(7): 1034–1042.

- Roy Tapadar NN, Sen NK. 1960.** Cytotaxonomical studies on the economic plants of the family Apocynaceae. *Cytologia* **12**: 360-397.
- Roy Tapadar NN. 1964.** Cytotaxonomic studies in Apocynaceae and delineation of the different evolutionary tendencies operating within the family. *Caryologia* **17**: 103-138.
- Rutland JP. 1941.** The Merton Catalogue a list of chromosome numbers of British plants supplement N° 1. *New Phytologist* **40**: 210-214.
- Sanjappa M, Dasgupta A. 1981.** In Chromosome number reports LXXI. *Taxon* **30**: 508–509.
- Sanjappa M. 1979.** In IOPB chromosome number reports LXIII. *Taxon* **28**: 274–275.
- Santhosh B, Omanakumari N. 1997.** Karyomorphological studies on two varieties of *Thevetia peruviana*. *The Journal of Cytology and Genetics* **32**(2): 95–98.
- Sanso AM, Xifreda CC. 2000.** Karyotypes of *Macrosiphonia petraea* and *M. virescens* (Apocynaceae). *Boletín Sociedad Argentina de Botánica* **35**(3–4): 291–295.
- Sarkar AK, Datta N, Chatterjee U. 1973.** Chromosome survey of certain angiosperms. II. *Bulletin of the Botanical Survey of India* **15**: 148.
- Sarkar AK, Datta N, Chatterjee U. 1980.** In Chromosome number reports LXVII. *Taxon* **29**: 360–361.
- Sarkar AK, Datta N. 1986.** Karyomorphological studies of *Carissa* L. (Apocynaceae) to ascertain their taxonomic affinities. *Cell Chromosome Research* **9**: 4–6.
- Sarkar AK. et al. 1973.** In IOPB chromosome number reports XLII. *Taxon* **22**: 647-654.
- Sarkar AK et al. 1976.** In IOPB chromosome number reports LIV. *Taxon* **25**: 631–649.
- Sarkar AK. 1988.** Cytology of certain members of Asclepiadaceae to ascertain their taxonomic affinities. *Proceedings of the Indian Science Congress Association* **75**(3–VI): 233–234.
- Satyanarayan J, Sahoo P, Das AB. 2003.** New reports of chromosome number and genome size in eight mangroves from coastal Orissa. *Caryologia* **56**(3): 353–358.
- Schill R, Leuenberger B. 1972.** Pollenmorphologie und Cytotaxonomie der Gattung *Pachypodium* Lindl. *Botanische Jahrbücher* **92**: 169-177.
- Schreiber G. 1951.** Pesquisas de citologia quantitativa, X: pesquisas cariométricas nos meristemas de *Allamanda cathartica* L. var. *nobilis*. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* **23**: 393–414.

- Segawa M, Ohta S, Kondo K. 1984.** Effect of vinblastine on root meristematic cells of *Vinca major* L., a close relative of the vinblastine-source *Vinca rosea* L. *Kromosomo* **34**: 1073–1078.
- Semerenco LV. 1990.** Chromosome numbers of some flowering plants from the Berezinsky Biosphere Reservation (the Byelorussian Soviet Socialist Republic). *Botaničeskij Žhurnal* **75**: 279–282.
- Serra C et al. 2001.** Mediterranean chromosome number reports-11. *Flora Mediterranea* **11**: 466-473.
- Sharma AK. 1970.** Annual report 1967-1968. *The Research Bulletin*, University Calcutta, Cytogenetics Lab, **2**: 1–50.
- Sharma AK, De M. 1976.** Cytotaxonomic studies on medicinal plants of Apocynaceae. *The Research Bulletin*, University Calcutta, Cytogenetics Lab, **3**: 41–42.
- Sidhu M, Bir SS. 1983.** Karyological studies on weeds on cultivable lands in Punjab, India. *Tropical Plant Science and Research* **1**: 1–13.
- Sidhu MK. 1979.** Distributional and cytological studies of the weed flora of cultivable fields of Patiala district (Panjab). Ph.D. Thesis, Patiala. 230p.
- Singh B. 1951.** Chromosome numbers in some flowering plants. *Current Science* **20**(4): 105.
- Singh F. 1982.** Exquisite orchids from Western Ghats (India) -- *Aerides crispum*. American Orchid Society Bulletin **51**: 937–939.
- Sinha ARP, Chaurasia OP. 1994.** New basic chromosome number and cytology of some endemic plants of Andaman and Nicobar Islands (India). *Broteria Genetica* **15**(1–2): 37–42.
- Skottsberg C. 1955.** Chromosome numbers in Hawaiian flowering plants. *Arkiv for Botanik* **3**: 63–70.
- Smith EB, Hyatt PE, Golden, KD. 1992.** Documented chromosome numbers 1992: 1. Chromosome numbers of some Arkansas flowering plants. *Sida* **15**: 145–146.
- Souza AP. 2015.** Delimitação taxonômica de *Rhabdadenia* (Rhabdadenieae, Apocynaceae) com base em caracteres anatômicos e micromorfológicos. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal). Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. 50p.
- Sreedevi P, Namboodiri AN. 1977.** In IOPB chromosome number reports LVI. *Taxon* **26**: 257–274.

- Sreedevi P, Namboodiri AN. 1979.** Cytology of normal and seasonally aberrant microsporogenesis in *Asclepias* and *Dregea* (Asclepiadaceae). *Cytologia* **44**: 377–384.
- Strid A, Franzen R. 1981.** In Chromosome number reports LXXIII. *Taxon* **30**: 829–842.
- Suda J, Kyncl T, Freiova R. 2003.** Nuclear DNA amounts in Macaronesian angiosperms. *Annals of Botany* **92**: 153-164.
- Sumita R, Roy SC. 2003.** Chromosome stability in culture derived plants of *Holarrhena antidysenterica* Wall. and study of differentiating tissues using SEM. *Caryologia* **56**(3): 329–335.
- Temsch EM. et al. 2010.** Heavy metal pollution, selection, and genome size: The species of the Žerjav study revisited with flow cytometry. *Journal of Botany* 1-11.
- Tjio JH. 1948.** The somatic chromosomes of some tropical plants. *Hereditas* **34**: 135-146.
- Ugborogho RE. 1983.** In IOPB chromosome number reports LXXIX. *Taxon* **32**: 321.
- Uhríková A, Feráková V, Schwarzová T. 1985.** Karyologisches Studium der slowakischen Flora VI. *Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae, Botanica* **32**: 67-70.
- Uhríková A, Králik E. 2000.** Karyologické štúdium slovenskej flóry XXIX. *Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae, Botanica* **40**: 17-22.
- Ulrich I, Fritz B, Ulrich W. 1988.** Application of DNA fluorochromes for flow cytometric DNA analysis of plant protoplasts. *Plant Science* **55**: 151-158.
- Van Den Brand C, Van Meel FCM, Wieffering JH. 1979.** In: Löve, Á. (ed.). IOPB chromosome number reports LXIV. *Taxon* **28**: 395–397.
- Van Der Laan FM. 1979.** In IOPB chromosome number reports LXV. *Taxon* **28**: 636–637.
- Van Der Laan FM, Arends JC. 1985.** Cytotaxonomy of Apocynaceae. *Genetica* **68**: 3–35.
- Veyret Y. 1974.** Quelques donnees pour la biosystematique de pervenches malgaches (genre *Catharanthus* G. Don, Apocynaceae). *Candollea* **29**: 297-307.
- Vitek E et al. 1992.** Beiträge zur Flora von Österreich---weitere Chromosomenzählungen. *Verhandlungen Der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien* **129**: 215–226.
- Wanntorp HE. 1988.** The genus *Microlooma* (Asclepiadaceae). *Opera Botanica* **98**: 1–69.
- Ward DE, Spellenberg R. 1988.** Chromosome counts of angiosperms from New Mexico and adjacent areas. *Phytologia* **64**: 390–398.

Zarucchi JL. 1987. A revision of the tribe Ambelanieae (Apocynaceae-Plumerioideae). Series of revisions of Apocynaceae XXIV [1988]. *Agricultural University Wageningen Papers* **87**: 1–106.

ANEXO B: Normas do Botanical Journal of the Linnean Society

Author Guidelines

Instructions for Authors

The Linnean Society publishes four periodicals: the *Biological*, *Botanical* and *Zoological Journals*, and *The Linnean*, the Society's newsletter and proceedings.

The *Botanical Journal of the Linnean Society* publishes original papers on systematic and evolutionary botany and comparative studies of both living and fossil plants. Review papers are also welcomed which integrate fields such as cytology, morphogenesis, palynology and phytochemistry into a taxonomic framework. The journal will only publish new taxa in exceptional circumstances as part of larger monographic or phylogenetic revisions.

Submissions to the *Botanical Journal* are made on-line using ScholarOne Manuscripts. To submit to the Journal go to <http://mc.manuscriptcentral.com/botjls>. If this is the first time you have used the system you will be asked to register by clicking on 'create an account'.

Full instructions on making your submission are provided. You should receive an acknowledgement within a few minutes. Thereafter, the system will keep you informed of the process of your submission through refereeing, any revisions that are required, and a final decision.

Manuscripts submitted by other methods will not be considered.

Conflict of Interest

The *Botanical Journal of the Linnean Society* requires that all authors disclose any potential sources of conflict of interest. Any interest or relationship, financial or otherwise, that might be perceived as influencing an author's objectivity is considered a potential source of conflict of interest. These must be disclosed when directly relevant or indirectly related to the work that the authors describe in their manuscript. Potential sources of conflict of interest include but are not limited to patent or stock ownership, membership of a company board of directors, membership of an advisory board or committee for a company, and consultancy for or receipt of speaker's fees from a company. The existence of a conflict of interest does not preclude publication in this journal.

It is the responsibility of the corresponding author to review this policy with all authors and to collectively list in a cover letter to the Editor, in the manuscript (under the Acknowledgement section), and in the online submission system ALL pertinent commercial and other relationships. Corresponding authors will be asked to confirm whether or not a conflict of interest exists as part of the submission process.

Ethical Guidelines

The Journal expects authors to abide by the guidelines of those statutory bodies, or, discipline that are specific to the country of origin, or, execution of the research.

Copyright

If your paper is accepted, the author identified as the formal corresponding author for the paper will receive an email prompting them to log into Author Services, where via the Wiley

Author Licensing Service (WALS) they will be able to complete the license agreement on behalf of all authors on the paper.

For authors signing the copyright transfer agreement

If the OnlineOpen option is not selected the corresponding author will be presented with the copyright transfer agreement (CTA) to sign. The terms and conditions of the CTA can be previewed in the samples associated with the Copyright FAQs below: CTA Terms and Conditions http://authorservices.wiley.com/bauthor/faqs_copyright.asp

For authors choosing OnlineOpen

If the OnlineOpen option is selected the corresponding author will have a choice of the following Creative Commons License Open Access Agreements (OAA): Creative Commons Attribution License OAA Creative Commons Attribution Non-Commercial License OAA Creative Commons Attribution Non-Commercial -NoDerivs License OAA To preview the terms and conditions of these open access agreements please visit the Copyright FAQs hosted on Wiley Author Services http://authorservices.wiley.com/bauthor/faqs_copyright.asp and visit <http://www.wileyopenaccess.com/details/content/12f25db4c87/Copyright--License.html>

If you select the OnlineOpen option and your research is funded by The Wellcome Trust and members of the Research Councils UK (RCUK) or the Austrian Science Fund (FWF) you will be given the opportunity to publish your article under a CC-BY license supporting you in complying with your Funder requirements. For more information on this policy and the Journal's compliant self-archiving policy please visit: <http://www.wiley.com/go/funderstatement>

Author material archive policy

All original hardcopy artwork will be returned to authors after publication. **Please note that, unless specifically requested, Wiley Blackwell will dispose of all electronic material and remaining hardcopy two months after publication.** If you require the return of any of this material, you must inform the editorial office upon submission.

Offprints

A PDF offprint of the online published article will be provided free of charge to the corresponding author, and may be distributed subject to the Publisher's terms and conditions. Paper offprints of the printed published article may be purchased if ordered via the method stipulated on the instructions that will accompany the proofs.

Manuscript preparation

Authors should aim to communicate ideas and information clearly and concisely, in language suitable for the moderate specialist. Papers in languages other than English are not accepted unless invited. When a paper has joint authorship, one author must accept responsibility for all correspondence; the full postal address, telephone and fax numbers, and e-mail address of the author who is to check proofs should be provided. Although the Society does not specify the length of manuscripts, it is suggested that authors preparing long texts (20 000 words or more, including references, etc.) should consult the Editor before considering submission. **Please submit your manuscript in an editable format such as .doc or .rtf. If you submit your manuscript in a non-editable format such as PDF, this will slow the progress of your paper as we will have to contact you to request an editable copy.**

Papers should conform to the following general layout:

Title page

This should include title, authors, institutions and a short running title. The title should be concise but informative, and where appropriate should include mention of family or higher taxon in the form: 'Taxonomy of the oak, *Quercus* (Fagaceae)'. A subtitle may be included, but papers in numbered series are not accepted. Names of new taxa should not be given in titles.

Abstract

This must be on a separate page. The abstract is of great importance as it may be reproduced elsewhere, and is all that many may see of your work. It should be about 100-200 words long and should summarize the paper in a form that is intelligible in conjunction with the title. It should not include references. The abstract should be followed by up to ten keywords additional to those in the title (alphabetically arranged and separated by hyphens) identifying the subject matter for retrieval systems. Taxonomic authorities should not be included in the Abstract.

Subject matter

The paper should be divided into sections under short headings. Except in systematic hierarchies, the hierarchy of headings should not exceed three. Do not combine Results and Discussion – these should be two different sections. Herbarium vouchers provide a permanent record of the plant material studied. Vouchers should be deposited in a recognized herbarium, and numbers/information should be included in the table or list of material used. In the case of population-level studies, one voucher per population will normally be considered adequate. Authors submitting papers to the Botanical Journal should consult www.ipni.org or *Authors of Plant Names* edited by R.K. Brummitt and C.E. Powell (Royal Botanic Gardens, Kew, 1992; ISBN 947-643-44-3). Names of genera and species should be printed in italic; suprageneric taxon names should be in roman. Cite the author of genera and lower taxa (subgenus, section, species, etc.) on first mention in the main text. Manuscripts without author names will be returned. Authors of plant names should follow the abbreviations of Brummitt & Powell, 1992,

paying particular attention to the spacing (most do not have spaces following the full stops). These standard abbreviations can be found online at www.ipni.org. Use SI units and the appropriate symbols (mm, not millimetre; μm , not micron; s, not sec; Myr for million years). Use the negative index (m^{-1} , l^{-1} , h^{-1}) except in cases such as 'per plant'. Avoid elaborate tables of original or derived data, long lists of species etc.; if such data are absolutely essential, consider including them as appendices or as online-only supporting information. Avoid footnotes and keep cross references by page to an absolute minimum.

Families used follow APG III (2009). See *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 105-121. Note particularly the use of Asteraceae (not Compositae) and Fabaceae (not Leguminosae). Names of suprageneric taxa (subtribe, tribe, subfamily, family, order etc.) are plural nouns and take plural verb forms e.g. "Allioideae are", "Betulaceae comprise" etc. Use of 'chloroplast' should be avoided when referring to plastid genome studies based on total genomic DNA extractions as other plastid types are involved. Use of 'phylogeny' should be avoided when reporting the results of an analysis (there is only one true phylogeny). Use 'phylogenetic analysis', 'phylogenetic tree' or similar. If abbreviations are used, 'species' should be abbreviated as 'sp.' (singular) or 'spp.' (plural) and 'subspecies' should be abbreviated as 'subsp.' (singular) or 'subsp.' (plural). Higher taxonomic ranks (genus, subgenus, section etc.) should not be abbreviated. *Sensu stricto* and *sensu lato* should be abbreviated as *s.s.* and *s.l.* (in italics), respectively.

References

We recommend the use of a tool such as EndNote or Reference Manager for reference management and formatting.

EndNote reference styles can be searched for here:

<http://www.endnote.com/support/enstyles.asp>

Reference Manager reference styles can be searched for here:

<http://www.refman.com/support/rmstyles.asp>

In the text, give references in the following forms: 'Stork (1988) said', 'Stork (1988: 331)' where it is desired to refer to a specific page, and '(Rapport, 1983)' where giving reference simply as authority for a statement. Note that names of joint authors are connected by '&' in the text. When papers are by three authors, use all names on the first mention and thereafter abbreviate to the first name *et al.* For papers by four or more authors, use *et al.* throughout.

The list of references must include all publications cited in the text and only these. Prior to submission, make certain that all references in the text agree with those in the references section, and that spelling is consistent throughout. In the list of references, titles of periodicals must be given in full, not abbreviated. For books, give the title, place of publication, name of publisher (if after 1930), and indication of edition if not the first. In papers with half-tones, plate or figure citations are required only if they fall outside the pagination of the reference cited. References should conform as exactly as possible to one of these four styles, according to the type of publication cited.

Burr FA, Evert RF. 1982. A cytochemical study of the wound-healing proteins in *Bryopsis hypnoides*. *Cytobios* 6: 199-215.

Gould SJ. 1989. *Wonderful life: the Burgess Shale and the nature of history*. New York: W.W. Norton.

Dow MM, Cheverud JM, Rhoads J, Friedlaender J. 1987b. Statistical comparison of biological and cultural/history variation. In: Friedlaender J, Howells WW, Rhoads J, eds. *Solomon Islands project: health, human biology, and cultural change*. New York: Oxford University Press, 265-281.

Gay HJ. 1990. The ant association and structural rhizome modifications of the far eastern fern genus *Lecanopteris* (Polypodiaceae). Unpublished D. Phil. Thesis, Oxford University.

Other citations such as papers 'in press' may appear on the list but not papers 'submitted', 'in review' or 'in preparation'. These may be cited in the text as 'unpubl. data'. A personal communication may be cited in the text but not in the reference list. Please give the initials and surnames for all authors of personal communications and unpublished data.

In the case of taxonomic reviews, authors are requested to include full references for taxonomic authorities.

Give foreign language references in ordinary English alphabetic form (but copy accents in French, German, Spanish, etc.), if necessary transliterating in accordance with a recognized scheme. For the Cyrillic alphabet use British Standard BS 2979 (1958). If only a published translation has been consulted, cite the translation, not the original. Add translations not supplied by the author of the reference in square brackets.

Tables

Keep these as simple as possible, with few horizontal and, preferably, no vertical rules. When assembling complex tables and data matrices, bear the dimensions of the printed page (225 x 168 mm) in mind; reducing typesize to accommodate a multiplicity of columns will affect legibility.

Illustrations

These normally include (1) half-tones reproduced from photographs, (2) black and white figures reproduced from drawings and (3) diagrams. Use one consecutive set of Arabic numbers for all illustrations (do not separate 'Plates' and 'Text-figures' - treat all as 'Figures'). Figures should be numbered in the order in which they are cited in the text. Use upper case letters for subdivisions (e.g. Figure 1A-D) of figures; all other lettering should be lower case.

1. *Half-tones reproduced from photographs*

Increasingly, authors' original images are captured digitally rather than by conventional film photography. In these cases, please use settings on your equipment for the highest possible image quality (minimum 300dpi).

Desktop technology now allows authors to prepare plates by scanning photographic originals and then labelling them using graphics programs such as Adobe Illustrator. These are acceptable provided:

2. Resolution is a minimum of 300 dpi at the final required image size. The labelling and any line drawings in a composite figure should be added in vector format. If any labelling or line drawings are embedded in the file then the resolution must be a minimum of 800 dpi. Please note that vector format labelling will give the best results for the online version of your paper.

3. Electronic files are saved uncompressed as TIFF or EPS files.

In the case that it is not possible to provide electronic versions, please supply photographic prints with labelling applied to a transparent overlay or to a photocopy.

Grouping and mounting: when grouping photographs, aim to make the dimensions of the group (including guttering of 2 mm between each picture) as close as possible to the page dimensions of 168 × 225 mm, thereby optimizing use of the available space. Remember that grouping photographs of varied contrast can result in poor reproduction. If supplied as photographic prints, the group should be mounted on thin card. Take care to keep the surface of the prints clean and free of adhesive. Always provide overlays to protect the photographs from damage.

Lettering and numbering: If supplied as photographic prints, letters and numbers should be applied in the form of dry-transfer ('Letraset') letters, numbers, arrows and scale bars, but not measurements (values), to transparent overlays in the required positions, rather than to the photographs themselves; this helps to avoid making pressure marks on the delicate surface of the prints, and facilitates relabelling, should this be required. Alternatively, pencilled instructions can be indicated on duplicates or photocopies marked 'FOR LABELLING ONLY'. Self-adhesive labels should be avoided, but if they are used, they should not be attached directly to either photographs or overlays, but to photocopies, to indicate where they are to be positioned. Labelling will be inserted electronically by the typesetter in due course.

Colour: Online-only colour in figures is free of charge, however it is essential in these cases that the figure legends apply equally well to both printed greyscale and online colour versions, and do not specifically refer to the colour. **Colour illustrations in print will be published free of charge provided that the colour is deemed essential by the Editor for interpretation of the figure.**

Black and white figures reproduced from drawings

These should be scanned at a minimum resolution of 800 dpi and supplied in TIFF format. Please note that JPEG, Powerpoint and doc files are not suitable for publication. If it is not possible to provide electronic versions, the figures supplied should be in black ink on white card or paper. Lines must be clean and heavy enough to stand reduction; drawings should be

no more than twice page size. The maximum dimensions of published figures are 168 × 225 mm. Scale bars are the most satisfactory way of indicating magnification. Take account of proposed reduction when lettering drawings; if you cannot provide competent lettering, it may be pencilled in on a photocopy.

© [date] The Linnean Society of London, *Botanical Journal of the Linnean Society*

Diagrams

In most instances the author's electronic versions of diagrams are used and may be re-labelled to conform to journal style. These should be supplied as vector format Encapsulated PostScript (EPS) files. Please note that diagrams or graphs will not reproduce well in the online version of your paper unless they are in vector format due to low maximum screen resolution.

Type legends for Figures in numerical order on a separate sheet. Where a 'key' is required for abbreviations used in more than one Figure, this should be included as a section of the main text.

Authors whose manuscripts contain large phylogenies, and who feel that these cannot be represented well in the standard page format, may opt to pay for fold-out pages as part of their article (see the Fold-Out Agreement Form [here](#)). Please note that fold-out pages will be included only with the Editor's agreement.

Authors wishing to use illustrations already published must obtain written permission from the copyright holder before submitting the manuscript. Authors may, in the first instance, submit good xerox or photographic copies of figures rather than the originals.

Detailed instructions on preparing illustrations in electronic form are available [here](#).

Authors may be charged for alterations at proof stage (other than printer's errors) if they are numerous.

Supporting

information

Authors wishing to submit material to be hosted as online supporting information should consult the author guidelines [here](#). Authors should note that the Editor may suggest that figures, tables, and lists not deemed necessary for the understanding of the paper should be published online as supplementary material.

Please follow these guidelines carefully:

- Include all parts of the text of the paper in a single .doc or .rtf file. The ideal sequence is: (1) Header (running heads; correspondence; title; authors; addresses; abstract; additional keywords, etc.). (2) Body of article. (3) Acknowledgements. (4) References. (5) Figure Legends. (6) Tables (for each table, the legend should be placed before the body of the table). (7) Appendices.
- Include all figure legends, and tables with their legends if available.
- **Do not embed figures in the text file**
- Do not use the carriage return (enter) at the end of lines within a paragraph.

- Turn the hyphenation option off.
- Specify any special characters used to represent non-keyboard characters.
- Take care not to use l (ell) for 1 (one), O (capital o) for 0 (zero) or ß (German esszett) for ß (beta).

Copyright

Authors receiving requests for permission to reproduce work published by the Linnean Society should contact Wiley for advice.

Pre-submission English-language editing

Authors for whom English is a second language may choose to have their manuscript professionally edited before submission to improve the English. A list of independent suppliers of editing services can be found [here](#). All services are paid for and arranged by the author, and use of one of these services does not guarantee acceptance or preference for publication.

ANEXO C: Normas da Taxon.

Note: These guidelines are subject to change at irregular intervals. Always consult the up-to-date version at http://www.iapt-taxon.org/downloads/guidelines_proposals.pdf

Taxon publishes original papers and reviews dealing with the systematics in its widest sense of all groups of organisms covered by the International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants. Emphasis is on articles reporting new results with implications of general interest beyond the study group. *Taxon* also publishes papers on nomenclature, and on methodology, botanical history, biography, bibliography, and related subjects if these are of general interest.

Preference is given to integrative papers combining the results of modern analysis together with its consequences for classification. Authors are not encouraged to submit manuscripts including new classifications without underlying original (molecular, morphological, etc.) analyses. We discourage submission of monographs, revisions, and description of new species. Papers dealing with single species (e.g., phylogeographic or palaeobotanical studies) can only be published when they contain important new taxonomy or include aspects of particular evolutionary, biogeographic or biological interest. Sampling should be appropriate for the research questions and analytical methods in all cases. Phylogenetic studies should employ multiple, ideally independent, markers and adequately representative taxon sampling (e.g., avoiding unjustified geographic bias). Articles may be rejected without review.

Points of View

Two different types of contributions can be published:

(1) Challenging new ideas or comments on extant ones. Editorial requirements are the same as for Research articles, except that an abstract is not required. Tables, illustrations, and literature cited should be kept to a minimum, the ideal length of such contributions being 2–4 printed pages. Publication of dissenting or supporting views by others is encouraged.

(2) Short texts reflecting personal (or collective) opinions, which are not documented in detail and which would be inappropriate for a full article or the more newsy items in *Plant Systematics World*. There should be no tables and illustrations; literature cited

should be kept to a minimum.

The decision about acceptance will be made by the Editor-in-Chief with or without review. Main criteria will be timeliness of the topic and interest to our readership.

Nomenclature

- **General nomenclature papers:** See **Taxon 61:** 245 (2012; http://www.iapt-taxon.org/downloads/evaluation_nomenclature.pdf) for guidelines on the types of nomenclatural papers acceptable for *Taxon*.

- **Proposals to conserve or reject names:** See http://www.iapt-taxon.org/downloads/guidelines_proposals.pdf) for guidelines on proposals to conserve or reject names.

- **Proposals to amend the International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants:** The timetable and regulations for proposals to amend the Code at the 2017 International Botanical Congress in Shenzhen, China were published in *Taxon* 62: 1071–1072. 2013 (also available at http://iapt-taxon.org/downloads/Proposals_to_amend_the_Code_Procedures_and_Timetable.pdf).

- **Requests for a binding decision** under the provisions of Art. (whether names are sufficiently alike to be confused and are to be treated as homonyms) or of Art. 38.4 of the Melbourne Code (whether a descriptive statement satisfies the requirement of the Code for a description or diagnosis) are also published in *Taxon*. The format is similar to that of proposals to conserve and reject names; for full guidelines, see *Taxon* 64: 177–178. 2015 or http://iapt-taxon.org/downloads/guidelines_requests.pdf.

- **Proposals to suppress works:** Format of such proposals conforms closely to the style for proposals to conserve or reject names. For example, see *Taxon* 60: 287–289. 2011.

Further questions should be directed to the editors for the respective types of nomenclature papers. General nomenclature: Jefferson Prado (jprado.01@uol.com.br); proposals to conserve or reject names: John McNeill (j.mcneill@rbge.ac.uk), Scott Redhead (scott.redhead@agr.gc.ca) and John Wiersema (john.wiersema@ars.usds.gov); proposals to amend the International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants: Nick Turland (n.turland@bgbm.org) and John Wiersema (see above); requests for a binding decision: John McNeill (see above) and John Wiersema (see above); proposals to suppress works: John McNeill (see above).

All proposals will be checked by the nomenclature editors and may be modified to conform to the rules and requirements of the International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants in consultation with the author.

Submission and review process

All manuscripts intended for publication in *Taxon* are submitted online via <http://www.editorialmanager.com/taxon/> except for Proposals to Conserve or Reject Names, Proposals to Suppress Works and Requests for Binding Decisions on Application of the Code, which are to be sent directly to column editor John McNeill (TaxonNom@rbge.ac.uk) and Proposals to Amend the Code, which are to be sent directly to column editor Nicholas Turland (n.turland@bgbm.org); announcements to appear in the column “Plant Systematics World” are to be sent to column editor Vicki Funk (funkv@si.edu); materials for the IOPB column (chromosome counts) are to be sent to column editor Karol Marhold (karol.marhold@savba.sk); and advertisements are to be sent to office@iapt-taxon.org.

Manuscripts must be written in correct English (either American or British spelling is acceptable, but this must be consistent within each manuscript) and be prepared carefully according to the style of the journal. We request that manuscripts written by non-native speakers be checked by a native English speaker who is also a specialist in systematics. Papers submitted in incorrect English or poor style will be returned to the authors for correction before being sent for review. For instructions concerning style see “Preparation of text”.

Text and tables must be in Microsoft Word-compatible formats (doc, or rtf-files), figures in separate pdf or jpg-files. Do not submit high-quality figure versions in file formats intended for printing (tif, ai, cdr). Pages must be numbered consecutively, lines must be numbered, and margins should be at least 3 cm wide on all sides of the page.

All original papers will be scrutinized by two or more referees. Articles for the nomenclature section and nomenclature proposals will be handled by the nomenclature editors, and chromosome lists and news items for *Plant Systematics World* are handled by the respective column editors.

By submitting a contribution for publication, authors tacitly agree to (1) not submit in parallel the same manuscript to another journal, and (2) to assign the copyright to the publishers of *Taxon* (such assignment taking effect as soon as the author receives written confirmation of acceptance of the manuscript). Rejected manuscripts will be discarded,

except for original art-work and photographs, which will be returned to the authors.

Tracking the manuscript review process online

Authors can track the status of their manuscript at: <http://www.editorialmanager.com/taxon/>.

Page charges

Non-IAPT members: 4 free printed pages, then EUR 50 per page (but see Open Access below). IAPT individual members: no page charges. For charges for colour plates see under Tables, Appendices, and Figures.

Preparation of text

Consult a recent issue of *Taxon* and carefully follow the following instructions.

Use Times New Roman font. This font contains most characters, signs, and symbols that might be needed (e.g., Greek and Cyrillic characters, diacritics, arrows, identity sign, primes, etc.). Use other fonts only if a character or symbol is not present in Times New Roman.

For original papers, provide an informative abstract and 5–6 keywords in alphabetical order (indicating taxa, methods, main topic, geographic region) and a short title to be used as running head. Try to structure the manuscript into Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, (Acknowledgements) and Literature Cited. Give the full addresses of all authors and the e-mail address of the author who will receive correspondence. Keep title and subheadings short and informative. Only two subheading categories are encouraged: the primary ones standing alone, the secondary ones being followed by a period and a long dash (or triple hyphen), with the subsequent text running on. Authors are requested to check correct spelling and authors of scientific names before submission, and abbreviate authors of scientific plant names in conformity with Brummitt & Powell, *Authors of Plant Names* (Kew, 1992; also incorporated in International Plant Names Index [IPNI], <http://www.ipni.org/> and Index Fungorum, <http://www.indexfungorum.org>). Author names of all taxa at the rank of genus or below must be provided at first mention in each of the text, the tables and the appendices.

A single blank must always follow after a period, colon, semi-colon, or comma

(except within numerals, standard abbreviations such as e.g., i.e., l.c., s.str., s.l., and authors initials: “Brown, A.J.”

not “Brown, A. J.”; “32: 120--130” not “32:120-130”), and between numerals and units of measure: “2 mm” not “2mm”, but “5%” not “5 %”; $x = 5$ not $x=5$. Use a double hyphen between page numbers and measurements, “120--130” not “120-130.”

Tables, appendices, and figures

Tables are prepared using MS Word’s Table function or by using single tabs between columns, but no additional tabs or spaces to adjust entries. Do not split lengthy tables into parts. Tables must have an appropriate heading and must bear consecutive Arabic numerals. They are cited “Table 1”, etc. and are submitted in separate files. Long tables including plant materials or accessory materials are designed as an Appendix and run in paragraphs (order alphabetically by taxon name; see recent issue of *Taxon* for style). Lengthy Tables and Appendices are provided as Electronic Supplement to the online version (<http://www.ingentaconnect.com/content/iapt/tax>) of the article, but not published in print. When there are several figures (e.g., several trees of individual and combined datasets), authors should indicate the ones they feel are most important and should be in the printed version, and those which should appear as Electronic Supplement.

Figures must be sharp, rich in contrast, and ideally designed to fit either the full page width, one and a half column width or one column width after reduction (17.6, 13.0, or 8.5 cm respectively); with caption they may occupy the full page length (23.5 cm). Use Arial font for text included in the figures and be certain that after reduction all lettering and symbols are clear and easy to read. All illustrations must be numbered consecutively using Arabic numerals. They should be cited “Fig. 1” or “Figs. 1--4” in sequential order. Plates comprising several figures or photographs should have internal numbers or capital letters (A, B, C) for reference (use Arial font). Legends are to be submitted in a separate file. Photographs, especially those of herbarium specimens, must be of exceptional quality. Normally only previously unpublished illustrations are acceptable. If circumstances require the reproduction of copyright material, authors are responsible for obtaining written permission from the copyright holder (a signed permission to accompany the revised typescript).

Submission of high-quality colour plates is encouraged. Costs of colour plates are

EUR 300 for one plate (= one page with colour, regardless of image size), EUR 600 for two or more plates in the printed edition of *Taxon* and apply for both IAPT members and nonmembers (but see Open Access below); in the online edition colour plates are free of charge. When plates should be in colour in the online edition and black & white in the printed one, authors must provide both versions and make sure that all the essential information is retained in the black & white version.

A detailed guide to figure preparation for publication in *Taxon* can be found at http://iapt-taxon.org/downloads/figure_preparation_guide.pdf.

Literature citation

Verify that all citations in the text are also in the Literature Cited and vice versa.

References are cited in the text as follows: ... was studied by Miller (1993) and Miller & Smith (1994). Baker & al. (1996) showed that ... has frequently been observed (e.g., Miller, 1993, 1998; Miller & Smith, 1994; Baker & al., 1996 [note: sort chronologically, beginning with oldest; within the same year, sort alphabetically]. When there are three or more authors, the name of the first author is cited followed by “& al.”.

If smaller parts of a work or chapter, or single pages shall be referenced, do this in the text: ... was given by Parker (2003: 152). Parker (2003: fig. 2) showed that ...

References should be listed in alphabetical order at the end of the paper, with single-author works preceding two-author works preceding multi-author works. Multi-author works (cited “[first author] & al.” in text) are to be sorted by first author and year of publication. Within the same year of publication sort alphabetically by co-authors. Journal titles and book titles must be italicized and journal titles abbreviated as explained further below. Give names of all authors and add a DOI number if available. Use the following standard forms:

Journal article, print or online:

Drummond, A.J. & Rambaut, A. 2007. BEAST: Bayesian evolutionary analyses by sampling trees. *B. M. C. Evol. Biol.* 7: 214. <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2148-7-214>.

Groppo, M., Pirani, J.R., Salatino, M.L.F., Blanco, S.R. & Kallunki, J.A. 2008. Phylogeny of Rutaceae based on two noncoding regions from cpDNA. *Amer. J. Bot.* 95: 985--1005. <http://dx.doi.org/10.3732/ajb.2007313>.

Kato, M. & Akiyama, H. In press. Interpolation hypothesis for the origin of vegetative sporophyte of land plants. *Taxon* 54.

Book printed:

Kitching, I., Forey, P., Humphries, C. & Williams, P. 1998. *Cladistics: The theory and practice of parsimony analysis*. Oxford: Oxford University Press.

Book electronic:

Eggle, U. (ed.) 2001. *Illustrated handbook of succulent plants: Monocotyledons*. Berlin, Heidelberg: Springer. Kindle edition [or: pdf e-book; Microsoft Reader e-book; CD-ROM; ...]

Book online:

Flora of North America Editorial Committee (ed.) 2007. *Flora of North America north of Mexico*, vol. 27, Bryophyta, pt. 1. New York, Oxford: Oxford University Press. http://www.efloras.org/volume_page.aspx?volume_id=1027&flora_id=1 [or DOI if available] (accessed 19 Jan 2012).

Book chapter:

Gilmour, J.S.L. 1940. Taxonomy and philosophy. Pp. 461--475 in: Huxley, J. (ed.), *The new systematics*. Oxford: Oxford University Press.

Multivolume work:

Wright, S. 1968--1978. *Evolution and the genetics of populations*, 4 vols. Chicago: University of Chicago Press.

Wright, S. 1969. *Evolution and the genetics of populations*, vol. 2, *Theory of gene frequencies*. Chicago: University of Chicago Press.

Book as part of series:

McNeill, J., Barrie, F.R., Burdet, H.M., Demoulin, V., Hawksworth, D.L., Marhold, K., Nicolson, D.H., Prado, J., Silva, P.C., Skog, J.E., Wiersema, J.H., &

Turland, N.J. (eds.) 2006. International Code of Botanical Nomenclature (Vienna Code): Adopted by the Seventeenth International Botanical Congress Vienna, Austria, July 2005. Regnum Vegetabile 146. Ruggell: Gantner.

[If the series has a journal-like appearance, i.e., all volumes of same size and style, use “Journal article” reference style above.]

Thesis:

Ralston, B. 1993. Phylogenetic systematics and the evolution of mating systems in *Lithospermum* (Boraginaceae). Dissertation, University of Northern Arizona, Flagstaff, Arizona, U.S.A.

Website:

Stotler, R.E & Crandall-Stotler, B.J. 2011 (last updated 11 May 2011). Bryophytes: Mosses, Liverworts & Hornworts. <http://bryophytes.plant.siu.edu/> (accessed 19 Jan 2012).

Databases

The International Plant Names Index (IPNI). [Descriptive phrase or object identifier or locator ...]. <http://www.ipni.org/> (accessed 19 Jan 2012).

Software/Programs:

Nylander, J.A.A. 2004. MrModeltest, version 2. Program distributed by the author. Evolutionary Biology Centre, Uppsala University. <http://www.abc.se/~nylander/mrmodeltest2/mrmodeltest2.html> [It is recommended to add a URL where the software or further information about the software can be obtained.]

Swofford, D.L. 2002. PAUP*: Phylogenetic analysis using parsimony (*and other methods), version 4.0 Beta. Sunderland, Massachusetts: Sinauer.

If several articles by the same author[s] in the same year are cited, add letters to the year (e.g., 2006a). This applies also to articles by the same first author but two or more various co-authors that have to be cited with “& al.” in the text.

Names of authors of more than one publication are repeated in the reference list. For books, titles are given in full with headline- style capitalization for English titles, and publisher and place of publication cited. Journal titles, both in synonymies and in “Literature Cited” must be abbreviated to conform with Bridson, G.D.R., BPH-2: Periodicals with Botanical Content (Pittsburgh, 2004) (the second edition of *Botanico-Periodicum-Huntianum*, 1968), except for its Cyrillic transliteration system (see ISO standards below). Titles in foreign languages must be cited in original and may be accompanied by an English translation in square brackets; if they (and the authors) appear in non-Latin script they are to be transliterated following ISO standards (ISO-9 for Cyrillic script). Titles and standard abbreviations can be checked at <http://fmhibd.library.cmu.edu/HIBD-DB/bpho/findrecords.php?link=Find>. “Literature Cited” submitted in incorrect style will be returned to the authors until it conforms to Taxon style.

Double hyphens or an n-dash are given between page numbers. Papers “in preparation” or “submitted” are omitted from the reference list. Accepted papers in print should be cited as “in press” (without year), and the volume of the journal should be given in the full reference.

Taxonomic names, synonymy, and citation of specimens

The convention of only italicizing names at the rank of genus and below is followed, except for proposals to conserve or reject names in which all scientific names are italicized, regardless of rank.

In taxonomic citation abbreviate book titles according to Stafleu & Cowan, *Taxonomic Literature* (ed. 2 and supplements) but with capital initial letters, and journal titles according to BPH-2: Periodicals with Botanical Content (available free online at <http://fmhibd.library.cmu.edu/HIBD-DB/bpho/findrecords.php?link=Find>; for details see above). Names of new taxa are followed by the holotype citation, then by the (English or Latin) description or diagnosis in a separate paragraph. For type specimens examined by the author(s) an exclamation mark is given after the herbarium acronym, e.g., “(W!)”, “(W No. 29867!)”, “(W barcode 00033277!)”, “(W [photo!])”. Homotypic names are cited in chronological order in a single paragraph with the identity sign (\equiv), followed by the type. Heterotypic names should be listed in separate paragraphs, indicated by the equality sign (=).

Voucher specimens are to be cited and deposited in a public herbarium. Cite vouchers and order voucher data as follows: Taxon name including authority, country, largest political subdivision (where applicable; locality and date optional, depending on type of study), collector(s) and collector number, herbarium code (plus herbarium accession number or barcode if available). Names of collectors and collector numbers must be in italics, herbarium codes in parentheses. Use herbarium codes of Holmgren & al. (*Index Herbariorum*, *Regnum Veg.* 120. 1990 and <http://sciweb.nybg.org/science2/IndexHerbariorum.asp>) without citing this publication. This format applies also when the material is tabulated in Appendix format (see recent issue of *Taxon* for style). Useful conventions for citing Linnaean specimens can be found in Jarvis & al. (*Regnum Veg.* 127. 1993).

New names in Fungi

Following the acceptance of a paper with new scientific names of fungi (including lichens), authors must deposit the names in one of the repositories recognized by the Nomenclature Committee for Fungi and obtain an identifier for each new name (i.e., name of a new taxon, new combination, name at new rank, or replacement name). These are to be inserted in the final version and given immediately after the name; alternatively, they can be added in proof if not already secured.

Sequence data

DNA or protein sequences must be deposited in public data bases (GenBank, EMBL, etc.), and accession numbers must be given either in the Materials and Methods, when a few, or in a separate Appendix. For newly generated sequences, voucher specimens must be made and deposited in a public herbarium. These vouchers are to be cited as follows: Taxon name including authority, country, largest political subdivision (where applicable; locality and date optional, depending on type of study), collector(s) and collector number, herbarium code. Names of collectors and collector numbers must be in italics, herbarium codes in parentheses. Use herbarium codes of Holmgren & al. (*Index Herbariorum*, *Regnum Veg.* 120. 1990 and <http://sciweb.nybg.org/science2/IndexHerbariorum.asp>).

Without citing this publication. Sequence numbers may be added to the Appendix after the manuscript is accepted. Indicate newly generated sequences with an asterisk behind

the accession number. Consult a recent issue of *Taxon* for style of the Appendix. The alignments (.nex or .txt files) must be uploaded with the other manuscript files, either as a single file with all markers, each one in a marked data block, or individually. Alternatively, data matrices may be submitted to TreeBase with matrix numbers cited in the paper.

Proofs

Proofs will be sent to the corresponding author as a pdf file (together with the copyright form). They must be processed immediately and returned by e-mail, air mail or fax (+421 2 59426 150). Authors who anticipate being absent are urged to give forwarding orders or to give notice of temporary addresses (with dates). Corrections not returned within the deadline cannot usually be taken into consideration.

Open Access

Taxon provides the possibility to publish papers Open Access. Open Access articles are freely accessible and downloadable as soon as published. Reuse of such articles is subject to a Creative Commons licence model of the authors' choice (see <http://creativecommons.org/licenses/>). The publication fee for one Open Access article (to be paid by authors or funding organizations) is €1800 (this includes page charges for non-members and two pages with colour; fee for more than two color pages is €300).

Reprints

Reprints are available as free pdf files and sent to the corresponding author after appearance of the issue. PDF files of nomenclature proposals and articles of general importance are free for all users and can be downloaded from <http://www.ingentaconnect.com/content/iapt/tax>. Hard-copy reprints can be ordered at cost from the printer. After the issue is printed, corresponding authors will receive a notification by e-mail with a personalized link where they can order hard-copy reprints online.