



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

SARAH DO NASCIMENTO

VARIAÇÃO CROMOSSÔMICA E EVOLUÇÃO DA HETEROCROMATINA EM
ESPÉCIES BRASILEIRAS DE ARACEAE

AREIA
2013

SARAH DO NASCIMENTO

**VARIAÇÃO CROMOSSÔMICA E EVOLUÇÃO DA HETEROCROMATINA EM
ESPÉCIES BRASILEIRAS DE ARACEAE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Mestre em Agronomia.
Área de Concentração: Agricultura Tropical

Orientador: Leonardo Pessoa Felix

Co-Orientadora: Ana Emília Barros e Silva

AREIA

2013

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

N244v Nascimento, Sarah do.

Variação cromossômica e evolução da heterocromatina em espécies brasileiras de Araceae / Sarah do Nascimento.

- Areia, 2013.

40 f. : il.

Orientação: Leonardo Pessoa Felix.

Coorientação: Ana Emília Barros e Silva.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCA.

1. Citogenética. 2. Diversidade cariotípica. 3. Displóidia. 4. CMA/DAPI. I. Felix, Leonardo Pessoa. II. Barros e Silva, Ana Emília. III. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 631/635(043.3)

**VARIAÇÃO CROMOSSÔMICA E EVOLUÇÃO DA HETEROCROMATINA
EM ESPÉCIES BRASILEIRAS DE ARACEAE**

SARAH DO NASCIMENTO

Sarah do Nascimento

BANCA EXAMINADORA

[Signature]

Prof. Dr. Leonardo Pessoa Felix
Orientador – CCA/UFPB

[Signature]

Prof^a. Dr^a. Dilma Maria de Brito Melo Trovão
Examinadora – UEPB

[Signature]

Prof. Dr. Mailson Monteiro do Rego
Examinador – UFPB

A Deus verdadeiro Senhor e detentor de meu destino...

Ofereço.

*A Mainha Socorro e Tia Lia, que sempre serão para mim exemplos
de amor, dedicação e humildade.*

*A minha irmã **Samara** pelo incentivo.*

*Ao meu esposo **Emmanuel** pelo apoio em todos os momentos que precisei.*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, pelo dom da vida e a oportunidade de realizar meus sonhos;

A **Minha Família**, mãe, tia e irmã pela dedicação;

Meus sobrinhos **Yasmim** e **Miguel**, pela alegria que trazem a minha vida;

A **Emmanuel**, por seu amor e compreensão, que foram fundamentais nessa etapa final;

Ao Professor **Leonardo**, por todos os ensinamentos, oportunidades e orientação;

A **Ana Emilia**, pela contribuição e auxílio;

À coordenação, professores e funcionários que fazem parte do **Programa de Pós-Graduação** em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba pelo trabalho em benefício do nosso crescimento profissional;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (**CAPES**), pela concessão de bolsa;

Aos **Membros da Banca Examinadora**, desde já pela disposição em ler este estudo e pelas críticas que contribuirão muito na publicação;

Aos Amigos **Pedro**, **Kivânia** e **Bié** pelo apoio e palavras de incentivo.

Aos **Amigos do Laboratório** de Citogenética Vegetal: Enoque, Erton, Gabi, Saulo, Luciana Firmino, Juliana, Achilles, Alex e Jéssica por tornar o ambiente de trabalho mais agradável;

A **Manu**, pelo abrigo em sua casa quando nas viagens a Recife;

A **Lânia**, pela companhia nas viagens diárias e considerações feitas;

A **Felipe**, pelo apoio, pelas contribuições para este trabalho, pelos conhecimentos compartilhados, pelas discussões científicas e amizade;

A **Irenice** (Nicita), pela amizade, conversas, companhia, risadas, momentos partilhados. Por fazer de sua casa a minha casa sempre que precisei;

A **Bruno** (Bru), meu irmão, amigo e companheiro de todas as horas;

Enfim, a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

RESUMO

A família Araceae compreende cerca de 3300 espécies distribuídas em 105 gêneros. Apresenta distribuição cosmopolita com uma maior representatividade nas regiões tropicais. O presente trabalho analisou o cariótipo de 13 espécies da família Araceae, utilizando técnicas de análise convencional e bandeamento com CMA/DAPI. As espécies apresentaram cariótipo variável com cromossomos acrocêntricos, submetacêntricos e metacêntricos em todos os táxons analisados com números cromossômicos variando de $2n = 26$ nos gêneros *Dracontium* e *Dracontioides*, a $2n = 60$ em *Monstera adansonii*. A análise do padrão de bandas de CMA/DAPI foi bastante variável e informativa na diferenciação dos cariótipos da família Araceae. O gênero *Anthurium* exibiu bandas pericentroméricas CMA⁺/DAPI⁻ na maioria das espécies, além de regiões fortemente coradas com DAPI localizadas principalmente nas regiões distais de quase todos os cromossomos de *Anthurium scandens*. O gênero *Philodendron* apresentou bandas CMA⁺/DAPI⁻ em todas as espécies analisadas, com destaque para *P. ornatum* que apresentou bandas CMA⁺/DAPI⁻ heterozigotas na região pericentromérica de um cromossomo. Blocos CMA foram observados nas espécies *Dracontioides desciscens*, *Taccarum ulei* e *Monstera adansonii*, sendo, neste último, correspondente às RONS. A elevada variabilidade no padrão de bandas heterocromáticas corrobora a importância das disploidias e posteriores rearranjos cromossômicos na evolução cromossômica da família Araceae, especialmente evidenciada nos gêneros *Anthurium* e *Philodendron*.

Palavras-Chave: Citogenética. Diversidade cariotípica. Disploidia. CMA/DAPI.

ABSTRACT

The Araceae family comprises about 3300 species distributed in 105 genera. It has a cosmopolitan distribution with greater representation in tropical regions. The present work analyzed the karyotype of 13 species of the Araceae family, using conventional techniques of analysis and banding with CMA/DAPI. The species showed a variable karyotype with acrocentric, submacentric and metacentric chromosomes in all taxa analyzed with chromosomal numbers ranging from $2n = 26$ in the genera *Dracontium* and *Dracontioides*, to $2n = 60$ in *Monstera adansonii*. The analysis of the CMA / DAPI band pattern was quite variable and informative in differentiating the karyotypes of the Araceae family. The *Anthurium* genus exhibited CMA⁺/DAPI⁻ pericentromeric bands in most species, in addition to regions strongly stained with DAPI located mainly in the distal regions of almost all *Anthurium scandens* chromosomes. The *Philodendron* genus presented CMA⁺/DAPI⁻ bands in all analyzed species, with emphasis on *Philodendron ornatum*, which presented CMA⁺/DAPI⁻ heterozygous bands in the pericentromeric region of a chromosome. CMA blocks were observed in the species *Dracontioides desciscens*, *Taccarum ulei* and *Monstera adasoni*, the latter corresponding to RONS. The high variability without heterochromatic bands pattern corroborates the importance of dysploidies and subsequent chromosomal rearrangements in the chromosomal evolution of the Araceae family, especially evidenced in the genus *Anthurium* and *Philodendron*.

Keywords: Cytogenetics. Karyotype diversity. Dysploidy. CMA / DAPI.

LISTA DE FIGURAS

Figuras 1-5. Metáfases mitóticas de espécies de Araceae coradas convencionalmente com Giemsa. 1. *Anthurium petrophilum* ($2n = 30$); 2. *A. gracile* ($2n = 40$); 3. *Anthurium* sp. "Serra de Itabaiana" ($2n = 60$); 4. *Dracontium ulei* ($2n = 26$); 5. *Dracontiodendron desciscens* ($2n = 26$)..... **38**

Figuras 6-14. Metáfases mitóticas coradas com os fluorocromos CMA (amarelo) e DAPI (azul). Figuras 6-8 e 11-14 imagens sobrepostas. 6. *Anthurium pentaphyllum* ($2n = 60$); 7. *A. petrophilum* ($2n = 30$); 8. *Anthurium scandens* ($2n = 46$); 9-11. *A. petrophilum* corado com DAPI (9), CMA (10) e CMA/DAPI sobrepostos (11); 12. *Caladium bicolor* ($2n = 32$); 13. *Dracontiodendron desciscens* ($2n = 26$); 14. *Monstera adansonii* ($2n = 60$). Cabeças de seta em 6, 11, 12 e 14 indicam pequenas bandas CMA⁺. Barra em 14 corresponde a 10 μ **39**

Figuras 15-22. Metáfases mitóticas coradas com os fluorocromos CMA (amarelo) e DAPI (azul). Figuras 15-17 e 21-22 imagens sobrepostas. 15. *Philodendron acutatum* LPFelix 13760 ($2n = 34$); 16. *P. acutatum* Brejo da Madre de Deus ($2n = 32$); 17. *P. acutatum* LPFelix, 13761 ($2n = \text{ca.} 30$); 18-20. *P. ornatum* ($2n = 32$) corado com DAPI (18), CMA (19) e CMA/DAPI sobrepostos (20); 21. *Philodendron* sp. ($2n = 32$); 22. *Taccarum ulei* ($2n = 34$). Insertos nas figuras 15, 17 e 20, destacam pequenas bandas CMA⁺/DAPI⁻. Seta na Fig. 16 e 20 indicam banda CMA⁺/DAPI⁻ heterozigota. Barra em 21 corresponde a 10 μ **40**

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Números cromossômicos e padrão de bandas CMA/DAPI em espécies brasileiras de Araceae.....	39
--	-----------

SUMÁRIO

1 REVISÃO DE LITERATURA.....	10
1.1 Aspectos gerais sobre a família Araceae.....	10
1.2 Distribuição da família Araceae.....	11
1.3 Taxonomia de Araceae.....	11
1.4 Citogenética da família Araceae.....	12
1.5 Bandeamento com Fluorocromos CMA/DAPI.....	14
Referências	15
2 MANUSCRITO: VARIAÇÃO CROMOSSÔMICA NUMÉRICA E EVOLUÇÃO DA HETEROCROMATINA EM ESPÉCIES BRASILEIRAS DE ARACEAE	22
2.1 Introdução.....	24
2.2 Material e Métodos.....	25
2.3 Resultados.....	27
2.4 Discussão.....	29
2.5 Conclusões.....	31
Referências	31

1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Aspectos gerais sobre a família Araceae

Araceae pertence à ordem Alismatales (Chase *et al.*, 2000; Tamura *et al.*, 2004; APG III, 2009), sendo uma das monocotiledôneas mais representativas com cerca de 105 gêneros e mais de 3.300 espécies. A maioria das espécies pertencentes a essa família estão distribuídas nos gêneros *Anthurium* Schott, *Philodendron* Schott; *Arisaema* Mart. e *Amorphophallus* Blume ex Decne, representam a maior parte da família (Cronquist, 1981).

Em geral, Araceae apresenta uma ampla diversidade ecológica e estrutural, e ocupa uma grande variedade de habitats exibindo uma notável diversidade de formas de vida, incluindo geófitas, epífitas, hemi epífitas, rupícolas e aquáticas (Mayo *et al.*, 1997; Bown, 2000; Keating, 2002). Possui elevada heterogeneidade fenotípica, além de heteroblastia, ou seja, plantas jovens podem originar folhas com formas diferentes das encontradas na fase adulta (Croat, 1988).

Geralmente os representantes da família Araceae apresentam raízes adventícias nas ascendentes e epífitas, sendo comumente encontradas raízes dimórficas em lianas hemi epífitas, a exemplo de *Philodendron bipinnatifidum*, conhecido como imbé (Vianna *et al.*, 2001; Corrêa *et al.*, 2005). São plantas de caule herbáceo, às vezes lenhoso, curto nas espécies terrestres e pantanosas, longo e escandente (com brotos para o alto) nas epífitas. As folhas são grandes, membranáceas a coriáceas, inteiras ou partidas, com disposição alternada, nervação reticulada, paralela ou colocasioide. Em grande parte das espécies terrestres ou pantanosas, os caules são tuberosos, grandes e ricos em amido. As inflorescências tipicamente consistem de um eixo carnoso, o espádice, tendo flores sésseis, unissexuais ou hermafroditas, muito pequenas e pouco vistosas, normalmente dispostas em espirais e subtendido por uma bráctea, a espata, frequentemente de cores vivas, podendo ser plana ou fechada dividida em tubo e lâmina ao redor da base da espádice. Uma grande variação de odores pode ser encontrada na inflorescência de diferentes gêneros da família. O fruto é do tipo baga. (Mayo *et al.*, 1997; Brown, 2000; Judd *et al.*, 2002; Corrêa *et al.*, 2005).

Do ponto de vista econômico, várias espécies pertencentes a família Araceae destacam-se como plantas ornamentais, a exemplo *Monstera deliciosa*, *Alocasia macrorrhizos*, *Epipremnum pinnatum*, *Philodendrum* spp, *Syngonium* spp. várias espécies de *Anthurium* e *Zantedeschia aethiopica*. Algumas são cultivadas para fins alimentícios e medicinais; como por exemplo, *Colocasia esculenta* e *Xanthosoma sagittifolium*, muito comuns na culinária asiática (Mayo *et*

al., 1997), *Homalomena aromatica* e *Philodendron imbe*, largamente utilizadas na medicina tradicional (Sung *et al.*, 1992; Feitosa *et al.*, 2007) como também na produção de móveis, cestas e cordas, a exemplo de *Heteropsis rigidifolia* Engl., *Monstera deliciosa*, *Philodendron selloum* (Corrêa *et al.*, 2005) e *Philodendron corcovadense* (Valente, 2009).

1.2 Distribuição da família Araceae

As Aráceas ocorrem espontaneamente na maior parte dos continentes, exceto na Antártica. Todavia, a maioria apresenta ocorrência tropical, apesar de ocupar uma ampla gama de ambientes, incidindo desde semidesertos a florestas pluviais ou regiões montanhosas. Sua distribuição é cosmopolita (Mayo *et al.*, 1997; Coelho, 2004) estando difundidas nas Américas Tropical e do Norte, na África Tropical Continental e Sul, Eurásia Temperada, Arquipélago Malaio, Madagascar e Seychelles (Mayo *et al.*, 1997; Corrêa *et al.*, 2005; Giulietti *et al.*, 2009).

Nos Neotrópicos, as espécies herbáceas que apresentam uma maior representatividade pertencem a dois gêneros: *Anthurium*, com cerca de 1.000 espécies, e *Philodendron*, apresentando aproximadamente 450 espécies (Díaz, 2007). Na América do sul, a família Araceae apresenta 38 gêneros e cerca de 2.300 espécies (Souza & Lorezzi, 2007), 32 gêneros e aproximadamente 320 espécies, apresentando uma distribuição mais ampla para os gêneros *Philodendron* e *Anthurium*, além de outros a exemplo de *Bognera*, *Dracontioideis*, *Gearum* e *Zomicarpa* que são endêmicos (Schneider & Coelho, 2006; Coelho, 2007; Mantovani, 2010).

1.3 Taxonomia de Araceae

As categorias taxonômicas propostas para Araceae inicialmente eram resumidas em duas percepções: a Schottiana e a Engleriana. Schott (1860) criou a primeira e maior classificação natural para a família, com cerca de 900 espécies, utilizando como critérios de classificação caracteres morfológicos florais, Engler (1878), elevou o número de espécies descritas para 1.800, utilizando morfologia vegetativa para definição de oito subfamílias, (Pothoideae, Monsteroideae, Lasioideae, Calloideae, Philodendroideae, Colocasioideae, Aroideae e Pistioideae), contendo 32 tribos e 111 gêneros. Embora as concepções apresentassem grande contribuição, à classificação de Schott (1860) foi a mais aceita por utilizar caracteres morfológicos mais equivalentes aos das espécies atuais.

Grayum (1990), fundamentado em uma análise filogenética com base em caracteres morfológicos reconheceu cinco Subfamílias: Pothoideae, Calloideae, Colocasioideae, Lasioideae e Aroideae, e um total de 40 tribos. A classificação foi retomada por Bogner & Nicolson (1991), que dividiram a família em nove Subfamílias (Gymnostachydoideae, Pothoideae, Monsteroideae, Calloideae, Lasioideae, Philodendroideae, Colocasioideae, Aroideae e Pistioideae), 31 tribos e 105 gêneros. O gênero *Acorus*, nesta ocasião, foi excluído de Araceae, sendo posteriormente incluído em uma nova família, as Acoraceae.

Mayo *et al.* (1997), publicou a classificação mais aceita pela comunidade científica, com dados baseados em caracteres morfológicos, anatômicos e citológicos e uma análise cladística de todos os gêneros, originando um sistema de classificação com sete Subfamílias (Gymnostachydoideae, Pothoideae, Monsteroideae, Calloideae, Lasioideae, Aroideae e Orontioideae), 32 tribos e 105 gêneros. Posteriormente, Cabrera *et al.* (2008), através de análise de análise filogenética de DNA, sugeriu a inclusão da subfamília Zamiculcadoideae, reconhecendo então oito subfamílias em Araceae (Gymnostachydoideae, Orontioideae, Lemnoideae, Pothoideae, Monsteroideae, Lasioideae, Zamiculcadoideae, e Aroideae). Finalmente o sistema APG III (2009), reconheceu para a família Araceae as Subfamílias: Gymnostachydoideae, Orontioideae, Lemnoideae, Monsteroideae, Pothoideae, Lasioideae, Zamiculcadoideae e Aroideae.

Nas últimas décadas, trabalhos importantes de revisão taxonômica de gêneros, seções ou subseções foram publicados. Destacam-se revisões sobre *Anthurium* de Croat *et al.* (2005), reordenando a classificação desse gênero e descrevendo espécies novas; Sakuragui *et al.* (2006), que revisou o gênero *Philodendron* Seções *Calostigma* e *Macrobium* no Brasil; Temponi (2007), que revisou taxonomicamente o gênero *Anthurium* Seção *Urospadix*; Coelho (2000), que realizou estudos taxonômicos das espécies do gênero *Philodendron* e Coelho *et al.* (2009), que revisaram taxonomicamente as espécies de *Anthurium*, Seção *Urospadix*, Subseção *Flavescentiviridia*. Além de Coelho e Catarino (2005; 2008), que contribuíram com a descoberta de diversas espécies brasileiras; e Temponi & Coelho (2011), que descreveram duas novas espécies de *Anthurium*, *A. cipoense* e *A. polynervium*, ambas com distribuição restrita.

1.4 Citogenética da família Araceae

Os estudos citogenéticos têm papel relevante para estudos de evolução e taxonomia, visto que auxilia na identificação e classificação taxonômica, melhorando a compreensão sobre a

evolução nos grupos (Stace, 2000). A caracterização cromossômica, bem como dos eventos que acarretam alterações nos cariótipos das espécies, são uma ferramenta útil na sistemática e evolução de plantas, podendo complementar informações obtidas por métodos moleculares e morfológicos (Guerra, 2008). As análises citogenéticas auxiliam no esclarecimento de relações evolutivas e taxonômicas em diversos grupos de plantas, como por exemplo, em Cyperaceae (Vanzela, 2003) e Orchidaceae (Felix & Guerra, 2000; 2005). Araceae apresenta contagens cromossômicas para 826 espécies, representando aproximadamente 25% dos gêneros da família (Bogner & Petersen, 2007; Cusimano *et al.*, 2011). Os estudos das contagens cromossômicas da família propõem que os números variam de $2n = 10$ a $2n = 168$ (Corrêa *et al.*, 2010).

Os Números cromossômicos básicos foram sugeridos para Araceae, $x = 7$ com números derivados deste por eventos de poliploidização e disploidia ascendente e $x = 14$ já que $2n = 28$ é notadamente comum na família (Cusimano *et al.*, 2011). Destas duas hipóteses, a segunda avançou reforçada por análises morfológicas com o benefício de estrutura filogenética proposta por Bogner & Petersen (2007). Uma das mais recentes inferências a respeito do número básico da família é apresentada por Cusimano *et al.* (2011), onde os números básicos anteriormente inferidos, $x = 7$ e $x = 14$, são rejeitados e propostos um número cromossômico ancestral haplóide de $n = 16$, de acordo com a teoria da máxima verossimilhança ou $n = 18$, por inferência Bayesiana.

O gênero *Anthurium* é um dos mais amplamente estudados com relação às contagens cromossômicas. Bogner & Petersen (2007) propõem os números básicos $x = 10, 12, 14$ e 15 para o gênero em consequência das espécies diploides, tetraploides e hexaploides encontradas. A maioria das espécies do gênero *Anthurium* possui número somático diplóide de 30 cromossomos (Mayo *et al.*, 1997), porém Cotias-de-Oliveira *et al.* (1999) relatam algumas espécies poliploides com $2n = 60$, como no caso de *A. pentaphyllum* var. *pentaphyllum* e também hexaploides com $2n = 90$, a exemplo de *A. bellum*.

Em *Philodendron*, a maioria das espécies possuem $2n = 34$, *P. blanchetianum* e *P. pachyphyllum* poucas espécies apresentam $2n = 32$, a exemplo de *P. pedatum* (Cotias-de-Oliveira *et al.*, 1999), ainda assim, o número mais divergente é $2n = 54$ em *P. wendlandii* (Subramunian & Munian, 1988). Existem ainda contagens diferentes para a mesma espécie, tais como *P. Selloum*, $2n = 32, 34, 36, 48$, *P. gloriosum*, $2n = 34, 33, 32, 30$, *P. cuspidatum*, $2n = 36, 30$, *P. scandens*, $2n = 32$ e 30 (Petersen, 1989) e *P. Imbé*, $2n = 32$ e 34 (Cotias-de-Oliveira *et al.*, 1999).

1.5 Bandeamento com fluorocromos CMA/DAPI

Modelos cromossômicos revelados por coloração convencional têm sido por vezes, insuficientes para um estudo mais detalhado dos cromossomos, em especial quando os cariótipos apresentam-se bastante semelhantes. Com o advento de técnicas de coloração diferencial, que permite um estudo mais refinado dos conjuntos cromossômicos, é possível uma diferenciação mais precisa entre os cariótipos (Sumner, 2003).

Dentre as técnicas mais utilizadas, pode-se ressaltar o Bandejamento C e a coloração com fluorocromos base-específicos CMA e DAPI. A técnica de bandeamento C consiste na remoção parcial de DNA e proteínas cromossômicas, principalmente nas regiões eucromáticas. Pelo fato das regiões heterocromáticas serem de mais difícil remoção, é gerado nos cromossomos um padrão de blocos constituídos por segmentos heterocromáticos (Sumner, 2003). A cromomicina A3 (CMA), que cora preferencialmente regiões repetitivas de DNA ricas em GC, e o 4',6-dianimidino-2-fenilindol (DAPI), que cora preferencialmente regiões ricas em AT, são os fluorocromos mais utilizados em vegetais (Schweizer, 1976). Utilizando estes dois fluorocromos, blocos de heterocromatina podem ser caracterizados como $CMA^+/DAPI^-$ (rica em GC), $CMA^-/DAPI^+$ (rica em AT) ou neutro ($CMA^0/DAPI^0$) para um ou ambos os fluorocromos (Guerra, 2000b).

Ao comparar o bandeamento C com o bandeamento com fluorocromos, pode-se observar que este último apresenta vantagens, dentre essas se destacam a possibilidade de conservar a morfologia e estrutura cromossômica, o fato de ser altamente reprodutível e o uso relativamente mais rápido, como também o fato de permitir uma análise da fração heterocromática mais detalhada em virtude da coloração diferencial de cada fluorocromo (Guerra, 1993).

O emprego de coloração com fluorocromos para caracterização citogenética da heterocromatina constitutiva, pode auxiliar na caracterização de espécies e variedades, como observado por Guerra (1993), que destaca o heteromorfismo no padrão de bandas obtidas para espécies de *Citrus* L., e também pode auxiliar na inferência com relação à estabilidade cariotípica, como no caso de acessos do gênero *Manihot*, onde todas as espécies analisadas apresentaram em seus cariótipos apenas dois pares de cromossomos com blocos CMA^+ , colocalizados com os sítios de DNAr 45S (Carvalho & Guerra, 2002). Espécies pertencentes ao gênero *Lilium* (*L. pyrenaicum* Gouan, *L. pomponium* L. e *L. carniolicum* Bernh.), ambas com $2n = 24$, foram analisadas utilizando, dentre outras técnicas, a coloração com fluorocromos CMA/DAPI, onde o número e a posição das bandas de CMA^+ e o número e localização de sítios

de DNAr, permitiram que as espécies fossem diferenciadas a nível cromossômico (Siljak-Yakovlev *et al.*, 2003). Mondin *et al.* (2007) caracterizou o cariótipo de *Crotalaria juncea* (Fabaceae), pelo padrão de bandas CMA⁺ e a posição dos sítios de DNAr. Com base nessa análise foi possível fundamentar estudos de evolução do genoma nesse gênero. No gênero *Christensonella* (Orchidaceae), os padrões de bandas e a contagem cromossômica foram utilizados para rever a delimitação e propor uma classificação mais estável para o gênero (Koehler *et al.*, 2008). Os dados obtidos sugeriram a ocorrência de fusão e/ou fissão cêntrica, e que as espécies com número cromossômico igual a $2n = 36$ evoluíram por disploidia descendente a partir de um ancestral com $2n = 38$. Na tribo Vernonieae (Asteraceae), Salles-de-Melo *et al.* (2010), através da utilização de técnicas de bandejamento, associada a impregnação com prata e hibridação *in situ*, sugeriram uma explicação mais parcimoniosa sobre a taxonomia e evolução da tribo. O resultado do bandejamento com fluorocromos e FISH, relatados pela primeira vez no gênero *Bellevia* (Hyacinthaceae), permitiu a diferenciação interespecífica entre os táxons de acordo com o número e posição das bandas CMA⁺ e dos *locus* de DNAr (Bareka *et al.*, 2012).

Em Araceae, Sultana *et al.* (2011) analisaram padrões de bandas heterocromáticas em duas espécies do gênero *Alocasia* Schott, encontrando quinze grandes bandas CMA⁺ em *A. falax* ($2n = 28$), enquanto que em *A. odora* ($2n = 56$) registraram-se vinte blocos menores, sugerindo uma rápida modificação da heterocromatina após a poliploidização de *Alocasia odora*. Contudo, dados relativos à análise da heterocromatina nos demais gêneros da família Araceae não são conhecidos, o que representa uma lacuna nos dados cromossômicos referentes à família, dificultando o entendimento da evolução cariotípica e das relações taxonômicas no grupo.

Referências

APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society** v.161, p.105–121, 2009.

Bareka, P.; Siljak-Yakovlev, S.; Kamari, G. Molecular cytogenetics of *Bellevia* (Hyacinthaceae) species occurring in Greece. **Plant Systematics and Evolution**, v. 298, n.2, p. 421-430, 2012.

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.

Bogner J, Petersen G. The chromosome numbers of the aroid genera. **Aroideana**, v.30, p.82–90, 2007

Bown, D. (2000). **Aroids: plants of the Arum family**. Oregon, Tiber press, Portland.

Cabrera, L.I; Salazar, G.A; Chase, M.W; Mayo, S.J; Bogner J; Davila, P. Phylogenetic relationships of aroids and duckweeds (Araceae) inferred from coding and noncoding plastid DNA. **American Journal of Botany**, v. 95, n. 9, p.1153-1165, 2008.

Carvalho, R.; Guerra, M. Cytogenetics of *Manihot esculenta* Crantz (cassava) and eight related species. **Hereditas**, Lund, v. 36, p.159-163, 2002.

Carvalho, R.; Soares Filho, W.S.; Brasileiro-Vidal, A.C; Guerra, M. The relationships among lemons, limes and citron: a chromosomal comparison. **Cytogenet Genome Research**, v.109, p.276–282, 2005.

Chase, M.W.; Soltis, D.E.; Soltis, P.S.; Rudall, P.J.; Fay, M.F.; Hahn, W.H.; Sullivan, S.; Joseph, J.; Molvray, M.; Kores, P.J.; Givnish, T.J; Sytsma, K.J.; Pires, J.C. 2000. Higher-level systematics of the monocotyledons: an assessment of current knowledge and a new classification. **Monocots: systematics and evolution**. CSIRO, Australia, p. 3–16.

Coelho, M.A.N. *Philodendron* Schott (Araceae): morfologia e taxonomia das espécies da Reserva Ecológica de Macaé de Cima – Nova Friburgo, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v.51, n.78-79, p.21-68, 2000.

Coelho, M.A.N. Taxonomia e biogeografia de *Anthurium* Schott. (Araceae) seção Urospadix subseção Flavescentiviridia. 2004. 320p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

Coelho, M.A.N. Araceae do estado de São Paulo. In **Livro vermelho das espécies vegetais ameaçadas do Estado de São Paulo**. (M.C.H. Mamede, V.C. Souza, J. Prado, F. Barros, M.G.L. Wanderley & J.G. Rando, eds.). Instituto de Botânica, São Paulo, p.53-56, 2007.

Coelho, M.A.N.; Waechter, J.L.; Mayo, S.J. Revisão taxonômica das espécies de *Anthurium* (Araceae) Seção *Urospadix* Subseção *Flavescentiviridia*. **Rodriguésia**, v.60, n.4. p. 799-864, 2009.

Coelho, M.A.N.; Catharino, L.E.M. Duas espécies novas de *Anthurium* Schott (Araceae) para o Brasil. **Rodriguésia**, v. 56, p.35-42, 2005.

Coelho, M.A.N.; Catharino, L.E.M. Duas espécies novas de *Anthurium* (Araceae) endêmicas do litoral de São Paulo, Brasil. **Rodriguésia**, v. 59, p.829-833, 2008.

Corrêa, M.G.S.; Viégas, J.; Coelho, M.A.N.; Corrêa, L.B.; Mauch, C.R. Caracterização cromossômica de *Anthurium audichaudianum* (Araceae), uma espécie nativa do Brasil. **Revista Brasil. Bot.**, v.33, n.4, p.705-710, 2010.

Corrêa, M.G S.; Viégas, J.; Silva, J. B. da; Ávila, P. F. V. de; Busato, G. R.; Lemes, J. S. Meiose e viabilidade polínica na família Araceae. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n.2, p. 295-303, 2005.

Cotias-de-Oliveira, A.L.P; Guedes, M.L.S; Barreto, E.C. Chromosome numbers for *Anthurium* and *Philodendron* spp. (Araceae) occurring in Bahia, Brazil. **Genetics and Molecular Biology**, v. 22, n. 2, p.237-242, 1999.

Croat, T. B. 1988. Ecology and life forms of Araceae. **Aroideana**. v.11, n.3, 53 p.

Croat, T. B.; Ligan, J; Hayworth, D. A New Section of *Anthurium*, Sect. *Decurretia* – Revision of the *Anthurium decurrens* Poeppig Complex in Amazonia. **Rodriguésia**, v.53, n.88, p.15-30. 2005.

Cronquist, A. 1981. **An integrated system of classification of flowering plants**. Columbia University Press, New York, USA.

Cusimano, N.; Sousa, A.; Renner, S. S. Maximum likelihood inference implies a high, not a low, ancestral haploid chromosome number in Araceae, with a critique of the bias introduced by 'x'. **Annals of Botany**, p.1-12, 2011.

Díaz, I.E.C. **Estudo fitoquímico de espécies de Araceae de São Paulo**. 2007. 110 f. Tese (Doutorado) - Curso de Química Orgânica, Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Engler, H.G.A. Araceae. In: Martius, C.F.P. von; Eichler, A.W. & Urban, I. **Flora brasiliensis**. Unchen, Wien, Leipzig, v.3, n.2, p.26-223, 1878.

Feitosa M.C; Bezerra M.Z.B; Citó A.M.L.; Soares Da Costa J.J; Lopesj.A.D; Neto J.M.M. Constituintes Químicos de *Philodendron imbe* Schott. **Química nova**, 30, 41-44, 2007.

Felix, L.P. & Guerra, M. Cytogenetics and cytotaxonomy of some Brazilian species of Cymbidioid orchids. **Genetics and Molecular Biology**, v.23, p.957-978, 2000.

Felix, L.P. & Guerra, M. Basic chromosome number of terrestrial orchids. **Plant Systematics and Evolution**, v.254, p.131-148, 2005.

Giulietti, A.M.; Rapini, A.; Andrade, M.J.G.; Queiroz L.P.; Silva, J.M.C. 2009. **Plantas raras do Brasil**. Belo Horizonte: Conservação Internacional. 496 p.

Grayum, M.H. Evolution and phylogeny of the Araceae. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v.77, p.628-697. 1990.

Guerra, M. Cytogenetics of Rutaceae. V. High chromosomal variability in Citrus species revealed by CMA/DAPI staining. **Heredity**, v.71, p. 234-241, 1993.

Guerra, M. 2000. Chromosome number variation and evolution in monocots. In Wilson, K.L., Morrison, D.A. (Eds.): **Monocots – Systematics and Evolution**, v.1 Proceedings of the Second International Conference on the Comparative Biology of the Monocots, pp.125-134. Melbourne: CSIRO.

Guerra, M. Patterns of heterochromatin distribution in plant chromosomes. **Genetic and Molecular Biology**, v.23, p.1029-1041, 2000.

M. Chromosome numbers in plant cytotaxonomy: concepts and implications. **Cytogenetic and Genome Research**, v. 120, p. 339-350, 2008.

Judd, W.S.; Campbell, C.S.; Kellogg, E.A.; Stevens, P.F.; Donoghue, M.J. 2002. **Plant systematics: A phylogenetic approach**. Sinauer, Sunderland.

Keating, R.C. 2002. **Anatomy o the monocotyledons IX**. Acoraceae and Araceae. Clarendon Press, Oxford.

Koehler, S., Cabral, J. S., Whitten, W. M., Williams, N. H., Singer, R. B., Neubig, K. M., ... & Maria do Carmo, E. A. Molecular phylogeny of the neotropical genus *Christensonella* (Orchidaceae, Maxillariinae): species delimitation and insights into chromosome evolution. **Annals of botany**, v.102, n.4, p.491-507, 2008.

Larsen K. 1969. Cytology of vascular plants: III. A study of aroids. **Dansk Botanisk Arkiv**, v.27, p.39–59.

Mantovani, A.; Filartiga, A.L.P.; Coelho, M.A.N. Anatomia comparada da folha e espata de espécies de *Anthurium* (Araceae) ocorrentes na Mata Atlântica. **Revista Brasil. Bot.**, v.33, n.1, p.185-200, 2010.

Marchant, C. J. Chromosome variation in *Araceae*: *Acoreae* to *Lasieae*. **Kew. Bull.**, v.28, p.199-210, 1973.

Mayo,S.J.; Bogner, J; Boyce, P.C. 1997. **The genera of Araceae**. Royal Botanic Gardens Kew, UK.

Melo, N. F. de; Guerra; M. Variability of the 5S and 45S rDNA Sites in *Passiflora* L. Species with Distinct Base Chromosome Numbers. **Annals of botany**, v.92, n.2, p.309-316, 2003.

Mondin, M.; Santos-Serejo, J. A.; Aguiar-Perecin, M.L.R. Karyotype characterization of *Crotalaria juncea* (L.) by chromosome banding and physical mapping of 18S-5.8 S-26S and 5S rRNA gene sites. **Genetics Molecular Biology**, v. 30, n. 1, p. 65-72, 2007.

Petersen, G. Cytology and systematics of Araceae. **Nord. J. Bot.** v.9, p.119-158. 1989.

Salles-de-Melo, M.R.C., de Lucena, R.M., Semir, J., de Carvalho, R., de Cássia Araújo Pereira, R., & Benko-Iseppon, A. M. Karyological features and cytotaxonomy of the tribe Vernonieae (Asteraceae). **Plant Systematics and Evolution**, v. 285, n. 3, p. 189-199, 2010.

Sakuragui, C.M.; Mayo, S.; Zappi, D. Taxonomic Revision of *Philodendron* Section *Macrobium*. **Kew Bulletin**, v.60, n.4, p.465-513. 2006.

Schneider, S.M.; Coelho, M.A.N. **Inventário das Araceae do palácio de São Cristóvão e do horto botânico do Museu Nacional, Quinta da Boa Vista-Rio de Janeiro, Brasil**. Publicações Avulsas do Museu Nacional, v.113, p.2-28, 2006.

Schott, H.W. 1860. **Prodromus Systematis Aroidearum**. Typis congregationis mechitharisticae, Vienna. 602p.

Schweizer, D. Reverse fluorescent chromosome banding with chromomycin and DAPI. **Chromosoma**, v.58, n.4, p.307-324, 1976.

Siljak-Yakovlev S.; Peccenini S; Muratovic E.; Zoldos V.; Robin O.; Valles, J. Chromosomal differentiation and genome size in three European mountain *Lilium* species. **Plant Systematics and Evolution**, v. 236, p.165-173, 2003.

Souza, V.C.; Lorenzi, H. 2007. **Botânica Sistemática**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da flora LTDA, 640p.

Stace, C.A. Cytology and cytogenetics as a fundamental taxonomic resource for the 20 th and 21 st centuries. **Taxon**, v.49, p.53-79, 2000.

Subramunian, D. & Munian, M. Cytotaxonomical studies in South Indian Araceae. **Cytologia**, v.53, p.59-66, 1988.

Sultana, S.S.; Ara, H.; Alam, S.S. Karyotype analysis with Orcein and CMA in two species of *Alocasia* (Schott) G. Don (Araceae). **Bangladesh Journal Botany**, v. 40, n. 1, p.53-56, 2011.

Sumner, A.T. **Chromosomes: Organization and Function**. Blackwell Science, 2003.

Sung, T.V; Kutschabsky, L.; Porzel, A.; Steglich, W.; Adan, G. Sesquiterpenes from the Roots of *Homalomena aromatic*. **Phytochemistry**, v. 31, p. 1659-1661, 1992.

Tamura, M.N.; Yamashita, J.; Fuse, S.; Haraguchi, M. Molecular Phylogeny of monocotyledons inferred from combined analysis of plastid matK and rbcL gene sequences. **Journal Plant Research**, London, v. 117, p. 109–120, 2004.

Temponi, L.G.; Coelho, M.A.N. Two new species of *Anthurium* sect. *Urospadix* (Araceae) for Brazil. Duas novas espécies de *Anthurium* sect. *Urospadix* Engl. (Araceae) para o Brasil. **Rodriguésia**, v.62, n.2, p.315-320, 2011.

Temponi, L.G.; Sistemática de *Anthurium* sect. *Urospadix* (Araceae). Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

Valente, T.P. Subsídios ao uso sustentável do cipó-preto - *Philodendron corcovadense* Kunth (Araceae). Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

Vanzela, A.L.L. Localization of 45S rDNA and telomeric sites on holocentric chromosomes of *Rhynchospora tenuis* Link (Cyperaceae). **Genetic and Molecular Biologic**, v.26, p.199-201, 2003.

Vianna, W. de O.; Soares, M.K.M.; Appezzato-da-Glória, B. Anatomia da raiz escora de *Philodendron bipinnatifidum* Schott (Araceae). **Acta bot. bras.** v.15, n.3, p. 313-320, 2001.

2 MANUSCRITO

Variação cromossômica e evolução da heterocromatina em espécies brasileiras de Araceae.

Sarah do Nascimento, Ana Emília Barros e Silva, Leonardo Pessoa Felix

RESUMO

A família Araceae possui uma ampla variabilidade em números cromossômicos, mas é notavelmente pouco conhecida em termos de bandeamento com os fluorocromos Cromomicina (CMA) e Diamidino 2-fenil-indol. (DAPI). No presente trabalho foram analisados os cariótipos de 13 espécies brasileiras desta família, utilizando técnicas de coloração convencional com Giemsa e bandeamento com CMA/DAPI. As espécies apresentaram cariótipos formados por cromossomos meta, submeta e acrocêntricos e números cromossômicos variando de $2n = 26$ nos gêneros *Dracontium* e *Dracontioides*, a $2n = 60$ em *Monstera adansonii*. A análise do padrão de bandas de CMA/DAPI revelou diferenças importantes entre gêneros, entre diferentes espécies de um mesmo gênero e entre populações de uma mesma espécie, sugerindo que a distribuição da heterocromatina é importante no isolamento reprodutivo das espécies, principalmente nos gêneros *Anthurium* e *Philodendron*. Em *P. acutatum*, observou-se três diferentes números cromossômicos, com padrão de bandas CMA/DAPI fortemente divergente, especialmente na população com $2n = 30$, em relação aos citotipos com $2n = 32$ e 34 . É discutida a importância da variação numérica e dos rearranjos cromossômicos para a especiação e para a indicação do número básico da família Araceae.

Palavras-Chave: Citogenética. Especiação. Diversidade Cariotípica. Disploidia. CMA/DAPI.

Chromosomal variation and heterochromatin evolution in Brazilian species of Araceae.

Sarah do Nascimento, Ana Emília Barros e Silva, Leonardo Pessoa Felix

ABSTRACT

The family Araceae has a high variability in chromosome numbers, however, remarkably little is known in terms of Chromomycin A₃ (CMA) and 4'-6-diamidino-2-phenylindole (DAPI) fluorochrome banding. In the present work, we analyzed the karyotypes of 13 Brazilian species of this family, using conventional staining techniques with Giemsa and CMA/DAPI banding. The species presented karyotypes composed of meta, submetacentric and acrocentric chromosomes and chromosome numbers varied from $2n = 26$ in the genera *Dracontium* and *Dracontioides* to $2n = 60$ in *Monstera adansonii*. The analysis of CMA/DAPI banding pattern revealed important differences between genera, between different species of the same genus, and among populations of the same species, suggesting that the distribution of heterochromatin is important in reproductive isolation of species, especially in the genera *Anthurium* and *Philodendron*. In *P. acutatum*, were observed three different chromosome numbers, with CMA/DAPI banding pattern highly divergent, especially in the population with $2n = 30$, in relation to cytotypes with $2n = 32$ and 34 . We discussed the importance of chromosome number variation and chromosomal rearrangements in speciation and the indication of the basic number for the family Araceae.

Keywords: Cytogenetics. Speciation. Karyotype diversity. Disploidy. CMA/DAPI.

2.1 Introdução

A família Araceae está dividida em oito subfamílias (Cabrera *et al.*, 2008) e possui cerca de 3.300 espécies distribuídas em 105 gêneros, das quais 2.300 espécies e 38 gêneros são distribuídos na América do Sul (Souza & Lorezzi, 2007), sendo 36 gêneros e aproximadamente 473 espécies referidas para o Brasil (Coelho *et al.*, 2012). Nas regiões neotropicais, as espécies que apresentam uma maior representatividade são dos gêneros *Anthurium* Schott, com cerca de 1.000 espécies, e *Philodendron* Schott apresentando aproximadamente 450 espécies (Díaz, 2007). Muitas espécies de Araceae são cultivadas como ornamentais, enquanto outras são utilizadas com fins alimentícios, como por exemplo, *Colocasia esculenta* (L.) Schott, conhecida como Taro ou inhame, e *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott, a taioba (Sung *et al.*, 1992; Feitosa *et al.*, 2007). São plantas epífitas, aquáticas ou terrestres, com raízes adventícias ou dimórficas (Vianna *et al.*, 2001; Corrêa *et al.*, 2005), caule herbáceo ou raramente lenhoso, aéreo ou subterrâneo, com folhas grandes, membranáceas, inteiras ou partidas, alternas, nervação reticulada ou paralela. As inflorescências são tipicamente formadas por um espádice, com flores muito pequenas dispostas em espiral, subtendidas por uma bráctea geralmente vistosa, a espata, variavelmente disposta na base do espádice (Mayo *et al.*, 1997; Judd *et al.*, 2002; Corrêa *et al.*, 2005). Alguns táxons apresentam heteroblastia, que é caracterizada pelo dimorfismo entre as formas juvenis e adultas da planta, observada, por exemplo, nos gêneros *Monstera* Adans e *Philodendron* Schott. (Mayo *et al.*, 1997).

A família é relativamente bem estudada em termos citológicos, sendo conhecidos registros numéricos para 826 espécies, o que corresponde a aproximadamente 25% do total de espécies da família (Bogner & Petersen, 2007). Possui uma grande variação cromossômica numérica (Mayo *et al.*, 1997), especialmente em alguns gêneros como *Cryptocoryne* Fisch. ex Wydler ($2n = 20$ a $2n = 132$) e *Arisaema* Mart. ($2n = 20$ a $2n = 168$). Essa variabilidade numérica tem-se mostrado bastante útil para a análise citotaxonômica, bem como para a compreensão da evolução cariológica da família como um todo (Okada, 2001; Cusimano *et al.*, 2011).

Diversos números básicos têm sido propostos para a família Araceae. Larsen (1969) e Marchant (1973) propuseram $x = 7$, como número básico para a família, sendo os números mais elevados resultantes de antigos eventos de poliploidização ou de séries displóides ascendentes. Por outro lado, Petersen (1973) propõe $x = 14$, pelo fato de $2n = 28$ ser um número especialmente comum nas aráceas. Mais recentemente, Cusimano *et al.* (2011), com base em análises de máxima verossimilhança e bayesiana, sugerem como números básicos $x = 16$ ou $x =$

18, respectivamente. Nesses casos, fusão cromossômica seria o evento dominante e responsável pela redução numérica, enquanto eventos de poliploidização ocorreram com menor frequência. Entre os gêneros neotropicais, *Anthurium* e *Philodendron* são os mais amplamente estudados, apresentando a maioria das espécies de *Anthurium* $2n = 30$ (Mayo *et al.*, 1997), enquanto que para *Philodendron*, a maioria das espécies possui número somático diplóide de 34 cromossomos (Cotias-de-Oliveira *et al.*, 1999).

Vários gêneros neotropicais, como por exemplo, *Monstera* Adanson, *Xanthosoma* Schott e *Dracontoides* Engler são cariológicamente pouco estudados. Além disso, a grande maioria dos estudos cromossômicos para a família envolve apenas coloração convencional, sendo raros os trabalhos abordando técnicas com coloração diferencial e FISH. As abordagens envolvendo essas técnicas têm permitido maior detalhamento do cariótipo, ampliando especialmente seu emprego na diferenciação citotaxonômica e no entendimento da evolução cromossômica em diversos grupos de plantas, especialmente em grupos sem variação numérica e cariótipos morfológicamente estáveis (Carvalho *et al.*, 2005; Barros e Silva *et al.*, 2010). Uma análise cariotípica mais detalhada, abordando aspectos do padrão de distribuição da heterocromatina permitirá uma melhor caracterização das espécies e uma melhor compreensão das relações taxonômicas evolutivas dentro da família. Neste trabalho caracterizou-se citologicamente espécies de Araceae nativas do Brasil, através do emprego de técnicas de coloração convencional e bandeamento com os fluorocromos Cromomicina A₃ (CMA) e 4'-6, diamidino-2-fenilindol (DAPI).

2.2 Material e Métodos

Coleta e documentação botânica

Foram analisadas 13 espécies de sete gêneros da família Araceae, provenientes de coletas realizadas no campo em diferentes regiões do Brasil, 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 se encontram depositadas no acervo do Herbário Prof. Jayme Coelho de Moraes do Centro de Ciências Agrárias da UFPB. Para a identificação dos materiais, foi utilizada literatura pertinente e consulta a especialistas, além de comparações com

materiais previamente identificados. As espécies estudadas, seus respectivos locais de coleta, coletor, número cromossômico e características heterocromáticas estão sumarizadas na Tabela 1.

Análises citológicas

Preparação cromossômica

Para as análises citológicas, pontas de raízes obtidas a partir de plantas adultas cultivadas em jarros foram pré-tratadas com colchicina 0,2% por 24 h a 10°C, fixadas em 3:1 etanol-ácido acético (v/v) por 2 h 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 1 h a 37°C. Em seguida, as lâminas foram preparadas pelo método de esmagamento, em uma gota de ácido acético 45%, e as lamínulas retiradas em nitrogênio líquido. Em seguida, as lâminas foram secas ao ar e envelhecidas por três dias à temperatura ambiente (Guerra & Souza, 2002).

Coloração convencional

A análise do número e morfologia cromossômica foi realizada através da técnica de coloração com Giemsa descrita por Guerra & Souza (2002). Pontas de raízes, previamente fixadas, foram lavadas duas vezes em água destilada por cinco minutos, hidrolisadas com HCl 5N por 20 minutos e em seguida transferidas para água destilada. Após esse tratamento, as lâminas foram preparadas por esmagamento em uma gota de ácido acético 45% e congeladas em nitrogênio líquido para remoção da lamínula, secas ao ar, coradas com Giemsa 2% e montadas em Entellan. As melhores células foram fotografadas em fotomicroscópio DMLB da Leica.

Coloração com CMA e DAPI

Foi seguido o protocolo para coloração com fluorocromos descrito por Carvalho *et al.* (2005). As lâminas foram coradas com 10µL de CMA (0,5 mg/ml), cobertas com uma lamínula e estocadas em câmara escura por uma hora. Posteriormente, a lamínula foi retirada com um jato de água destilada, e em seguida secas a temperatura ambiente. Subsequentemente foi adicionado 10µL de DAPI (2 µg/ml), cobertas com uma lamínula, e o conjunto armazenado em câmara

escura por meia hora. O excesso de corante e as lamínulas foram retiradas com um jato de água destilada, e as lâminas montadas em meio tampão glicerol/McIlvaine. Em seguida, foram envelhecidas por três dias em câmara escura para a estabilização do fluorocromo. As melhores metáfases foram fotografadas em fotomicroscópio de epifluorescência AxioCam MRm Zeiss equipado com câmera de vídeo, utilizando um programa para captura de imagens. As imagens foram processadas utilizando-se o Phtoshop CS3.

2.3 Resultados

A relação das espécies estudadas, coletores, locais de coleta, números cromossômicos e características da heterocromatina estão sumarizados na Tabela 1. As Figuras 1 a 5 mostram metáfases de algumas espécies coradas convencionalmente com Giemsa, enquanto as Figuras 6 a 22 exibem as metáfases coradas com os fluorocromos Cromomicina A₃ (CMA, em amarelo) e Diamidino-2-fenil-indol (DAPI, em azul). As espécies apresentaram cariótipo variável com cromossomos acrocêntricos, submetacêntricos e metacêntricos em todos os táxons analisados. Os núcleos interfásicos foram sempre semireticulados (Fig. 16) e o padrão de condensação profásico predominantemente do tipo proximal (Fig. 17). Os números cromossômicos variaram de $2n = 26$ nos gêneros *Dracontium* e *Dracontioides*, a $2n = 60$ em *Monstera adansonii*.

Para o gênero *Anthurium* foram registrados $2n = 30$ em *A. petrophilum* (Figs 1, 7), $2n = 40$ em *A. gracile* (Fig. 2), $2n = 46$ em *A. scandens* (Fig. 8) e $2n = 60$ em uma espécie não identificada de *Anthurium* do estado de Sergipe (Fig. 3). Em uma população de *A. petrophilum* de São João do Tigre, estado da Paraíba, observou-se em todas as células a ocorrência de um cromossomo supranumerário mais brilhante com o CMA do que com o DAPI (Figs 9-11). Distensão da RON foi observada na prófase e prometáfase de *A. petrophilum* (Figs. 1, 9-11) e *A. gracile* (Fig. 2). As únicas espécies analisadas dos gêneros *Dracontium*, *D. ulei* (Fig. 4) e *Dracontioides*, *D. desciscens*, revelaram cariótipos com $2n = 26$, com RON proximal distendida em *D. desciscens* (Figs. 5, 13). Para os demais gêneros foram observados $2n = \text{ca. } 30$ em uma população de *Philodendron acutatum* (Fig. 17), $2n = 32$ em *Caladium bicolor* (Fig. 12), em duas populações de *P. acutatum* (Fig. 15), *P. ornatum* (Figs. 18-20) e *Philodendron* sp. (Fig. 21), $2n = 34$ em duas outras populações de *P. acutatum* (Figs. 15-16) e *Taccarum ulei* (Fig. 22) e $2n = 60$ em *Monstera adansonii* (Fig. 14).

Quanto ao bandejamento CMA/DAPI, observou-se em *A. petrophilum* 10 a 12 bandas pericentroméricas CMA⁺/DAPI nas duas populações de Esperança, e em uma população de São

João do Tigre, Paraíba (Figs. 7, 9-11). *Anthurium scandens* apresentou duas bandas subteloméricas no braço longo de um par cromossômico, além de regiões coradas mais intensamente com DAPI do que com CMA, localizadas principalmente nas regiões distais de quase todos os cromossomos de algumas células (Fig. 8). Oito bandas CMA⁺/DAPI⁻ foram visualizadas nos braços curtos de quatro pares cromossômicos de *A. pentaphyllum*, sendo duas delas mais fortemente coradas (Fig. 6). *Dracontioides desciscens* exibiu três bandas CMA⁺/DAPI⁻, duas delas na região subterminal de um par metacêntrico grande, além de uma banda heterozigota proximal em um cromossomo metacêntrico pequeno (Fig. 13). Em *Taccarum ulei* foram observadas quatro bandas CMA⁺/DAPI⁻ nos terminais dos braços curtos de dois pares cromossômicos acrocêntricos (Fig. 22). *Monstera adansoni* exibiu duas bandas proximais CMA⁺/DAPI⁻ correspondente às RONS e duas pequenas bandas terminais nos braços curtos de um par cromossômico (Fig. 14).

Para o gênero *Philodendron*, *P. acutatum* se destacou por apresentar distintos números cromossômicos e diferentes padrões de bandas CMA/DAPI entre algumas populações. Esta espécie foi caracterizada pela ocorrência de regiões DAPI⁺ nos terminais de quase todos os cromossomos do complemento, exceto em uma única população de Taquaritinga do Norte, Pernambuco, com $2n = \text{ca. } 30$, que se diferenciou das demais por não apresentar regiões mais fortemente coradas com DAPI, e possuir além das duas bandas CMA correspondentes às RONS, duas pequenas bandas puntiformes que foram visualizadas apenas em algumas células (Fig. 17). Outra população de Taquaritinga do Norte, coletada em inselbergue, apresentou $2n = 34$, com duas bandas CMA⁺ intersticiais no braço curto de um par cromossômico submetacêntrico e duas bandas terminais no braço longo de um par metacêntrico (Fig. 15). Por outro lado, a população de Brejo da Madre de Deus, com $2n = 32$, exibiu além das duas bandas CMA⁺/DAPI⁻ intersticiais correspondentes às RONS, várias pequenas bandas CMA⁺/DAPI⁻ terminais ou subterminais nos braços curtos de três cromossomos, além de uma banda CMA⁺/DAPI⁻ proximal heterozigota (Fig. 16). *Philodendron ornatum* (Figs. 18-20) apresentou bandas CMA⁺/DAPI⁻ heterozigotas na região pericentromérica de um cromossomo e pequenas bandas terminais dos braços curtos de cinco cromossomos diferentes. Por outro lado, *Philodendron* sp. apresentou oito pequenas bandas terminais e uma pequena banda pericentromérica CMA⁺/DAPI⁻ (Fig. 21). Para o gênero *Taccarum*, foi observado em *T. ulei* apenas quatro bandas terminais CMA⁺/DAPI⁻ nos braços curtos de dois pares submetacêntricos (Fig. 22).

2.4 Discussão

Das 13 espécies analisadas, foram confirmadas as contagens prévias de $2n = 32$ para *Caladium bicolor*, $2n = 26$ para *Dracontioides desciscens*, $2n = 60$ para *Monstera adansonii* e $2n = 34$ para *Philodendron acutatum*. Para as demais espécies as contagens são inéditas. A variação de números cromossômicos previamente registrada na literatura para a família Araceae é bastante ampla, com números variando deste $2n = 14$ em *Ulearum sagittatum* (Petersen, 1989), até $2n = \text{ca. } 408$ em *Carlephyton diegoensis* Bogner (Fedorov, 1969). No presente trabalho, em uma amostra de 13 espécies brasileiras de Araceae, os números cromossômicos variaram de $2n = 26$ a $2n = 60$, portanto, muito menor do que a variação reportada pela literatura. Entretanto, no gênero *Philodendron*, a variabilidade numérica foi ampla, particularmente em *P. acutatum* que apresentou três diferentes números cromossômicos em cinco diferentes populações, mesmo entre três populações de um mesmo município (Taquaritinga do Norte, PE). É frequente a ocorrência de citotipos poliplóides em populações de uma mesma espécie ocupando diferentes habitats, como em Orchidaceae (Felix & Guerra, 2000, 2010) e em *Anthurium petrophilum* (Cotias de Oliveira, 1999). Entretanto, não são conhecidos registros de disploidias acompanhadas de variação no padrão de bandas em Araceae com diferentes habitats. No caso das populações de *P. acutatum* provenientes de Taquaritinga do Norte, destaca-se o fato de uma única população com $2n = \text{ca. } 30$ apresentar um padrão de bandas CMA/DAPI claramente distinto das demais populações desta espécie, pela ausência de regiões ricas em AT.

Diferentes números básicos têm sido propostos para a família Araceae, como $x = 7$ (Larsen, 1969; Marchant, 1973), $x = 14$ (Petersen, 1998) e $x = 16$ ou 18 Cusimano *et al.*, 2011). A amplitude da variação cromossômica numérica em Araceae dificulta a identificação precisa de um número básico ancestral para a família como um todo. Mesmo em uma única espécie como em *P. acutatum*, com $2n = \text{ca. } 30, 32$ e 34 , ou no gênero *Philodendron* como um todo, parece haver indicação de que o gênero seria polibásico (Cotias de Oliveira *et al.*, 1999). Na identificação de um número básico ancestral, é fundamental que este número represente um clado monofilético (Guerra, 2008), considerando-se polifilético, qualquer grupo com mais de um número básico primário. Nesse caso, seria importante a análise de uma ampla variabilidade de táxons, de forma a identificar os números cromossômicos nos ramos mais basais da família. Uma análise comparativa da variação numérica em Araceae com grupos basais cariologicamente mais estáveis e mais primitivos, como as famílias Alismataceae (Feitoza *et al.*, 2009, 2010) e Limnocharitaceae (Forni-Martins & Kalligaris, 2003), é fortemente sugestiva de que a família

seria paleopoliploide (Cusimano *et al.*, 2011). Por outro lado, em *Philodendron*, a ocorrência de vários números cromossômicos em uma única espécie, destaca a importância das disloidias na diferenciação cariotípica do gênero.

No estudo da variabilidade cromossômica da família Araceae na presente amostra, verifica-se a ocorrência de um cromossomo supranumerário em uma das populações analisadas de São João do Tigre. Cromossomos Bs são frequentemente relatados em plantas, como nos gêneros *Zephyranthes* (Felix *et al.*, 2011) e em *Sarcoglottis* (Daviña *et al.*, 2009). Em Araceae, entretanto, sua ocorrência não tem sido comum, e algumas vezes parecem, na verdade, tratar-se de satélites destacados da região proximal dos cromossomos (ver, por exemplo, Cotias-de-Oliveira, 1999). Em nossa amostra, entretanto, a natureza heterocromática do único cromossomo B visualizado em *A. petrophilum* não deixa dúvidas quanto à natureza supranumerária deste cromossomo.

A família Araceae é pouco conhecida em termos de bandeamento com fluorocromos, sendo, de maneira geral, os estudos citogenéticos limitados à utilização da coloração convencional (Cotias-de-Oliveira *et al.*, 1999; Yi *et al.*, 2005; Corrêa *et al.*, 2010). Entretanto, a ampla variação observada no padrão de bandas fluorescentes corrobora os dados obtidos por Sultana *et al.* (2011) para o gênero *Alocasia*, onde parece ter havido uma rápida modificação da heterocromatina após a poliploidização de *Alocasia odora* (Lindl.) K.Koch. Na presente amostra, a variabilidade no número e localização de regiões heterocromáticas ricas em AT ou GC observada em *Philodendron* e em outros gêneros, é compatível com uma rápida diversificação da heterocromatina nessa espécie. Embora regiões heterocromáticas não estejam diretamente relacionadas com a codificação de proteínas (Guerra, 2000), sua localização em amplos segmentos cromossômicos desempenham um papel importante no pareamento meiótico (Yamagishi *et al.*, 2008). Contudo, para o entendimento do papel dessas alterações cariotípicas em *Philodendron*, seria importante uma análise populacional mais extensa, além de estudos envolvendo sua biologia reprodutiva a fim de identificar a compatibilidade reprodutiva entre os diferentes citotipos. Uma outra abordagem possível seria a análise da variação no padrão de bandas CMA/DAPI para a caracterização taxonômica, como na subfamília Aurantioideae das Rutaceae (Guerra *et al.*, 2000), no gênero *Sesbania* das Leguminosae (Forni-Martins & Guerra, 1999) e no gênero *Spondias* nas Anacardiaceae (Almeida *et al.*, 2007), dentre outros. Alterações cromossômicas estruturais muitas vezes são reconhecidas através da análise no padrão de bandas CMA/DAPI e são importantes mecanismos de isolamento reprodutivo e especiação (Rieseberg, 2001). A ocorrência de diferentes padrões de distribuição de heterocromatina constitutiva em

Araceae constitui um marcador citotaxonômico importante, e desempenha um papel ainda não perfeitamente avaliado na evolução e diferenciação taxonômica na família.

2.5 Conclusões

As aráceas são um grupo de plantas com elevada variação cromossômica numérica, relacionada a sucessivos ciclos de poliploidia e disploidias ascendentes ou descendentes, com ocorrências dessas variantes em diferentes populações de uma mesma espécie. Essas alterações cromossômicas dificultam a indicação de um número básico primário consensual, que reflita a origem monofilética da família como um todo, ou de gêneros como nos casos de *Philodendron* e *Anthurium*. Além das variações disploides, também foi observada a ocorrência de cromossomo B com heterocromatina rica em GC. A elevada variabilidade no padrão de bandas heterocromáticas corrobora a importância das disploidias e posteriores rearranjos cromossômicos na evolução cromossômica da família Araceae, especialmente evidenciada nos gênero *Anthurium* e *Philodendron* (principalmente *P. acutatum*). Entretanto, o papel da variabilidade nos padrões heterocromáticos na especiação desses gêneros ainda não é perfeitamente conhecido.

Referências

- Almeida C.C. de S.; Carvalho P.C. de L.; Guerra M. Karyotype differentiation among *Spondias* species and the putative hybrid Umbu-caja (*Anacardiaceae*). **Botanical Journal Of The Linnean Society**, v.155, n.4, p.541-547, 2007.
- Barros e Silva, A. E.; Marques, A. Santos, Karla G. B. ; Guerra, M. The evolution of CMA bands in Citrus and related genera. **Chromosome Research**, n.18, p.503–514, 2010.
- Bogner J.; Petersen G. The chromosome numbers of the Aroid genera. **Aroideana** n.30, p.82–90, 2007.
- Bogner, J. & Nicolson, D.H. A revised classification of Araceae with dichotomous keys. *Willdenowia*, v.21, p.35-50, 1991.

Cabrera, L.I; Salazar, G.A; Chase, M.W; Mayo, S.J; Bogner J; Davila, P. Phylogenetic relationships of aroids and duckweeds (Araceae) inferred from coding and noncoding plastid DNA. **American Journal of Botany**, v. 95, n. 9, p.1153-1165, 2008.

Carvalho, R.; Soares Filho, W.S.; Brasileiro-Vidal, A.C; Guerra, M. The relationships among lemons, limes and citron: a chromosomal comparison. **Cytogenetics and Genome Research**, 109:276–282. 2005.

Coelho M.A.N; Soares M.L; Sakuragui C.M; Mayo S; Andrade I.M; Temponi L.G (2010) Araceae. In: Forzza R.C; Baumgratz J.F.A; Bicudo C.E.M; Carvalho-Jr A.A; Costa A; Costa D.P; Hopkins M; Leitman P.M; Lohmann L.G; Maia L.C; Martinelli G; Menezes M; Morim M.P; Coelho M.A.N; Peixoto A.L; Pirani J.R; Prado J; Queiroz L.P; Souza V.C; Stehmann J.R; Sylvestre L.S; Walter B.M.T; Zappi D. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro, Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, v. 1, pp 646-662.

Corrêa, M. G. S.; Viégas, J.; Silva, J. B. da; Ávila, P. F. V. de; Busato, G. R.; Lemes, J. S. Meiose e viabilidade polínica na família Araceae. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n.2, p. 295-303, 2005.

Corrêa, M.G.S.; Viégas, J.; Coelho, M.A.N.; Corrêa, L.B.; Mauch, C.R. Caracterização cromossômica de *Anthurium audichaudianum* (Araceae), uma espécie nativa do Brasil. **Revista Brasil. Bot.**, v.33, n.4, p.705-710, 2010.

Cotias-de-Oliveira, A.L.P; Guedes, M.L.S; Barreto, E.C. Chromosome numbers for *Anthurium* and *Philodendron* spp. (Araceae) occurring in Bahia, Brazil. **Genetics and Molecular Biology**, v. 22, n. 2, p.237-242, 1999.

Cusimano, N.; Sousa, A.; Renner, S. S. Maximum likelihood inference implies a high, not a low, ancestral haploid chromosome number in Araceae, with a critique of the bias introduced by ‘x’. **Annals of Botany**, p.1-12, 2011.

Daviña, J.R.; Grabiele, M.; Cerutti, J. C.; Hojsgaard, D. H.; Almada, R. D.; Insaurralde, I. S. E.; Honfi, A. I. Chromosome studies in Orchidaceae from Argentina. **Genetics and Molecular Biology**, v.32, n.4, p.811-821, 2009.

Díaz, I.E.C. **Estudo fitoquímico de espécies de Araceae de São Paulo**. 2007. 110 f. Tese (Doutorado) - Curso de Química Orgânica, Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Federov, A.M.A. (1969) **Chromosome Number of Flowering Plants**. Komarov Botanical Institute, Leningrad, p.927.

Feitosa M.C; Bezerra M.Z.B; Citó A.M.L.; Soares Da Costa J.J; Lopesj.A.D; Neto J.M.M. Constituintes Químicos de *Philodendron imbe* Schott. **Química nova**, v.30, p.41-44, 2007.

Feitoza, L.L.; Felix, L. P.; Castro, A. A. J. F.; Carvalho, R. Cytogenetics of Alismatales s.s.: chromosomal evolution and C-banding. **Plant Systematics and Evolution**, v.280, p.199-131, 2009.

Feitoza, L.L.; Martins, M. I. G.; Castro, A. A. J. F., Felix, L. P., Carvalho, R. Cytogenetics of Alismataceae and Limncharitaceae: CMA/DAPI banding and 45S rDNA sites. **Plant Systematics and Evolution**, v.286, p.199-208, 2010.

Felix L.P.; Guerra M. Cytogenetics and cytotaxonomy of some Brazilian species of cymbidieis orchids. **Genetics and Molecular Biology**, v.23, p.957-978, 2000.

Felix L.P.; Guerra M. Variation in chromosome number and basic number of subfamily Epidendroideae (Orchidaceae). **Bot. J. Linn. Soc.**, v.163, p.234-278, 2010.

Felix, W.J.P. ; Felix, L.P.; Melo, N.F.; Oliveira, M.B.M.; Dutilh, J.H.A.; Carvalho, R. Karyotype variability in species of the genus *Zephyranthes* Herb. (Amaryllidaceae–Hippeastreae). **Plant Syst Evol**, v.294, p.263–271, 2011.

Forni-Martins, E.R.; Calligaris, K.P. Chromosomal studies on Neotropical Limnocharitaceae (Alismatales). **Aquat Bot**, v.74, p.33–41, 2002.

Forni-Martins, E.R.; Guerra, M. Longitudinal differentiation in chromosomes of some *Sesbania* Scop. species (Fabaceae). **Caryologia**, v. 52, p. 97-103, 1999.

Goldblatt, P. and Johnson, D.E. Index to Plant Chromosome Numbers 2001-2003. **Missouri Bot. Gard.**, St Louis, 2006.

Guerra, M. Patterns of heterochromatin distribution in plant chromosomes. **Genetics and Molecular Biology**, v.23, n.4, p.1029-1041, 2000.

Guerra, M. Chromosome numbers in plant cytotaxonomy: concepts and implications. **Cytogenetic and Genome Research**, v.120, n.3-4, p.339-350, 2008.

Guerra, M. Patterns of heterochromatin distribution in plant chromosomes. **Genetic and Molecular Biology**, v.23, p.1029-1041, 2000.

Guerra, M.; S & Souza, M. J. (2002). **Como observar cromossomos: Um guia de técnicas em citogenética vegetal, animal e humana**. Recife: Funcec, 131p.

Judd, W. S.; Campbell C. S.; Kellogg, E. A.; Stevens, P. F.; Donoghue, M. J. 2002 . **Plant systematics: A phylogenetic approach**. Sinauer, Sunderland, Massachusetts, USA.

Larsen K. 1969. Cytology of vascular plants: III. A study of aroids. **Dansk Botanisk Arkiv**, v.27, p.39–59.

Marchant, C. J. Chromosome variation in *Araceae*: *Acoreae* to *Lasieae*. **Kew. Bull.**, v.28, p.199-210, 1973.

Mayo, S.J.; Bogner, J; Boyce, P.C. 1997. **The genera of Araceae**. Royal Botanic Gardens Kew, UK.

- Moore, R.J. Index to plant chromosome number 1967-1971. **Regnum Veg.** v.90, p.1-539, 1973.
- Moore, R.J. Index to plant chromosome number 1973-1974. **Regnum Veg.** v.91, p.1-257, 1977.
- Okada, H. Kariological Studies o Some Rheophytic Aroids (Araceae) in the Malesian Wet Tropics. **Acta Phytotax. Geobot.** v.51, n.2, p.177-186, 2001.
- Petersen, G. Cytology and systematics of Araceae. **Nord. J. Bot.** v.9, p.119-158. 1989.
- Petersen, G. Chromosome numbers of the genera of Araceae. **Aroideana.** v. 16, p.37-46, 1998.
- Rieseberg, L. H. Chromosomal rearrangements and speciation. **Trends in Ecology & Evolution**, v.16, n.7, p.351-358, 2001.
- Souza V.C. & Lorenzi H. (2008) **Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado no APG II.** 2 ed. Nova Odessa, Instituto Plantarum, 640p.
- Sultana, S.S.; Ara, H.; Alam, S.S. Karyotype analysis with Orcein and CMA in two species of *Alocasia* (Schott) G. Don (Araceae). **Bangladesh Journal Botany**, v. 40, n. 1, p.53-56, 2011.
- Sung, T.V; Kutschabsky, L.; Porzel, A.; Steglich, W.; Adan, G. Sesquiterpenes from the Roots of *Homalomena aromatic*. **Phytochemistry**, v. 31, p.1659-1661, 1992.
- Vianna, W.O.; Soares, M.K.M; Appezzato-da-Glória, B.A. Anatomia da raiz escora de *Philodendron bipinnatifidum* Scott (Araceae). **Acta Botânica Brasilica**, v. 15, n. 3, p.313-320, 2001.
- Yamagishi, Y., Sakuno, T., Shimura, M., & Watanabe, Y. Heterochromatin links to centromeric protection by recruiting shugoshin. **Nature**, v. 455, n.7210, p.251-255, 2008.
- Yi, T.; Li, H.; Li, D. Chromosome variation in the genus *Pinellia* (Araceae) in China and Japan. **Botanical Journal Of The Linnean Society**, p.449-455, 2005.

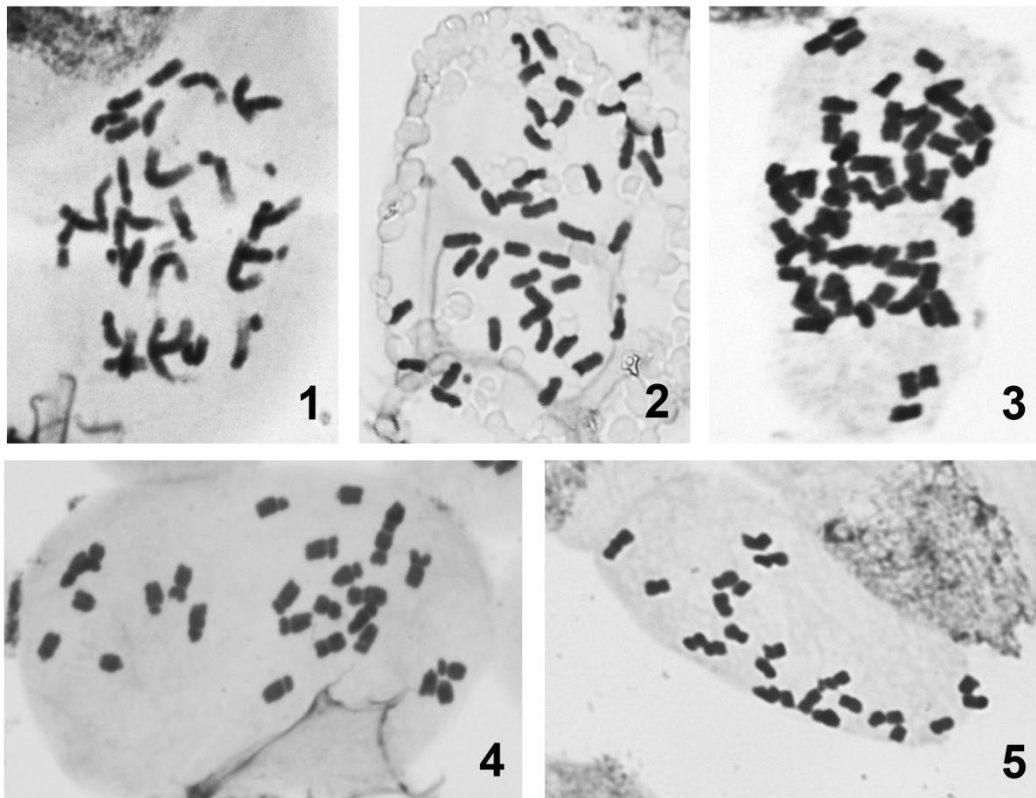
Agradecimentos

Nossos agradecimentos ao Dr. Marcelo Guerra da Universidade Federal de Pernambuco por disponibilizar o foto-microscópio do Laboratório de Genética, ao INSA na pessoa do Dr. Ignacio Salcedo Hernandez por haver cedido em regime de comodato o foto-microscópio de epifluorescência Zeiss, a Capes pelo auxílio financeiro e concessão da bolsa, e aos colegas Erton M. Almeida e Enoque Medeiros Neto pela coleta dos materiais.

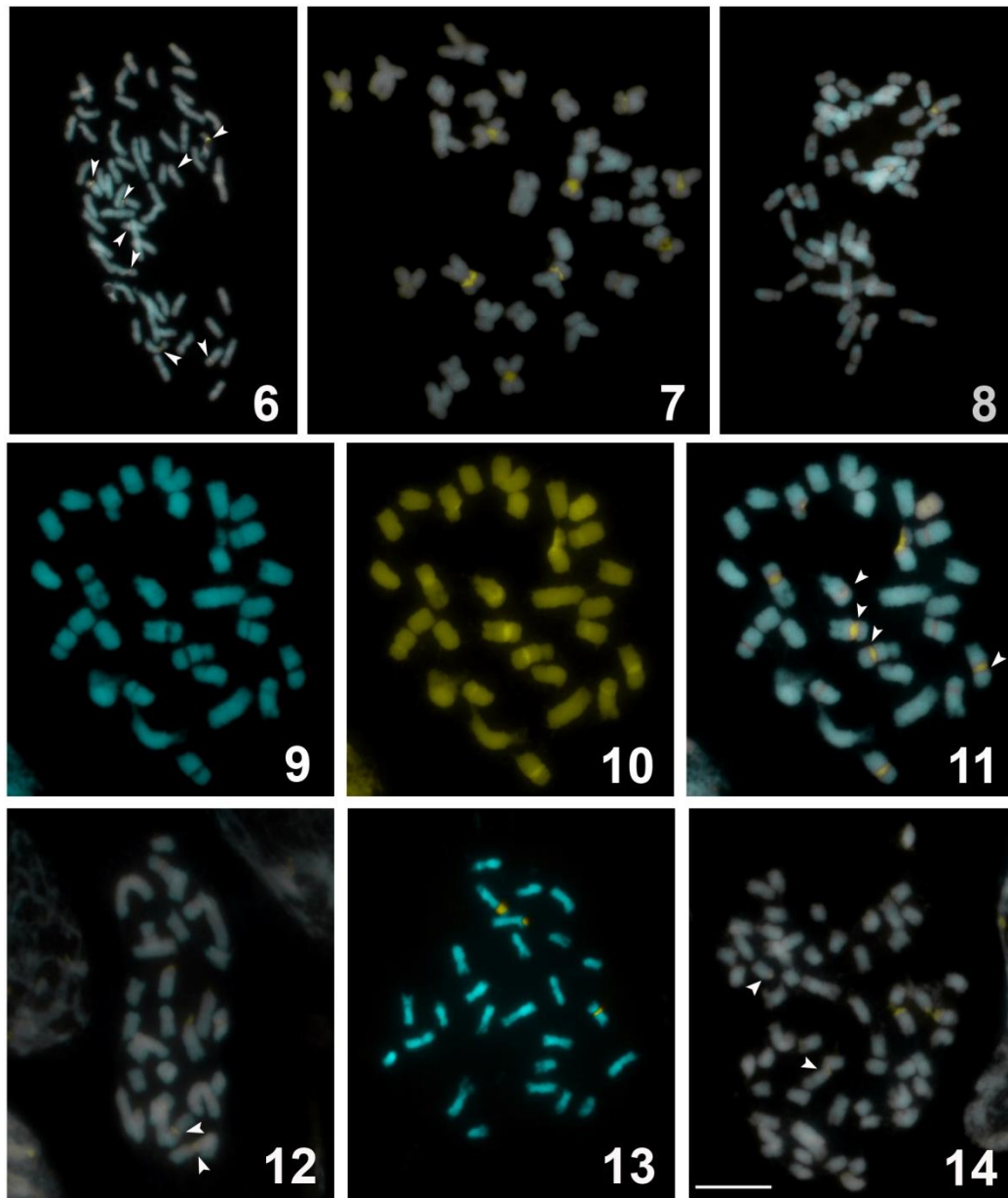
Tabela 1: Números cromossômicos e padrão de bandas CMA/DAPI em espécies brasileiras de Araceae

Taxa	Coletor	Local de coleta	2n	PC	Fonte	Bandas	
						CMA	DAPI
<i>Anthurium gracile</i> (Rudge) Lindl.	M.Guerra S/N		40	30, 40	F69, M77	-	-
	LPFelix, 12963	Agrestina, PE	40	"	"	-	-
<i>Anthurium pentaphyllum</i> (Aubl.) G.Don	LPFelix 13002	Lucena, PB	60	30, 60	F68, M63, IPCN	8P	-
<i>A. petrophilum</i> K.Krause	EEMNeto, 22	Brejo da Madre de Deus, PE	30	-	-	12P	-
	LPFelix, S/N	Esperança, PB	30	-	-	10-11P	-
	SNascimento, 150	São João do Tigre, PB	30+1B	-	-	12P	-
	LPFelix, 13505	São João do Tigre, PB	30	-	-	10P	-
<i>A. scandens</i> (Aubl.) Engl.	LPFelix S/N	Taquaritinga do Norte, PE	46	24, 45-47, ≈48, 48, 84	F69, M77, IPCN	2StBL	-
<i>Anthurium</i> sp. aff. <i>petrophilum</i>	LPFelix, 12917	Itabaiana, SE	60	-	-	-	-
<i>Caladium bicolor</i> (Aiton) Vent.	LPFelix, 13677	Rio Tinto, PB	32	22, 26, 28, 30, 32. 52	F69, M73, IPCN, GJ06	2T, 4P	-
<i>Dracontioides desciscens</i> (Schott) Engl.	LPFelix, 12933	Itabiana, SE	26	26	IPCN	2TBL, 1P	-
<i>Dracontium ulei</i> K.Krause	LPFelix, 12682	Ilha de Trambioca, PA	26	-	-	-	-
<i>Monstera adansonii</i> Schott	LPFelix, S/N	Triunfo, PE	60	60	F69, M63	4-5TBC	-
<i>Philodendron acutatum</i> Schott	LPFelix, 13760	Taquaritinga do Norte, PE	34	34	F69	2IBC, 2TBL	Todas T
	LPFelix, 13773	Taquaritinga do Norte, PE	34	"	"	2TBL, 0-1TBC, 2StBC	Todas T
	LPFelix, 13761	Taquaritinga do Norte, PE	ca.30	"	"	2StBL	-
	LPFelix, S/N	Brejo da Madre de Deus, PE	32	"	"	2StBC, 4P, 4TBC	2P, Todas T
	LPFelix, 13292		32	"	"	4TBC, 2TBL, 1P	2P, TodasT
<i>P. ornatum</i> Schott	LPFelix, 12972	Agrestina, PE	32	-	-	5TBC + 1P	-
<i>Philodendron</i> sp.	EMAlmeida, 505	Goiânia, GO	32	-	-	8TBC + 1P	-
<i>Taccarum ulei</i> Engl. & K.Krause	LPFelix S/N	Areia, PB	34		-	4TBC	-

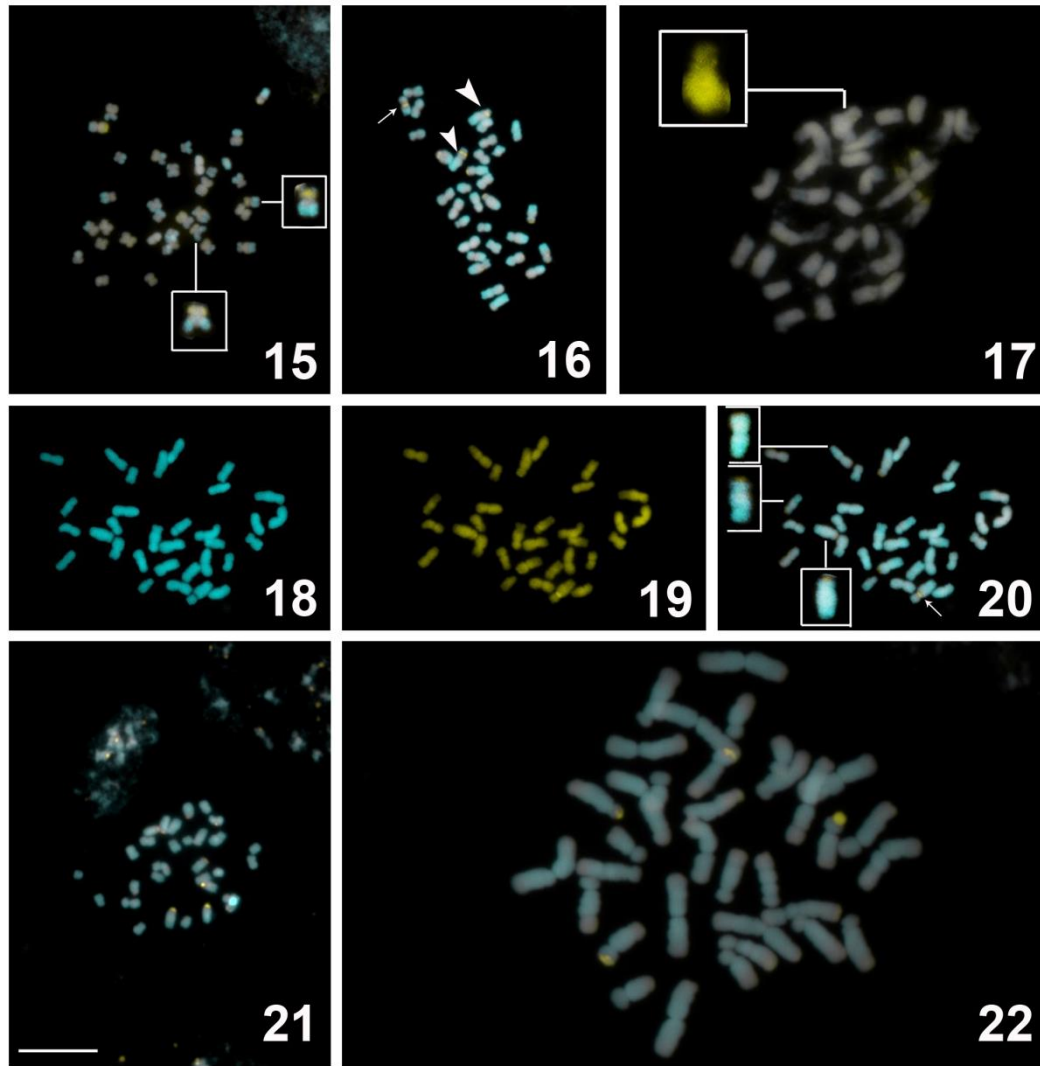
P = pericentromérica; I = intersticial; T = terminal; St = Subterminal; BL = Braço longo; BC = Braço curto. Fontes: F68 = Federov, 1968; F69 = Federov, 1969; M63 = Moore, 1963; M73 = Moore, 1973; M77 = Moore, 1977; GJ06 = Goldblatt e Johnson 2006; IPCN = Index to Plant Chromosome Number.



Figuras 1-5. Metáfases mitóticas de espécies de Araceae coradas convencionalmente com Giemsa. 1. *Anthurium petrophilum* ($2n = 30$); 2. *A. gracile* ($2n = 40$); 3. *Anthurium* sp. "Serra de Itabaiana" ($2n = 60$); 4. *Dracontium ulei* ($2n = 26$); 5. *Dracontiodes desciscens* ($2n = 26$)



Figuras 6-14. Metáfases mitóticas coradas com os fluorocromos CMA (amarelo) e DAPI (azul). Figuras 6-8 e 11-14 imagens sobrepostas. 6. *Anthurium pentaphyllum* ($2n = 60$); 7. *A. petrophilum* ($2n = 30$); 8. *Anthurium scandens* ($2n = 46$); 9-11. *A. petrophilum* corado com DAPI (9), CMA (10) e CMA/DAPI sobrepostos (11); 12. *Caladium bicolor* ($2n = 32$); 13. *Dracontiodides desciscens* ($2n = 26$); 14. *Monstera adansonii* ($2n = 60$). Cabeças de seta em 6, 11, 12 e 14 indicam pequenas bandas CMA⁺. Barra em 14 corresponde a 10 μ .



Figuras 15-22. Metáfases mitóticas coradas com os fluorocromos CMA (amarelo) e DAPI (azul). Figuras 15-17 e 21-22 imagens sobrepostas. 15. *Philodendron acutatum* LPFelix 13760 ($2n = 34$); 16. *P. acutatum* Brejo da Madre de Deus ($2n = 32$); 17. *P. acutatum* LPFelix, 13761 ($2n = \text{ca.}30$); 18-20. *P. ornatum* ($2n = 32$) corado com DAPI (18), CMA (19) e CMA/DAPI sobrepostos (20); 21. *Philodendron* sp. ($2n = 32$); 22. *Taccarum ulei* ($2n = 34$). Insetos nas figuras 15, 17 e 20, destacam pequenas bandas $\text{CMA}^+/\text{DAPI}^-$. Seta na Fig. 16 e 20 indicam banda $\text{CMA}^+/\text{DAPI}^-$ heterozigota. Barra em 21 corresponde a $10\ \mu$.