

**EMMANUELLY CALINA XAVIER RODRIGUES DOS SANTOS**

**MAPEAMENTO DOS SÍTIOS DE DNAr 5S E 45S E ORGANIZAÇÃO  
DA CROMATINA EM REPRESENTANTES DA FAMÍLIA  
AMARYLLIDACEAE JAUME ST.-HIL.**

**RECIFE-PE  
2015**

**EMMANUELLY CALINA XAVIER RODRIGUES DOS SANTOS**

**MAPEAMENTO DOS SÍTIOS DE DNAr 5S E 45S E ORGANIZAÇÃO  
DA CROMATINA EM REPRESENTANTES DA FAMÍLIA  
AMARYLLIDACEAE JAUME ST.-HIL.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Botânica.

Orientador:

Prof. Dr. Reginaldo de Carvalho  
Dept° de Genética/Biologia, Área de  
Genética/UFRPE

Co-orientador:

Prof. Dr. Leonardo Pessoa Felix  
Dept° de Fitotecnia, UFPB

RECIFE-PE

2015

MAPEAMENTO DOS SÍTIOS DE DNAr 5S E 45S E ORGANIZAÇÃO DA  
CROMATINA EM REPRESENTANTES DA FAMÍLIA  
AMARYLLIDACEAE JAUME ST.-HIL.

**Emmanuelly Calina Xavier Rodrigues dos Santos**

Tese defendida e \_\_\_\_\_ pela banca examinadora em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**Presidente da Banca/Orientador:**

---

**Dr. Reginaldo de Carvalho**  
(Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE)

**Comissão Examinadora:**

**Membros titulares:**

---

**Dr<sup>a</sup>. Ana Emília de Barros e Silva**  
(Universidade Federal da Paraíba – UFPB)

---

**Dr<sup>a</sup>. Andrea Pedrosa Harand**  
(Universidade Federal de Pernambuco – UFPE)

---

**Dr. Felipe Nollet Medeiros de Assis**  
(Universidade Federal da Paraíba – UFPB)

---

**Dr. Marcelo Guerra**  
(Universidade Federal de Pernambuco – UFPE)

**Suplentes:**

---

**Dr<sup>a</sup>. Lânia Isis Ferreira Alves**  
(Universidade Federal da Paraíba – UFPB)

---

**Dr<sup>a</sup>. Sônia Maria Pereira Barreto**  
(Universidade Federal de Pernambuco – UFRPE)

*A minha família, em especial ao meu pai José Geraldo  
Rodrigues dos Santos que sempre foi o meu maior  
incentivador e a quem responsabilizo o meu amor pela  
docência.  
Dedico.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela iluminação em todos os momentos!

Ao Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGB), por permitir o uso de suas dependências.

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de estudo.

A coordenadora do programa Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Carmen Silvia Zickel, pelo apoio nos momentos que precisei. Meus sinceros agradecimentos!

Ao professor Dr. Reginaldo de Carvalho, pela orientação, pelo apoio dispensado e as importantes contribuições durante o desenvolvimento do trabalho. Obrigada por tudo!

Ao meu coorientador professor Dr. Leonardo Pessoa Felix, por ter propiciado o meu primeiro contato com a Citogenética vegetal. Não posso deixar de relatar o profundo respeito, carinho e admiração por este ser humano tão incrível. Obrigada pela confiança, profissionalismo e por deixar claro que tenho “cadeira cativa” no citoareia. Os meus mais sinceros agradecimentos!

Aos membros da banca examinadora, Dr<sup>a</sup>. Ana Emilia de Barros e Silva, Dr<sup>a</sup>. Andrea Pedrosa Harand, Dr. Felipe Nollet Medeiros de Assis, Dr. Marcelo Guerra, Dr<sup>a</sup>. Lânia Isis Ferreira Alves e Dr<sup>a</sup>. Sônia Maria Pereira Barreto, pelas valiosas contribuições.

A minha grande amiga, Dr<sup>a</sup>. Lidiane Feitoza, por ter sido tão essencial na minha formação e por ser um exemplo de ser humano e de profissional. Obrigada, minha querida!

Ao meu pequeno grande amigo/irmão, Dr. Felipe Nollet por ser quem é. Pela ajuda profissional e pessoal durante o doutorado. Não tive a sorte de ter um irmão, mas não sabia eu que antes de nascer Deus já o tinha colocado no mundo para preencher esse espaço. Agradeço infinitamente a Citogenética por ter possibilitado esse encontro. Te amo!

A minha amiga/irmã/mãe Dr<sup>a</sup>. Lânia Isis, por ter me ensinado a fazer as primeiras lâminas. Como sou sortuda, não?! Agradeço imensamente por sua parceria e amizade sincera. Obrigada por nunca ter me decepcionado e por está comigo sempre, mesmo que a quilômetros de distância. Você está em meu coração. Amo você!

A Dr<sup>a</sup>. Ana Emília Barros e Silva por abrir as portas do seu laboratório, assim como o prof. Leonardo Felix, permitindo que eu fique a vontade para voltar para “casa” (Lab Areia-PB). Muito obrigada pelo apoio e conselhos.

Ao amigo Erton Medeiros de Almeida que em suas coletas nunca esquece de coletar as “cebolinhas da Manu”. Muito obrigada, querido!

Ao meu Amor, Austrique Liano, por ser tão compreensivo, parceiro e carinhoso. Não tenho palavras pra descrever o tamanho da minha gratidão nos momentos que mais precisei. Te amo!

Aos meus pais José Geraldo Rodrigues dos Santos e Célia Maria Xavier dos Santos, e as minhas irmãs Gabriele Xavier e Camila Xavier pelo suporte, orações e momentos felizes.

Em especial ao meu pai, meu maior exemplo. Por me levar ainda criança em seus experimentos de campo durante seu Doutorado. Obrigada por mostrar que a educação é libertadora. Obrigada por ser um exemplo de superação não só para mim, mas também para seus alunos. Quero e sempre quis ser como o meu pai, espero um dia conseguir chegar perto.

Aos meus tios, tias e primas professores que desde sempre despertaram em mim o amor pela leitura e que mesmo diante as dificuldades conseguem mudar vidas. Vocês me inspiram!

A minha avó, também professora, Antonia Xavier, o ser humano mais nobre e lúcido que conheço. Obrigada por ser a avó dos sonhos de qualquer um e por ter me ensinado tantas lições valiosas. Te amo!

Aos meus colegas de laboratório, tanto do citoareia como do citorural, pela troca de ideias, pelos bons momentos vivenciados e pelas valiosas lições.

A todos os amigos da graduação, mestrado, doutorado e da vida pelos maravilhosos momentos vivenciados: aulas, viagens, risadas, conversas e festas.

A todos os funcionários da UFRPE e UFPB, em especial a Kênia Muniz e a Luciana Ledra, pelo apoio nos momentos que precisei.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram de alguma forma, ou à sua forma, para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

## LISTA DE FIGURAS

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	Pág.
<b>Figura 1</b> Distribuição geográfica da família Amaryllidaceae. Subfamília Agapanthoideae ( <b>a</b> ); Subfamília Amaryllidoideae ( <b>b</b> ); Subfamília Allioideae: tribo Allieae ( <b>c</b> ), tribo Tulbaghieae ( <b>d</b> ), tribo Gilliesieae ( <b>e</b> ).	28
<b>Figura 2</b> Principais etapas da técnica de hibridização <i>in situ</i> fluorescente. A marcação da sonda ( <b>a</b> ) realizada independentemente da preparação da lâmina ( <b>b</b> ). Posteriormente, a sonda e o DNA cromossômico são desnaturados ( <b>c, d</b> ) e, quando colocados em contato, a sonda hibridiza <i>in situ</i> ( <b>e</b> ) com o DNA-alvo. A marcação da sonda pode ser detectada por anticorpos ligados a fluorocromos ( <b>f</b> ) e visualizada diferencialmente ao microscópio ( <b>g</b> ).	36
<b>Figura 3</b> Diagrama esquemático da estrutura das histonas. ( <b>a</b> ) Proteínas dos nucleossomos são designadas: H2A (histona 2A), H2B (histona 2B), H3 (histona 3) e H4 (histona 4). Cada histona está presente em duas cópias, de modo que o DNA (preto) envolve um octâmero de histonas. ( <b>b</b> ) As caudas amino-terminais de histonas do núcleo. Lisinas (K) nas caudas amino-terminais das histonas H2A, H2B, H3 e H4 são potenciais locais de acetilação/desacetilação para a histona acetiltransferases (HAT) e histonas deacetilases (HDAC). A, acetil; C, carboxila; E, ácido glutâmico; M, metil; N, amino-terminal; P, fosfato; S, serina; Ub, ubiquitina.	39
 <b>CAPÍTULO I: Localização cromossômica dos sítios de DNAr e heterocromatina, e suas implicações para a evolução cariotípica em representantes dos gêneros <i>Habranthus</i>, <i>Hippeastrum</i> e <i>Zephyranthes</i> (subtribo Hippeastrinae: Amaryllidaceae)</b>	
<b>Figura 1</b> Metáfases mitótica de espécies do gênero <i>Hippeastrum</i> ( $2n = 22$ ) coradas com CMA (amarelo), DAPI (azul) e hibridizadas com sondas de DNAr 5S (vermelho) e 45S (verde). ( <b>a-b</b> ) <i>Hippeastrum glaucescens</i> ; ( <b>c-d</b> ) <i>H. puniceum</i> ; ( <b>e-f</b> ); <i>H. striatum</i> ( <b>g-h</b> ) <i>H. stylosum</i> ; ( <b>i-j</b> ) <i>Hippeastrum</i> sp1. Insetos mostram maior ampliação em <b>a, c, e, g, i</b> das bandas CMA <sup>+</sup> /DAPI e em <b>b, d, f, h, j</b> dos sítios de DNAr 5S e 45S. Barra em <b>j</b> corresponde a 10µm.	190
<b>Figura 2</b> Cariogramas das espécies do gênero <i>Hippeastrum</i> coradas com DAPI (azul) e hibridizadas <i>in situ</i> com sondas de DNAr 5S (vermelho) e 45S (verde). ( <b>a</b> ) <i>Hippeastrum glaucescens</i> ; ( <b>b</b> ) <i>H. puniceum</i> ; ( <b>c</b> ); <i>H. striatum</i> ; ( <b>d</b> ) <i>H. stylosum</i> ; ( <b>e</b> ) <i>Hippeastrum</i> sp1. Todos os cariogramas foram organizados por ordem decrescente de tamanho. A barra em <b>e</b>	

corresponde a 10  $\mu\text{m}$ . A linha pontilhada indica a posição do centrômero. **191**

**Figura 3** Células metafásicas de espécies dos gêneros *Habranthus* e *Zephyranthes* coradas com CMA (amarelo), DAPI (azul) e hibridizadas com sondas de DNAr 5S (vermelho) e 45S (verde). **(a-b)** *Habranthus brachyandrus* ( $2n = 12$ ); **(c-d)** *H. sylvaticus* ( $2n = 12$ ); **(e-f)** *Zephyranthes flavissima* ( $2n = 14$ ); **(g-h)** *Z. mesochloa* ( $2n = 24$ ); **(i-j)** *Zephyranthes* aff. *stellaris* ( $2n = 20$ ). Insetos mostram maior ampliação em **a, c, e, g, i** das bandas CMA<sup>+</sup>/DAPI e em **b, d, f, h, j** dos sítios de DNAr 5S e 45S. Setas em **b** apontam bandas mais fortemente coradas com DAPI após a FISH (inseto). Cabeça de setas em **i** indicam bandas CMA<sup>+</sup>. Barra em **j** corresponde a 10 $\mu\text{m}$ . **192**

**Figura 4** Cariogramas das espécies do gênero *Habranthus* e *Zephyranthes* coradas com CMA (amarelo) e DAPI (azul) e hibridizadas *in situ* com sondas de DNAr 5S (vermelho) e 45S (verde). **(a)** *Habranthus brachyandrus*; **(b)** *H. sylvaticus* **(c)** *Zephyranthes flavissima*; **(d)** *Z. mesochloa*; **(e)** *Zephyranthes* aff. *stellaris*. Todos os cariogramas foram organizados por ordem decrescente de tamanho. A barra em **e** corresponde a 10  $\mu\text{m}$ . A linha pontilhada indica a posição do centrômero. **193**

## **CAPÍTULO II: Marcação de histonas H3 e H4 modificadas em diferentes domínios da cromatina de *Habranthus sylvaticus* (Amaryllidaceae): um caso incomum para espécie com genoma grande**

**Figura 1** Características citológicas de *Habranthus sylvaticus*. **(a)** Núcleo interfásico, **(b)** prófase e **(c)** prometáfase coradas com Giemsa **(d)** bandeamento C em metáfase **(e)** sobreposição das imagens coradas com CMA<sup>+</sup>/DAPI (amarelo/azul, respectivamente). **(f)** FISH com DNAr 5S (vermelho) e 45S (verde) **(g)** marcação com anti-H4K5ac (verde) e DAPI (vermelho). Setas em **(d)** indicam bandas C, **(e)** bandas CMA<sup>+</sup> e **(f)** sítios de DNAr 45S. Cabeças de setas em **(f)** apontam sítios de DNAr 5S. Insetos mostram maior ampliação das bandas CMA<sup>+</sup>/ DAPI **(e)**, dos sítios de DNA 5S (vermelho) e 45S (verde) **(f)** e dos cromossomos hiperacetilados nas regiões terminais e proximais **(g)**. Barra em **d, f, g** corresponde a 10  $\mu\text{m}$ . **210**



- Figura 2** Ciclo de mitótico de *Habranthus sylvaticus* marcadas com anti-H4K5ac (verde). (a) núcleo interfásico e (b) prófase. (c, d, e) prometáfase, metáfase e anáfase, respectivamente, mostrando RONS acetiladas (setas). (f) telófase. Inseto em (d) mostra a mesma célula corada sequencialmente com CMA/DAPI (amarelo/azul). Observe RONS desacetiladas em (a), (b) e (f). DAPI foi pseudocorado em vermelho. Barra em f” corresponde a 10 µm. **211**
- Figura 3** Imunodeteção das histonas H3K9me2 (a-c), H3K27me2 (d-f) e H3S10f (g-i) em núcleos interfásicos e cromossomos de *Habranthus sylvaticus*. Setas em (b, c, e, f) indicam pequenos blocos mais brilhantes nas regiões terminais enriquecidos pela H3K9me2 e H3K27me2, respectivamente. Inseto em (e, f) mostra núcleo interfásico marcado uniformemente pela H3K27me2, com pequenos pontos mais brilhantes. Insetos em (h, j) mostram maior ampliação da região pericentromérica marcada com H3S10f e a presença de grandes blocos fosforilados na prófase. DAPI pseudocorado em vermelho. Barra em f corresponde a 10 µm. **212**
- Figura 4** Idiograma exibindo as marcas H4K5ac (azul), H3K27me2 e H3K9me2 (verde claro), H3S10f (violeta), bandas CMA<sup>+</sup> (amarelo), DNAr 45S (verde), DNAr 5S (vermelho) e centrômero (cinza). OC, ordem cromossômica; TC, tamanho cromossômico; RB = braço longo/curto. **213**
- Figura 5** Histograma ilustrando a quantidade relativa de DNA 2C de *Habranthus sylvaticus* e *Tulbaghia simmleri* (padrão) obtido pela análise por citometria de fluxo de nucleos isolados corados com iodeto de propídio de folhas jovens. **213**

### CAPÍTULO III: Distribuição da eu- e heterocromatina em espécies de *Crinum* L. (Amaryllideae, Amaryllidaceae)

- Figura 1** Metáfases mitóticas e núcleos interfásicos de *Crinum americanum* (a-b), *C. asiaticum* (c-d) e *C. ornatum* (e-f) corados com Giemsa (primeira coluna), bandeamento C (segunda coluna), DAPI (terceira coluna), CMA (quarta coluna) e FISH com sondas de DNAr 5S (vermelho) e 45S (verde) (quinta coluna). Inseto em e5 mostra ampliação do cromossomo com sítios de DNAs 5S e 45S. Setas em preto indicam as RONS heterocromáticas. Setas em branco indicam os sítios de DNAr 5S. Barra em f5 representa 10µm. **234**

- Figura 2** Imunodeteccção das histonas H4K5ac (**a-c**), H3K27me2 (**d-f**) e H3S10f (**g-i**) em núcleos interfásicos e cromossomos de *Crinum ornatum*. DAPI foi pseudocorado em vermelho. Barra em **i** corresponde a 10µm. **235**
- Figura 3** Ciclo de mitótico de *C. ornatum* utilizando a anti-H4K5ac (verde). (**a**) núcleo interfásico e (**b**) prófase. (**c, d**) metáfase e anáfase, respectivamente, mostrando RONS acetiladas (setas). (**f**) telófase. Observe RONS desacetiladas em (**a**), (**b**) e (**e**). DAPI foi pseudocorado em vermelho. Barra em **e** corresponde a 10 µm. **236**

## ANEXOS

- Figura 1** Ilustração de alguns representantes de Amaryllidaceae. (**a**) *Crinum americanum*, Ilha Comprida, SP; (**b**) *C. asiaticum*, Ilha Comprida, SP; (**c**) *C. ornatum*, Rio Tinto, PB; (**d**) *Hippeastrum glaucescens*, Morro do Chapéu, BA; (**e**) *H. puniceum*, Igarassu, PE; (**f**) *H. striatum*, Palmeiras, BA; (**g**) *H. stylosum*, Rio Tinto, PB; (**h**) *Habranthus brachyandrus*, Caçapava do Sul, RS; (**i**) *H. sylvaticus*, Petrolina, PE; (**j**) *Zephyranthes flavissima*, Alegrete, RS; (**k**) *Z. mesochloa*, Bagé, RS; (**l**) *Z. aff. stellaris*, Morro do Chapéu, BA. **239**

## LISTA DE TABELAS

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	Pág.
<b>Tabela 1</b> Subfamílias e tribos <i>sensu</i> APG III (2009) pertencentes à família Amaryllidaceae.	26
<b>Tabela 2</b> Números cromossômicos para a família Amaryllidaceae, compilados da literatura.	43
<b>CAPÍTULO I: Localização cromossômica dos sítios de DNAr e heterocromatina, e suas implicações para a evolução cariotípica em representantes dos gêneros <i>Habranthus</i>, <i>Hippeastrum</i> e <i>Zephyranthes</i> (subtribo Hippeastrinae: Amaryllidaceae)</b>	
<b>Tabela 1.</b> Espécies estudadas da subtribo Hippeastrinae, seus respectivos locais de coleta, número cromossômico diploide ( <b>2n</b> ), número fundamental ( <b>NF</b> ), fórmula cariotípica ( <b>FC</b> ), variação no tamanho cromossômico, comprimento cromossômico total do complemento haploide ( <b>tl</b> ), média do comprimento cromossômico ( <b>C</b> ), razão entre o cromossomo maior e o menor cromossomo do complemento ( <b>R</b> ), razão média da relação entre os braços cromossômicos ( <b>r</b> ), índice de assimetria intracromossômica ( <b>A1</b> ) e índice de assimetria intercromossômica ( <b>A2</b> ).	188
<b>Tabela 2.</b> Relação das espécies estudadas, locais de coleta e dados cariotípicos relativos ao número e distribuição de bandas CMA/DAPI e sítios de DNAr. Abreviações: i = intersticial; p = proximal; st = subtelomérica; t = terminal.	189
<b>CAPÍTULO III: Distribuição da eu- e heterocromatina em espécies de <i>Crinum</i> L. (Amaryllideae, Amaryllidaceae)</b>	
<b>Tabela 1.</b> Espécies estudadas do gênero <i>Crinum</i> , seus respectivos locais de coleta, número cromossômico diploide ( <b>2n</b> ), número fundamental ( <b>NF</b> ), variação no tamanho cromossômico, comprimento cromossômico total do complemento haplóide ( <b>tl</b> ), média do comprimento cromossômico ( <b>C</b> ), razão entre o cromossomo maior e o menor cromossomo do complemento ( <b>R</b> ), razão média da relação entre os braços cromossômicos ( <b>r</b> ), índice de assimetria intracromossômica ( <b>A1</b> ) e índice de assimetria intercromossômica ( <b>A2</b> ).	232

<b>Tabela 2.</b>	Resumo das fórmulas do cariotípicas, número de bandas C, CMA <sup>+</sup> , DAPI <sup>+</sup> , distribuição dos sítios de DNAr 5S e 45S, modificações de histonas específicas da eu- e heterocromatina de espécies do gênero <i>Crinum</i> .	<b>233</b>
------------------	---	------------

Santos, Emmanuely Calina Xavier Rodrigues dos; Dr.; Universidade Federal Rural de Pernambuco; fevereiro, 2015; MAPEAMENTO DOS SÍTIOS DE DNAr 5S E 45S E ORGANIZAÇÃO DA CROMATINA EM REPRESENTANTES DA FAMÍLIA AMARYLLIDACEAE JAUME ST.-HIL. Leonardo Pessoa Felix, Reginaldo de Carvalho.

**RESUMO:** Amaryllidaceae compreende aproximadamente 1600 espécies distribuídas em 14 tribos e 51 gêneros, cuja evolução cariotípica caracteriza-se por duas tendências opostas: a estabilidade e a variação. Os gêneros *Crinum* e *Hippeastrum*, por exemplo, exibem pouca variação no número e na morfologia cromossômica, e baixa frequência de poliploidia. Por outro lado, *Zephyranthes* apresenta ampla incidência de cromossomos Bs, translocações Robertsonianas e eventos de poliploidia. Com o objetivo de inferir sobre os mecanismos evolutivos envolvidos na diversificação destes táxons, foram estudadas espécies dos gêneros *Crinum*, *Habranthus*, *Hippeastrum* e *Zephyranthes* por meio do bandeamento C e com os fluorocromos CMA e DAPI, e mapeamento físico dos sítios de DNAr 5S e 45S. Além disso, foi investigada a distribuição cromossomal de histonas modificadas (H4K5ac, H3K9me2, H3K27me2 e H3S10f) em *Crinum americanum*, *C. asiaticum*, *C. ornatum* e *Habranthus sylvaticus*, buscando ampliar o entendimento sobre a organização dos genomas destas espécies. Os números cromossômicos variaram de  $2n = 12$  em *Habranthus brachyandrus* e *Habranthus sylvaticus* a  $2n = 26$  em *Zephyranthes mesochloa*. Todas as bandas heterocromáticas CMA<sup>+</sup>/DAPI<sup>-</sup> foram observadas em associação com as RONS, exceto em *C. ornatum* que apresentou bandas C, CMA<sup>-</sup>/DAPI<sup>+</sup> e CMA<sup>0</sup>/DAPI<sup>0</sup>. O número de sítios de DNAr 45S variou de dois a quatro, sempre colocalizados com as bandas heterocromáticas CMA<sup>+</sup>, enquanto os sítios de DNAr 5S variaram de dois a seis. O anticorpo contra H4K5ac revelou marcação uniforme nos núcleos interfásicos e ao longo dos cromossomos profásicos. Contudo, alguns cromossomos prometáfásicos e metafásicos foram marcados fortemente nas regiões terminais e proximais. No ciclo mitótico, H4K5ac revelou em prometáfase-anáfase, um pequeno bloco hiperacetilado em um cromossomo, o qual foi associado à RON, que em telófase desaparece por completo. H3K9me2 e H3K27me2 marcaram fracamente ao longo dos cromossomos. No entanto, foi possível observar pequenos blocos mais brilhantes nas regiões terminais e/ou pericentroméricas. A marcação com anti-H3S10 ocorreu mais fortemente na região pericentromérica da prófase a metáfase. Alterações cromossômicas estruturais podem gerar variação detectável, e a análise das mesmas podem fornecer informações importantes sobre a evolução das espécies. A ocorrência de duas bandas CMA<sup>+</sup> terminais e duas bandas CMA<sup>+</sup> proximais em *H. brachyandrus* possivelmente resultou de uma inversão paracêntrica em um dos pares cromossômicos, modificando o padrão de bandas

CMA<sup>+</sup> terminais observado nos demais representantes do grupo. Além disso, o único par cromossômico com três pares de sítios de DNAr 5S nesta espécie é um forte indicativo de rearranjos cromossômicos, possivelmente resultado de translocações, duplicações ou ação de elementos transponíveis. A elevada variação observada nas características cariomorfológicas, no padrão de localização dos sítios de DNAr e na distribuição da heterocromatina são compatíveis com a hipótese de evolução reticulada em Hippeastrinae. A tribo Hippeastrinae é monofilética, cujas principais linhagens apresentam uma relação coerente entre dados moleculares e cromossômicos. Contudo, são necessárias análises mais detalhadas, envolvendo outras técnicas citogenéticas, a fim de que sejam identificados marcadores mais úteis para a diferenciação das espécies dos gêneros *Habranthus* e *Zephyranthes*. Diferente da maioria das espécies com genomas grandes, que apresentam padrão de distribuição uniforme de marcas de histonas na eu- e heterocromatina, as espécies de *Crinum* e *Habranthus sylvaticus* parecem manter um nível de organização genômica com compartimentos mais definidos em relação aos domínios de cromatina e organização de suas sequências.

**Palavras-chave:** Cromatina. CMA/DAPI. epigenética. FISH. fluorocromos. histona.

Santos, Emmanuely Calina Xavier Rodrigues dos; Dr.; Universidade Federal Rural de Pernambuco; fevereiro, 2015; MAPEAMENTO DOS SÍTIOS DE DNAr 5S E 45S E ORGANIZAÇÃO DA CROMATINA EM REPRESENTATES DA FAMÍLIA AMARYLLIDACEAE JAUME ST.-HIL. Leonardo Pessoa Felix, Reginaldo de Carvalho.

**ABSTRACT:** Amaryllidaceae comprises about 1600 species distributed in 14 tribes and 51 genera, in which karyotype evolution is characterized by two important trends: stability and variation. The genera *Crinum* and *Hippeastrum*, for example, exhibit little variation in both chromosome number and morphology and low frequency of polyploidy. On the other hand, *Zephyranthes* presents extensive incidence of B chromosomes, Robertsonian translocations and polyploid events. In order to infer the evolutionary mechanisms involved in diversification of these taxa, we studied species of the genera *Crinum*, *Habranthus*, *Hippeastrum* and *Zephyranthes* by using C-banding, CMA/DAPI fluorochrome banding and physical mapping of 5S and 45S rDNA sites. In addition, we investigated the chromosomal distribution of modified histones (H4K5ac, H3K9me2, H3K27me2 and H3S10f) in *Crinum americanum*, *C. asiaticum*, *C. ornatum* and *Habranthus sylvaticus* in order to increase knowledge of the genome organization in these species. Chromosome numbers ranged from  $2n = 12$  in *Habranthus brachyandrus* and *H. sylvaticus* to  $2n = 26$  in *Zephyranthes mesochloa*. All CMA<sup>+</sup>/DAPI<sup>-</sup> heterochromatin bands were observed in association with NORs, except *C. ornatum* that presented C, CMA<sup>-</sup>/DAPI<sup>+</sup> and CMA<sup>0</sup>/DAPI<sup>0</sup> bands. The number of 45S rDNA sites ranged from two to four, always colocalized with CMA<sup>+</sup> heterochromatin bands, while 5S rDNA sites ranged from two to six. The antibody against H4K5ac showed uniform labeling in interphase nuclei and along the prophase chromosomes. However, some prometaphase and metaphase chromosomes were strongly labeled on the terminal and proximal regions. In the mitotic cycle, H4K5ac revealed in prometaphase-anaphase a small hiperacetylated block on a chromosome, which was associated with NOR, that completely disappears in telophase. H3K9me2 e H3K27me2 marked poorly along the chromosomes. However, was possible to observe little brighter spots on terminal and/or pericentromeric regions. The labeling with anti-H3S10 strongly marked on pericentromeric regions in prophase and metaphase. Structural chromosomal changes can generate detectable variation, and the analysis of them can provide important insights about the evolution of species. The occurrence of two CMA<sup>+</sup> terminal bands and two CMA<sup>+</sup> proximal bands in *H. brachyandrus* probably is a result of a paracentric inversion in one chromosome pair, changing the pattern of CMA<sup>+</sup> terminal bands observed in other representatives of the group. Furthermore, the only chromosome pair with three pairs of 5S rDNA sites in this species is

strongly indicative of chromosomal rearrangements, possibly as a result of ancestral translocations, duplications or transposable elements activity. The high variation observed in karyomorphometric features, location patterns of rDNA sites and the heterochromatin distribution is compatible with the reticulated evolution hypothesis of Hippeastrinae. The tribe Hippeastrinae is monophyletic, in which the main lineages present a consistent relationship between molecular and chromosome data. However, analyses more detailed are necessary, involving additional cytogenetic techniques, in order to identify the most useful markers for species differentiation in the genera *Habranthus* and *Zephyranthes*. Unlike most species with large genomes, which present uniform distribution patterns of histone marks on the eu- and heterochromatin, the species of *Crinum* and *Habranthus sylvaticus* seem to maintain a level of genomic organization with more defined compartments in relation to chromatin domains and organization of their sequences.

**Keywords:** Chromatin. CMA/DAPI. epigenetic. FISH. fluorochromes. histone.



## SUMÁRIO

	Pág.
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>vi</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b>	<b>x</b>
<b>RESUMO</b>	<b>xii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xiv</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>19</b>
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>22</b>
<b>2.1 FAMÍLIA AMARYLLIDACEAE J. SAINT-HILAIRE</b>	<b>22</b>
2.1.1 Características morfológicas	22
2.1.2 Considerações taxonômicas e filogenéticas	23
2.1.3 Centro de origem e distribuição geográfica	26
2.1.4 Importância econômica	28
<b>2.2 CONTRIBUIÇÃO DA CITOGENÉTICA EM ESTUDOS CITOTAXONÔMICOS</b>	<b>30</b>
2.2.1 Citogenética clássica e coloração diferencial	30
2.2.2 Citotaxonomia vegetal	31
2.2.3 Heterocromatina: bandeamento C e fluorocromos	32
2.2.4 Hibridização <i>in situ</i> fluorescente (FISH)	34
2.2.5 Imunocoloração e as principais modificações pós-síntese de histonas	36
<b>2.3 CITOGENÉTICA DA FAMÍLIA AMARYLLIDACEAE</b>	<b>39</b>
<b>3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>111</b>
<b>4. CAPÍTULO I: Localização cromossômica dos sítios de DNAr e heterocromatina, e suas implicações para a evolução cariotípica em representantes dos gêneros <i>Habranthus</i>, <i>Hippeastrum</i> e <i>Zephyranthes</i> (subtribo Hippeastrinae: Amaryllidaceae)</b>	

	<b>Pág.</b>
4.1 Resumo	173
4.2 Introdução	174
4.3 Material e métodos	176
4.4 Resultados	178
4.5 Discussão	179
4.6 Financiamento	184
4.7 Agradecimentos	184
4.8 Referências bibliográficas	184
<b>5. CAPÍTULO II: Marcação de histonas H3 e H4 modificadas em diferentes domínios da cromatina de <i>Habranthus sylvaticus</i> (Amaryllidaceae): um caso incomum para espécie com genoma grande</b>	
5.1 Resumo	195
5.2 Introdução	196
5.3 Material e métodos	198
5.4 Resultados	201
5.5 Discussão	202
5.6 Financiamento	205
5.7 Agradecimentos	205
5.8 Referências bibliográficas	205
<b>6. CAPÍTULO III: Distribuição da eu- e heterocromatina de três espécies de <i>Crinum</i> L. (Amaryllideae, Amaryllidaceae)</b>	
6.1 Resumo	215
6.2 Introdução	216
6.3 Material e métodos	218
6.4 Resultados	221
6.5 Discussão	223

	<b>Pág.</b>
6.6 Financiamento	<b>226</b>
6.7 Agradecimentos	<b>226</b>
6.8 Referências bibliográficas	<b>226</b>
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>237</b>
<b>ANEXOS</b>	
Normas dos periódicos Biological Journal of the Linnean Society e Botanical Journal of the Linnean Society	<b>240</b>
Normas do periódico Plos One	<b>248</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A família Amaryllidaceae é constituída por aproximadamente 1600 espécies pertencentes a 20 tribos e 80 gêneros, com distribuição quase cosmopolita, sendo encontradas principalmente nas regiões tropicais e subtropicais (Souza e Lorenzi, 2012; Stevens, 2014). Os principais centros de diversidade das amarilidáceas são a América do Sul, a África do Sul e o Mediterrâneo, com gêneros tropicais frequentemente adaptados à ambientes com secas sazonais, ocorrendo algumas espécies em florestas úmidas (Arroyo e Cutler 1984; Willis, 1988; Ito *et al.*, 1999; Meerow, 2004; Monteiro e Oliveira, 2010). Para o Brasil foram catalogados cerca de 14 gêneros e 150 espécies, cuja ocorrência é bastante expressiva na maioria dos tipos vegetacionais (Dutilh, 2009). A família é representada por ervas bulbosas (raramente rizomatozas), perenes ou bienais, com ovários ínferos e inflorescência cimosa (Dahlgren *et al.*, 1985).

Muitos representantes da família Amaryllidaceae apresentam significativa importância econômica em todo o mundo, principalmente por apresentarem grande potencial ornamental (Dutilh, 2005), além de produzirem alcaloides importantes para indústria farmacêutica, como é o caso das espécies *Zephyranthes grandiflora* Lindl. (Katoch *et al.*, 2012), *Crinum asiaticum* L. (Surain e Aneja, 2014), *C. americanum* L., *C. latifolium* Linn., *C. macowanii* Baker, entre outras (Refaat *et al.*, 2012). No Brasil, o uso ornamental das amarilidáceas é amplamente difundido, destacando-se como espécies mais comumente cultivadas o agapanto (*Agapanthus africanus* (L.) Hoffmanns.), o lírio-beladona (*Amaryllis belladonna* L.), a clívia (*Clivia miniata* (Lindl.) Bosse), a açucena-do-brejo (*Crinum erubescens* Kunth), o lírio-do-Amazonas (*Eucharis grandiflora* Planch. e Linden), a açucena (*Hippeastrum* spp.), a coroa-imperial (*Scadoxus multiflorus* (Martyn) Raf. e o zefirantes (*Zephyranthes candida* (Lindl.) Herb.) (Souza e Lorenzi, 2012).

Com base em dados moleculares, foram circunscritas recentemente em Amaryllidaceae as famílias Alliaceae e Agapanthaceae (APG III, 2009), alcançando o critério de monofiletismos para a família. Atualmente, Amaryllidaceae está dividida em três subfamílias: Agapanthoideae, com apenas um gênero e sete espécies (Leighton, 1965; Zonneveld *et al.*, 2003), Allioideae, com aproximadamente três tribos, 11 gêneros e 600 espécies (Rahn, 1998; Dutilh, 2009), e Amaryllidoideae com cerca de 16 tribos, 70 gêneros e 800 espécies (Meerow, 2009; Stevens, 2014). As relações taxonômicas em Amaryllidaceae têm sido discutidas por vários autores, com base em caracteres morfológicos (Amaral, 2007, 2011), anatômicos (Alves-Araújo, 2012), embriológicos (Zhang *et al.*, 2010) e bioquímicos (Katoch *et al.*, 2012; Surain e Aneja, 2014), bem como por meio de dados moleculares

utilizados em análises cladísticas (Meerow *et al.*, 2000). Estas análises geralmente correspondem ao uso de marcadores moleculares de genes nucleares, como espaçador transcrito interno ou ITS (sigla do inglês, *Internal transcribed spacer*) do DNAr (DNA ribossomal) 45S e de cloroplasto (*matK*, *rbcL*, *trnL*, *trnL-F*, *ndhF*, *atpβ-rbcL*), utilizados para a reconstrução das relações filogenéticas entre espécies e gêneros estreitamente relacionados (Soltis *et al.*, 1998). Com base em sequências de ITS, Meerow *et al.* (2000) realizaram um amplo estudo filogenético envolvendo 76 espécies americanas de Amaryllidaceae, que elucidaram as relações dentro da tribo Hippeastreae, onde os gêneros *Rhodophiala* C. Presl, *Habranthus* Herb. e *Zephyranthes* Herb. foram considerados polifiléticos. Mais recentemente, análises de sequências cloroplastos (DNAcp) (3' *ycf1*, *ndhF*, *trnL*<sup>(UAA)</sup>-F<sup>(GAA)</sup>) e nuclear (ITS) revelaram, consistentemente, dois grandes clados na tribo Hipeastreae, os quais são formalmente reconhecidos como subtribos. A subtribo Traubiinae, formada por *Traubia* Moldenke, *Placea* Miers e *Phycella* Lindl., com  $x = 8$ , e ocorrência de um estigma capitato; a subtribo Hippeastrinae, incluindo *Eithea* Ravenna, *Habranthus*, *Hippeastrum*, *Rhodophiala*, *Sprekelia* Heist. e *Zephyranthes*, que é caracterizada por uma série de números cromossômicos básicos ( $x = 6-11$ ) e frequente poliploidia e aneuploidia (García *et al.*, 2014). Contudo, as relações taxonômicas na família ainda são incertas, sendo a delimitação de alguns gêneros bastante debatida.

Citologicamente, a família é bem estudada e possui registro de números cromossômicos para aproximadamente 60% do total de espécies. Apresenta uma grande amplitude de números cromossômicos, variando de  $2n = 5$  em *Agapanthus umbellatus* L'Her (subfamília Agapanthoideae) (Sharma e Mukhopadhyay, 1963) a  $2n = 138$  em *Eucharis caucana* Meerow (subfamília Amaryllidoideae) (Meerow, 1989). Alterações cromossômicas numéricas e estruturais têm sido amplamente identificadas no grupo e a evolução cariotípica da família é caracterizada por duas tendências opostas: a estabilidade e a variação cariotípica. Os gêneros *Crinum* L. (Jones e Smith, 1967; Raina, 1978), *Hippeastrum* Herb. (Naranjo e Andrada, 1975) e *Eucharis* Planch. e Linden (Meerow, 1987), por exemplo, exibem grande estabilidade cariotípica, com semelhança da morfologia cromossômica e baixa frequência de poliploidia, principalmente autopoliploides (Alam *et al.*, 2010). No entanto, os gêneros *Hymenocallis* Salisb. (Flory e Schmidhauser, 1957; Flory, 1976; Lakshmi, 1978), *Lycoris* Herb. (Inariyama, 1931, 1951; Bose e Flory, 1963; Kurita, 1986, 1987a, b, c, 1989), *Narcissus* L. (Fernandes, 1942, 1967, 1968) e *Zephyranthes* Herb. (Felix *et al.*, 2008; 2011a,b) apresentam variações tanto na morfologia quanto no número de cromossomos, além da ocorrência de aloploidia e translocações Robertsonianas. Contudo, a maioria dos estudos cariotípicos em Amaryllidaceae envolve apenas a análise dos números

cromossômicos, o que limita a diferenciação de alguns táxons cariomorfologicamente similares e o entendimento dos mecanismos evolutivos que levaram às variações cariotípicas em diversos grupos proximalmente relacionados. Técnicas citogenéticas e citomoleculares como o bandeamento C e com fluorocromos, a hibridização *in situ* (FISH) com sondas de DNA ribossomal e mais recentemente a imunocoloração com histonas modificadas, de maneira independente ou combinadas, permitem o entendimento da organização do genoma e dos mecanismos evolutivos responsáveis por variações cromossômicas em grupos distintos de plantas (Moraes *et al.*, 2007; Dhar *et al.*, 2009). No gênero *Citrus* L., por exemplo, foi possível através do bandeamento cromossômico com os fluorocromos CMA e DAPI, diferenciar espécies e os parentais de cada híbrido (Moraes *et al.*, 2007). Em *Nothoscordum gracile*, a combinação de dados moleculares e citogenéticos como, por exemplo, o uso dos fluorocromos CMA e DAPI e a FISH, auxiliaram a elucidar a origem da espécie e suas relações filogenéticas (Souza *et al.*, 2012).

Nessa perspectiva, o presente trabalho teve por objetivo ampliar os conhecimentos relacionados à evolução cariotípica e às relações taxonômicas em Amaryllidaceae, investigando citologicamente a distribuição dos padrões de bandas heterocromáticas por dupla coloração com os fluorocromos CMA e DAPI e a distribuição das sequências de DNAr 5S e 45S por FISH. Além disso, foram analisadas a distribuição e a organização da eu- e heterocromatina utilizando a imunodeteção de histonas modificadas.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 FAMÍLIA AMARYLLIDACEAE J. SAINT-HILAIRE

#### 2.1.1 Características morfológicas

A família Amaryllidaceae é constituída por ervas, geralmente com bulbos subterrâneos ou menos frequentemente cormos ou rizomas (como por exemplo, em *Clivia* Lindl., *Scadoxus* Raf. e *Agapanthus* L'Hér), perenes, terrestres (eventualmente aquáticas ou epifíticas), ocasionalmente aromáticas ou com látex e ricas em alcaloides específicos para a família (Meerow e Snijman, 1998; Souza e Lorenzi, 2012). O caule é basal, herbáceo, pequeno, com crescimento simpodial (Oliveira, 2006). As folhas são anuais ou persistentes, simples, sésseis ou pseudo-pecioladas, de bordo inteiro, lanceoladas a fortemente elípticas, alternas dísticas ou espiraladas, concentradas na base da planta, paralelinérvea, às vezes fistulosas (algumas espécies de *Allium* L.), geralmente decíduas na floração, margem inteira, glabras e raramente com tricomas (Meerow e Snijman, 1998).

A inflorescência é cimosa, frequentemente umbeliforme e disposta no ápice de um longo escapo cheio ou fistuloso, por vezes totalmente subterrâneo e parecendo obsoleto, sustentada por duas brácteas na região distal, livres ou unidas na base, bractéolas geralmente presentes, pequenas e filiformes (Strydom, 2005; Oliveira, 2006). Cada inflorescência pode trazer de uma à várias flores, sésseis ou pediceladas, eretas ou declinadas. As flores são bissexuadas, de simetria actinomorfa ou ligeiramente zigomorfa, diclamídeas e homoclamídeas, comumente constituída de coroa, cálice e corola unidos entre si (Meerow e Snijman, 1998). Cálice trímero, corola trímera, geralmente seis estames, declinados ou eretos, distribuídos em dois verticilos subiguais ou de tamanhos diferentes, livres ou menos frequentemente unidos entre si ou ao perianto formando um tubo estaminal. Os filetes estão inseridos na fauce e as anteras são dorsifixas, rimosas, introrsas, com deiscência longitudinal. O estilete é filiforme, oco, e apresenta estigma que pode ser capitado, trilobado ou trífido, nectários septais presentes, gineceu gamocarpelar, ovário súpero (Agapanthoideae Endl. e Allioideae Herb.) ou ínfero (Amaryllidoideae Burnett), sincárpico, trilocular (raramente unilocular), placentação axial, lóculos bi-pluriovulados (Oliveira, 2006; Souza e Lorenzi, 2012).

O fruto é geralmente do tipo cápsula deiscente, às vezes indeiscente ou muito raramente baya, como por exemplo, no gênero *Clivia*. As sementes variam de secas a carnudas, globosas a discoide, com endosperma cuja reserva é constituída por lipídios,

frequentemente com fitomelanina negra ou marrom nas células da testa, embora algumas espécies apresentem sementes de coloração verde ou avermelhada (Strydom, 2005).

### 2.1.2 Considerações taxonômicas e filogenéticas

A família Amaryllidaceae pertence à ordem Asparagales Link juntamente com Orchidaceae Jussieu e Iridaceae Jussieu (Chase *et al.*, 2000) e constitui um dos grupos com maior diversidade dentro das monocotiledôneas (Souza e Lorenzi, 2012; Stevens, 2014). Os limites taxonômicos em Amaryllidaceae têm variado muito ao longo das últimas décadas, ocasionando intensos debates entre taxonomistas sobre os gêneros que a integram.

A autoria da família é atribuída, nos dias atuais, a Saint-Hilaire (1805) que reuniu e organizou a família com base na ocorrência de inflorescências em umbela, duas brácteas espaciais da inflorescência, perianto tubular, 6-lobado e 6 estames (Greuter *et al.*, 2003). Posteriormente, Brown (1810) delimitou a família de forma a agrupar apenas os gêneros com ovário ínfero. Diante da falta de limites precisos e de sua considerável diversificação, Amaryllidaceae foi relacionada com a ordem Liliales por Cronquist (1981; 1988) que posicionou Amaryllidaceae, Alliaceae Borkhausen, Astromeriaceae Dumort., Herreriaceae Kunth e Liliaceae Jussieu em uma única família, Liliaceae. Dahlgren *et al.* (1985) por meio da integração de características morfológicas, químicas e citológicas, reconheceram Amaryllidaceae como membro da ordem Asparagales, desligando o grupo da família Liliaceae, classificando-o como um clado monofilético bem suportado, que foi corroborado por estudos filogenéticos mais recentes (Fay *et al.*, 2000; McPherson *et al.*, 2004; Chase *et al.*, 2009).

Em Amaryllidaceae as relações taxonômicas têm sido discutidas por vários autores, não apenas com base em caracteres morfológicos, anatômicos, embriológicos e bioquímicos, mas também por meio de dados moleculares utilizados em análises cladísticas, que geralmente correspondem ao uso de marcadores moleculares de genes nucleares, como espaçador transcrito interno ou ITS (sigla do inglês, *Internal transcribed spacer*), do DNAr (DNA ribossomal) 45S, e de cloroplasto (*matK*, *rbcL*, *trnL*, *trnL-F*, *ndhF*, *atpβ-rbcL*), utilizados para a reconstrução filogenética de espécies e gêneros estreitamente relacionados (Soltis *et al.*, 1998). Por exemplo, as análises filogenéticas com base em sequências ITS (Meerow *et al.*, 2000; Meerow, 2010) permitiram elucidar as relações dentro da tribo Hippeastreae e indicaram que os gêneros, *Rhodophiala* C. Presl, *Habranthus* Herb. e *Zephyranthes* Herb. não são monofiléticos. Análises filogenéticas para o gênero *Crinum* L., com ênfase nas espécies da África tropical, por meio da utilização de sequências *trnL-F* e ITS,



não corroboram o tratamento taxonômico baseado na morfologia da flor, mas foram verificadas correlações positivas entre aspectos geológicos e ecológicos e a filogenia do grupo (Kwembeya *et al.* 2007). Através de sequências de cloroplastos (DNAcP) (*3'ycf1*, *ndhF*, *trnL*<sup>(UAA)</sup>-*F*<sup>(GAA)</sup>) e nuclear (ITS), García *et al.* (2014) indicaram consistentemente dois grandes clados na tribo Hipeastreae, os quais foram formalizados como subtribos: 1) Traubiinae, formada por *Traubia* Moldenke, *Placea* Miers e *Phycella* Lindl., são poliploides raros, com  $x = 8$ , e ocorrência de um estigma capitato; 2) Hippeastrinae, incluindo *Eithea* Ravenna, *Habranthus*, *Hippeastrum*, *Rhodophiala*, *Sprekelia* Heist. e *Zephyranthes*, é caracterizada por uma série de números cromossômicos básicos ( $x = 6-11$ ) e frequente poliploidia e aneuploidia.

Com base em dados moleculares ou análises filogenéticas, foram circunscritas em Amaryllidaceae as famílias Alliaceae e Agapanthaceae (APG III, 2009). Mais recentemente, Chase *et al.* (2009) instituíram mudanças na classificação infra-familiar estabelecendo três subfamílias: Agapanthoideae, Allioideae e Amaryllidoideae (Tabela 1). (1) Agapanthoideae compreende apenas o gênero *Agapanthus*, com sete espécies que ocorre na África do Sul, mas se encontra amplamente difundida pelas regiões subtropicais e temperadas devido a seu uso como ornamental (Leighton, 1965; Zonneveld *et al.*, 2003). Em *Agapanthus* as espécies são herbáceas, perenes, rizomatosas, com folhas lineares arrosetadas, planas, lineares a oblongas e bastante carnudas, as inflorescências em umbela no extremo de um escapo áfilo mais longo que as folhas, as flores grandes e vistosas, bissexuadas, actinomorfas ou ligeiramente zigomorfas, hermafroditas e homoclamídeas e o fruto capsular com sementes aladas (Stevens, 2014). (2) Allioideae, com aproximadamente 11 gêneros e 600 espécies, é composta por plantas terrestres, perenes ou anuais, herbáceas, normalmente bulbosas, com caule subterrâneo do tipo bulbo tunicado, simples (cebola) ou composto (alho), sendo dividida em três tribos: Allieae Dumortier, com apenas um gênero (*Allium*) ocorre em regiões temperadas do Hemisfério Norte; Tulbaghieae Meisner compreende dois gêneros, *Tulbaghia* L. e *Prototulbaghia* Vosa, com distribuição natural limitada à África do Sul; Gilliesieae Baker, com oito gêneros, *Gilliesia* Lindl., *Leucocoryne* Lindl., *Miersia* Lindl., *Nothoscordum* Kunth, *Solaria* Phil., *Speea* Loes, *Trichlora* Baker e *Tristagma* Poepp. (= *Ipheion*), distribuídos desde o sul dos Estados Unidos e México até à Argentina e Chile (Rahn, 1998; Dutilh, 2009). (3) Amaryllidoideae que se distingue das demais por apresentar características químicas específicas, exoderme com células curtas e longas, velame com duas a quatro camadas, esclerênquima e feixes em anéis no escapo, brácteas espatais equitantes, presença de corona e ovário ínfero (Stevens, 2014).

Com cerca de 800 espécies e 70 gêneros, Amaryllidoideae possui 16 tribos: Amaryllideae Dumortier, com 11 gêneros (*Amaryllis* L., *Ammocharis* Herb., *Boophone* Herb., *Brunsvigia* Heist *Crinum*, *Crossyne* Salisb, *Hessea* Herb., *Namaquanula* D. e U. Müller-Doblies, *Nerine* Herb. e *Strumaria* Jacq. ex Willd.); Calostemmateae D. e U. Müller-Doblies, com dois gêneros (*Proiphys* Herb. e *Calostemma* R.Br.); Clinantheae Meerow, com três gêneros (*Clinanthus* Herb., *Pamianthe* Stapf. e *Paramongaia* Velarde); Cyrtantheae Traub consiste em um só gênero, *Cyrtanthus* Aiton; Eucharideae Hutchinson, com quatro gêneros (*Eucharis*, *Caliphruria* Herb., *Urceolina* Rchb. e *Plagiolirion* Baker); Eustephieae Hutchinson, com três gêneros (*Eustephia* Cav., *Hieronymiella* Pax e *Chlidanthus* Herb.); Gethyllideae L., com um único gênero, *Gethyllis* L.; Griffineae Ravenna, com dois gêneros (*Griffinia* Ker Gawl. e *Worsleya* (Traub) Traub); Haemantheae Hutchinson, com seis gêneros (*Apodolirion* Baker, *Clivia*, *Cryptostephanus* Welw. ex Baker, *Gethyllis* L., *Haemanthus* L., *Scadoxus*); Hippeastreae Sweet, com 10 gêneros (*Eithea*, *Habranthus*, *Hippeastrum*, *Phycella*, *Placea*, *Rhodophiala*, *Sprekelia*, *Traubia* e *Zephyranthes*); Hymenocallideae Small, com três gêneros (*Ismene* Salisb. ex Herb., *Hymenocallis* e *Leptochiton* Sealy); Galantheae Parlatores, com cinco gêneros (*Acis* Salisb., *Galanthus* L., *Hannonia* Braun-Blanq. e Maire, *Lapiedra* Lag e *Leucojum* L.); Lycoridae D. e U. Müller-Doblies, com dois gêneros (*Lycoris* e *Ungernia* Rchb.); Narcisseae Lamarck e de Candolle, com dois gêneros (*Narcissus* e *Sternbergia* Waldst. e Kit.); Pancratieae Dumortier, com dois gêneros (*Pancratium* L. e *Vagaria* Herb.); Stenomessae Traub, com cinco gêneros (*Eucrosia* Ker Gawl., *Mathieua* Klotzsch, *Phaedranassa* Herb., *Rauhia* Traub. e *Stenomesson* Herb.) e Tocantiniae Ravenna, com dois gêneros (*Tocantinia* Ravenna e *Cearanthes* Ravenna (Meerow e Snijman, 2001; Meerow, 2009; Stevens, 2014).

**Tabela 1.** Subfamílias e tribos *sensu* APG III (2009) pertencentes à família Amaryllidaceae.

Família suportada pelo APG II	Família suportada pelo APG III	Subfamília suportada pelo APG III	Tribos sugeridas por Meerow et al. (2000)
Agapanthaceae	Amaryllidaceae	Agapanthoideae*	-
Alliaceae	Amaryllidaceae	Allioideae	Allieae Tulbaghieae Gilliesieae
Amaryllidaceae	Amaryllidaceae	Amaryllidoideae	Amaryllideae Calostemmataeae Clinantheae Cyrtantheae Eucharideae Eustephieae Galantheae Gethylleideae Griffinneae Haemantheae Hippeastreae Hymenocallideae Lycoridae Narcisseae Pancratieae Stenomesseae Tocantinieae

\*Subfamília monotípica, não apresentando tribo.

### 2.1.3 Centro de Origem e Distribuição geográfica

A família tem distribuição quase cosmopolita, sendo encontradas principalmente nas regiões tropicais e subtropicais, embora, espécies dos gêneros *Narcissus* e *Galanthus* ocorram no norte da Grã Bretanha (Amaral, 2011; Souza e Lorenzi, 2012; Stevens, 2014). Em Amaryllidaceae os principais centros de diversidade são a América do Sul, a África do Sul e o Mediterrâneo, com gêneros tropicais frequentemente adaptados à ambientes com secas sazonais, ocorrendo algumas espécies em florestas úmidas (Arroyo e Cutler 1984; Willis, 1988; Ito *et al.*, 1999; Meerow, 2004; Monteiro e Oliveira, 2010). Apesar de Amaryllidaceae apresentar uma tendência de distribuição em regiões tropicais, a família se adaptou facilmente ao clima tropical de altitude no alto das cordilheiras dos Andes e ecossistemas temperados extratropicais na Europa e na Ásia (Meerow e Snijman, 1998). Um estudo filogenético com enfoque na origem e na história biogeográfica da família Amaryllidaceae a partir de dados moleculares, suportou a hipótese de que a família originou-se na África e propagou-se por outros continentes, sugerindo que o centro secundário de diversidade é a América do Sul (Ito *et al.*, 1999).

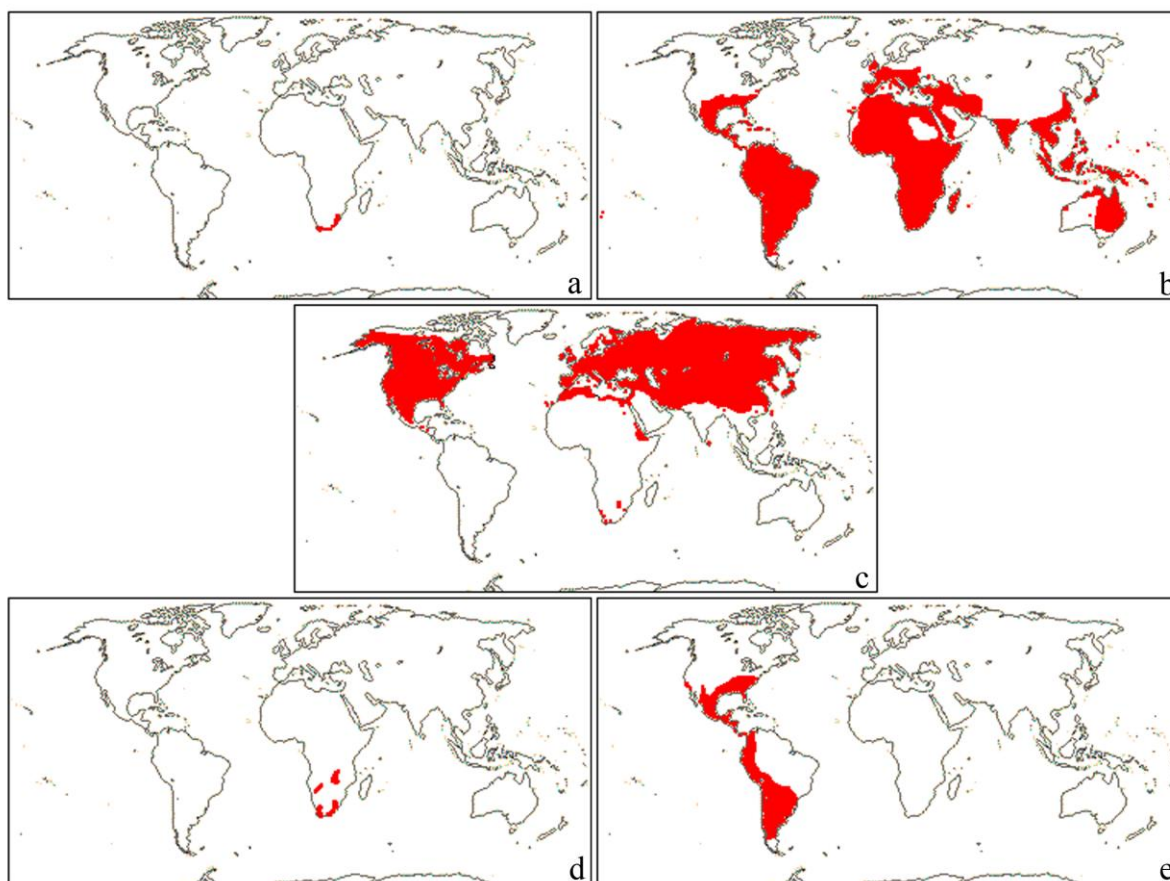
A distribuição da subfamília Agapanthoideae está limitada à África do Sul. No entanto, encontra-se difundida pelas regiões subtropicais e temperada, devido ao seu uso como ornamental (Leighton, 1965) (Fig. 1a). Representantes da subfamília Amaryllidoideae

também são encontrados na África do Sul, bem como na América do Sul e Mediterrâneo (Meerow e Snijman, 1998) (Fig. 1b). A subfamília Allioideae é a mais amplamente distribuída, ocorrendo no Hemisfério Norte, América do Sul e sul da África, em regiões temperadas, subtropicais e tropicais (Rahn, 1998; Stevens, 2014). A tribo Allieae encontra-se no norte temperado, frequentemente em ambiente sazonal seco, especialmente do Mediterrâneo a Ásia Central, do norte ao oeste da América e espalhados na África (Fig. 1c). Tulbaghieae é encontrada no sul da África (Fig. 1d) e Gilliesieae ocorre do sul dos Estados Unidos, México a América do Sul (Fig. 1e).

Na região neotropical ocorre cerca de 30 gêneros e 350 espécies de amarilidáceas, distribuídas desde o México até América Central e oeste dos Andes do Chile e Argentina, como relatado por Meerow (2004), que evidenciou a existência de áreas de grande diversidade por toda essa região, principalmente no Brasil, Chile e os Andes do Equador e Peru. Os gêneros neotropicais mais representativos são *Hippeastrum* (50-60 ssp.), *Hymenocallis* (ca. 50 ssp.), *Zephyranthes* (ca. 70 ssp.) e *Clinanthus* (ca. 30 ssp.) que são adaptados aos diferentes tipos de ambientes, desde os sazonalmente secos a aquáticos e de altitudes elevadas (Souza e Lorenzi, 2012).

No Brasil são reconhecidas cerca de 150 espécies da família Amaryllidaceae, agrupadas em 14 gêneros (Dutilh, 2010; Souza e Lorenzi, 2012). *Cearanthes* Ravenna (1 sp.), *Crinum* (3 ssp.), *Eithea* (1 sp.), *Eucharis* (3 ssp.), *Griffinia* Ker-Gawler (ca. 20 ssp.), *Habranthus* (ca. 20 ssp.), *Hippeastrum* (ca. 30 ssp.), *Hymenocallis* (4 ssp.), *Nothoscordum* (ca. 33 ssp.), *Rhodophiala* (1 sp.), *Tocantinia* Ravenna (1 sp.), *Tristagma* (4 ssp.), *Worsleya* (Traub) Traub. (1 sp.) e *Zephyranthes* (ca. 20 ssp.) são gêneros nativos do Brasil (Dutilh, 2009). *Cearanthes*, *Griffinia*, *Tocantinia* e *Worsleya* são gêneros exclusivamente brasileiros (Meerow e Snijman, 1998).

**Figura 1.** Distribuição geográfica da família Amaryllidaceae. Subfamília Agapanthoideae (a); Subfamília Amaryllidoideae (b); Subfamília Allioideae: tribo Allieae (c), tribo Tulbaghieae (d), tribo Gilliesieae (e).



Fonte: Adaptado de Stevens (2014).

#### 2.1.4 Importância econômica

A família Amaryllidaceae sempre chamou atenção, não só pela exuberância de suas flores amplamente comercializadas no mundo inteiro, mas também pelo emprego farmacológico de alguns de seus representantes. Suas espécies e híbridos apresentam elevado potencial ornamental, assumindo um papel de destaque por produzirem flores geralmente grandes, coloridas e vistosas. Espécies do gênero *Galanthus*, *Leucojum* e *Narcissus* são as plantas bulbosas mais tradicionalmente utilizadas como ornamentais nas regiões temperadas, a exemplo de *Narcissus cyclamineus* DC. (narciso) (Kamenetsky e Okubo, 2012).

No Brasil, vários representantes de Amaryllidaceae são utilizados como ornamental, destacando-se como espécies mais comumente cultivadas o agapanto (*Agapanthus africanus* (L.) Hoffmanns.), o lírio-beladona (*Amaryllis belladonna* L.), a clívia (*Clivia miniata* (Lindl.) Bosse), a açucena-do-brejo (*Crinum erubescens* Kunth), o lírio-do-Amazonas (*Eucharis grandiflora* Planch. e Linden), a açucena (*Hippeastrum* spp.), a coroa-imperial (*Scadoxus*

*multiflorus* (Martyn) Raf. e o zefirantes (*Zephyranthes cândida* (Lindl.) Herb.) (Souza e Lorenzi, 2012).

A hibridação para a obtenção de novas variedades de plantas ornamentais é uma prática muito utilizada no mundo inteiro. Os narcisos (*Narcissus* spp.) são muito populares no Hemisfério Norte, particularmente na Europa, com inúmeros híbridos já produzidos (Souza e Lorenzi, 2012). Diversas espécies de *Hippeastrum*, por exemplo, têm sido extensivamente hibridadas para comercialização em vários países, como é o caso da cultivar mais conhecida comercialmente, o híbrido “*Hippeastrum x hybridum*”, cuja produção visa à exportação para países como a Holanda, México, Chile e Argentina (Amaral, 2011). Outros híbridos como *Crinum x powellii* Hort. ex Backer, *Eucharis x grandiflora* Planch. e Linden e *Galanthus x valentinei* subsp. *subpplicatus* são muito utilizados no Brasil por profissionais da área de jardinagem e paisagismo contemporâneo (Lorenzi e Souza, 2001).

Em Amaryllidaceae, muitas espécies são fortemente empregadas para uso medicinal. No gênero *Crinum*, por exemplo, os bulbos e folhas são usados como expectorantes, laxantes, tônicos (Tram *et al.*, 2002), para tratar ferimentos, abscessos, dores de ouvido, infecções de rim e bexiga, redução de inchaços em articulações e em preparações anticonvulsivantes (Fennell e Staden, 2001; Silva, 2008). Em algumas espécies do gênero *Narcissus*, como *Narcissus poeticus*, é extraído um óleo essencial usado para tratamento de câncer (Pettit *et al.*, 1986). Os bulbos de *Nerine filifolia* Baker são usados por tribos africanas em infusões para tratar tosses e resfriados, doenças renais e hepáticas, para alívio de dores nas costas e como remédio para infertilidade (Nair *et al.*, 2005). Outras espécies de *Allium* têm potencial anti-inflamatório, vermífugo, antisséptico, diurético, hipotensor e antitérmico, e produzem alicina e garlicina, que lhe conferem propriedades antibacterianas (Harris *et al.*, 2001; Benkeblia, 2003). Outros grupos de Amaryllidaceae são amplamente utilizados na alimentação, particularmente as espécies *Allium cepa* L., *A. sativum* L., *A. fistulosum* L., *A. schoenoprasum* L. e *A. ampeloprasum* L. (Souza e Lorenzi, 2012).

Na família Amaryllidaceae já foram isolados cerca de 500 tipos de alcaloides (Jim, 2007) em mais de 36 gêneros e 150 espécies (Amaral, 2007). É considerada uma das 20 famílias mais importantes entre as que apresentam alcaloides em sua composição (Unver, 2007). Alcaloides são substâncias naturais básicas, derivadas de aminoácidos, com um ou mais átomos de nitrogênio heterocíclico e exibem a mais importante fonte de fitofármacos por possuírem forte atividade biológica (Silva, 2008). Entre os vários alcaloides de Amaryllidaceae que apresentam atividade biológica, podemos destacar a licorina, que apresenta atividade antiviral, antiparasitária, antitumoral (Batista *et al.*, 1996; Rossi e Coelho, 2000; Unver, 2007), inibição da biossíntese do ácido ascórbico e do crescimento e divisão

celular em plantas superiores e algas (Evidente, 1983). A pancratistatina, isolada de *Hymenocallis littoralis* (Jacq.) Salisb. (= *Pancreatum littorale* Jacq.), apresenta atividade antineoplásica (Jin, 2007). A acetilcaranina e ambelina, provenientes da espécie *Amaryllis beladonna*, exibiram atividade *in vitro* contra leucemia linfócita murina P-388 (Pettit *et al.*, 1984).

## 2.2 CONTRIBUIÇÃO DA CITOGENÉTICA EM ESTUDOS CITOTAXONÔMICOS

### 2.2.1 Citogenética clássica e coloração diferencial

A análise cromossômica utilizando corantes acidófilos, como Giemsa, orceína acética, reativo de Schiff e hematoxilina/eosina, permite a visualização nítida dos cromossomos, revelando dados sobre o número e morfologia cromossômica, tais como, posição do centrômero e localização da constrição secundária, além da estrutura do núcleo interfásico e do padrão de condensação profásica (Guerra, 1987; Soares-Scott, 1998). Dentre os corantes empregados na coloração convencional, o Giemsa é o mais utilizado, possibilitando a visualização de segmentos da cromatina de densidade muito baixa, resultando numa maior caracterização de regiões descondensadas de cromossomos profásicos e prometafásicos (Guerra e Nogueira, 1990). Um exemplo da contribuição da análise citogenética convencional na citotaxonomia foi realizado por Alves *et al.* (2011), que analisaram citogeneticamente 15 espécies da subfamília Iridoideae Eaton (Iridaceae). A partir da coloração com Giemsa, foi sugerida a delimitação de dois grupos cariológicos: as tribos Irideae e Trimezieae, com cariótipos mais simétricos e a tribo Tigrideae, com cariótipos fortemente assimétricos. Este exemplo corrobora o fato de que as características básicas do cariótipo podem ser uma boa indicação de similaridade/diferença genética, muito útil em estudos sistemáticos.

A coloração convencional tem contribuído substancialmente na obtenção de dados cromossômicos numéricos e morfológicos de vários grupos de plantas (Guerra e Souza, 2002). No entanto, estas características podem ser compartilhadas entre vários táxons, sendo então fundamental o emprego de técnicas citogenéticas mais refinadas. Entre estas, estão o bandeamento cromossômico com corantes fluorescentes (cromomicina A<sub>3</sub> (CMA) e 4',6-diamidino-2-fenilindol (DAPI)), a hibridização *in situ* fluorescente ou FISH (sigla do inglês *Fluorescent in situ Hybridization*) e mais recentemente a imunocoloração de histonas modificadas. Todas essas técnicas têm sido amplamente utilizadas para a análise cariotípica de maneira independente ou combinadas, permitindo o entendimento da organização do genoma e dos mecanismos evolutivos responsáveis por variações cromossômicas em grupos

distintos de plantas (Moraes *et al.*, 2007), como em *Costus spiralis*, *Eleutherine bulbosa* (Feitoza e Guerra, 2011), *Plantago ovata* (Dhar *et al.*, 2009), *Phaseolus vulgaris* L. (Fonsêca *et al.*, 2014) e espécies de *Citrus* (Marques *et al.*, 2011).

### 2.2.2 Citotaxonomia vegetal

A citotaxonomia vegetal baseia-se na utilização de dados citogenéticos como instrumentos para a compreensão das relações de parentesco e dos mecanismos genéticos de evolução, sobre inúmeros grupos em diferentes níveis hierárquicos (Guerra, 2000; Stace 2000). Nos últimos anos, a citogenética cresceu consideravelmente e vem atuando em diversos campos da biologia, como o melhoramento genético (Soares-Scott *et al.*, 2005; Liu *et al.*, 2011), a caracterização de germoplasma (Cheng *et al.*, 1998; Bauchan *et al.*, 2002), a medicina clínica (Lee *et al.*, 2007; Mrózek *et al.*, 2007) e sobretudo na taxonomia e evolução vegetal (Guerra e Nogueira, 1990; Melo *et al.*, 2001; Alves *et al.*, 2011; Santos *et al.*, 2012). De acordo com Guerra (1988), a citogenética se refere a todo e qualquer estudo do cromossomo (isolado ou em conjunto), desde sua morfologia, organização, função e replicação até a sua variação e evolução, no estágio condensado ou descondensado. Estudos citogenéticos têm promovido uma série de informações para um melhor entendimento das relações de parentescos entre os táxons, utilizando como variáveis, por exemplo, as variações numéricas, morfológicas, comportamento meiótico, padrão de bandas e o conteúdo de DNA (Guerra, 1988). Dados cariomorfológicos, como o número e a posição das RONS (regiões organizadoras de nucléolos), quantificações e padrões de distribuição de diferentes famílias de DNA satélite, o tipo de cinetócoro e aspectos do núcleo interfásico, também podem ser utilizados para associar ou separar espécies (Guerra, 1988; Stace, 2000).

Os principais parâmetros da citogenética clássica são número, morfologia e tamanho cromossômico. O número cromossômico é o elemento cariotípico mais comumente usado em análises citotaxonômicas, sendo uma ferramenta útil na sistemática e evolução das plantas, que possibilita complementar informações obtidas por métodos morfológicos e moleculares, detectando poliploidias e outras alterações de grande relevância no genoma (Guerra, 2008). A importância da citotaxonomia clássica pode ser demonstrada, por exemplo, na família Asparagaceae, cujo monofiletismo foi fortemente suportado pela uniformidade notável do número cromossômico e a pela simetria cariotípica de espécies do gênero *Agave*, anteriormente posicionado na família Amaryllidaceae, e *Yucca* incluído na família Liliaceae (Guerra, 2008).



Com a determinação e comparação do número cromossômico entre diferentes espécies de um determinado táxon, é possível reconhecer o número cromossômico ancestral do grupo (número básico  $x$ ), as possíveis linhagens evolutivamente relacionadas e a correlação entre as diferentes linhagens com os grupos taxonômicos estabelecidos (Melo *et al.*, 1997; Melo e Guerra, 2003; Andrade, 2007). No entanto, em alguns casos os números cromossômicos podem ser homoplásicos, impossibilitando uma análise sistemática precisa. Outro ponto limitante para a determinação dos números cromossômicos é a presença de cromossomos supranumerários, uma vez que apresentam ocorrência numérica variável, e podem dificultar o estabelecimento seguro do número cromossômico de um táxon. Contudo, ao longo dos anos foram desenvolvidas técnicas citogenéticas e moleculares que permitem uma análise citotaxonômica mais detalhada, e conseqüentemente, um melhor entendimento das relações filogenéticas entre táxons. Os principais parâmetros utilizados atualmente na citogenética moderna são a análise de conteúdo de DNA, bandeamento cromossômico, hibridização *in situ* e análise comparativa de uma determinada fração do DNA (por exemplo, DNA satélite).

### **2.2.3 Heterocromatina: bandeamento C e fluorocromos**

A cromatina é um complexo de DNA e proteínas que se encontra dentro do núcleo celular, sendo classificada em dois tipos: a heterocromatina e a eucromatina. Heitz (1928) observou que a heterocromatina se mantém condensada em todo o ciclo celular, enquanto a eucromatina apresenta um ciclo de condensação-descondensação (Grewal e Jia, 2007). A eucromatina corresponde à região menos condensada em intérfase, conseqüentemente mais acessível à maquinaria da transcrição, sendo composta principalmente por regiões de alta densidade gênica (Djupedal e Ekwall, 2008). A heterocromatina é altamente condensada e compactada, apresentando características importantes, como a quase ausência de atividade gênica, replicação tardia na fase S do ciclo celular, baixa frequência de recombinação meiótica e presença de DNA repetitivo (Grewal e Moazed, 2003; Sumner, 2003; Djupedal e Ekwall, 2008; Dimitri *et al.*, 2009). Está dividida em heterocromatina facultativa (HF) e constitutiva (HC), sendo a última um elemento cromossômico amplamente estudado pelos citogeneticistas (Sumner, 2003). A HF ocorre em apenas um dos cromossomos homólogos, e fica ativa em apenas um curto período de tempo do ciclo de vida do indivíduo, mantendo-se epigeneticamente reprimida. A HC ocorre em ambos os cromossomos homólogos, permanecendo condensada por todo ciclo celular, formando blocos em torno do centrômero (regiões pericentroméricas), nos telômeros (regiões terminais) e em regiões intersticiais dos cromossomos, sendo as sequências de DNA repetitivo (satélites) o seu principal componente

(Lohe *et al.*, 1993; Pedrosa *et al.*, 2001; Partridge *et al.*, 2002; Dimitri *et al.*, 2004). O estado heterocromático da HC é uma característica cromossômica herdável, o que explica o seu envolvimento em inúmeros estudos evolutivos, uma vez que a distribuição de bandas heterocromáticas do cariótipo facilita a diferenciação cariotípica das espécies.

Em plantas, as técnicas mais utilizadas para localizar HC são o bandeamento C com Giemsa e a coloração base-específica com fluorocromos, cromomicina A<sub>3</sub> (CMA<sub>3</sub>) e o 4,6-diamidino-2-fenilindol (DAPI) (Friebe *et al.*, 1996). No bandeamento C, os cromossomos são tratados com ácido acético, hidróxido de bário e uma solução salina a 60°C para promover a eliminação parcial das proteínas e de DNA, particularmente na região eucromática, formando bandas de DNA altamente repetitivo coradas preferencialmente por Giemsa (Holmquist, 1979; Schwarzacher *et al.*, 1980; Guerra, 1988). Por meio do bandeamento C é possível diferenciar a heterocromatina constitutiva na forma de bandas distintas, permitindo comparações entre espécies ou táxons relacionados. Estudos realizados em *Capsicum* L. (Solanaceae) (Moscone *et al.*, 1993) e *Scilla* L. (Hyacinthaceae) (Greilhuber, 1995), por meio da aplicação do bandeamento C, contribuíram para a delimitação taxonômica e entendimento dos mecanismos de evolução cariotípica.

O bandeamento cromossômico com corantes fluorescentes constitui a coloração cromossômica diferencial mais frequentemente utilizada, cujos fluorocromos CMA e o DAPI se ligam preferencialmente em regiões do DNA, principalmente heterocromatina, com riqueza de guanina e citosina (GC) e adenina e timina (AT), respectivamente (Sumner, 2003). Além disso, a partir da coloração com os fluorocromos CMA e DAPI, é possível identificar os diferentes tipos de bandas heterocromáticas ricas em GC (DAPI/CMA<sup>+</sup>), ricas em AT (DAPI<sup>+</sup>/CMA<sup>-</sup>) ou AT/GC neutras (DAPI<sup>0</sup>/CMA<sup>0</sup>) (Barros e Silva e Guerra, 2010). Outros tipos de bandas HC menos comuns, tais como DAPI<sup>+</sup>/CMA<sup>+</sup>, DAPI<sup>0</sup>/CMA<sup>+</sup> e DAPI<sup>0</sup>/CMA<sup>-</sup>, também já foram relatadas (Vanzela e Guerra, 2000; Brito *et al.*, 2003; Costa e Forni-Martins, 2004). No entanto, a composição destas bandas ainda não está completamente entendida. A análise do padrão de bandas com o CMA também evidencia as RONS ricas em GC, nas quais estão inseridos genes de RNAr (Schweizer, 1976; Greilhuber, 1984). São utilizados também outros fluorocromos no bandeamento cromossômico diferencial, como o Hoechst 33258 e a Quinacrina, com afinidade por bases AT, e mitramicina, com afinidade a regiões ricas em GC (Schweizer e Ambros, 1994; Sumner, 2003).

A dupla coloração CMA/DAPI tem permitido comparar cariótipos e esclarecer relações evolutivas em vários gêneros vegetais. Em *Psychmorchis pussila* L. (Orchidaceae), dados citogenéticos obtidos através do bandeamento C e coloração com fluorocromos CMA e DAPI sugerem a ocorrência de disploidia decrescente através de translocação Robertsoniana,

uma vez que essa espécie, que possui o menor número cromossômico ( $2n = 12$ ) dentre as orquídeas, difere do número básico proposto para a família ( $x = 7$ ) (Felix e Guerra 1999). Em *Passiflora* L. os dados de bandamento com os fluorocromos CMA e DAPI permitiram dividir o gênero em quatro grupos de acordo com o número básico ( $x = 6, 9, 10$  e  $12$ ). Os autores sugerem que o número básico  $x_2 = 9$  seria derivado de  $x_1 = 6$  por poliploidia (de  $x = 6$  a  $x = 12$ ) seguida de disploidia reducional ( $x_2 = 12$  a  $x_2 = 9$ ) e não diretamente por poliploidia ascendente de  $x_1 = 6$  a  $x_2 = 9$ , considerando, desta forma, as espécies com  $2n = 18$  diploides (Melo *et al.*, 2001). No gênero *Citrus* L. foi possível, através do bandamento cromossômico, diferenciar híbridos de espécies puras, incluindo gêneros relacionados (ver Guerra *et al.*, 2000; Yamamoto *et al.*, 2007), e entender a origem de vários cultivares (Cornélio *et al.*, 2003; Moraes *et al.*, 2007). A utilização dos fluorocromos CMA/DAPI associados a FISH (DNAr 45S) em representantes da família Alismataceae Vent. (*Echinodorus* Rich.) e Limnocharitaceae Takht. ex Cronquist (*Hydrocleys* Rich. e *Limnocharis* Humb. & Bonpl.) permitiu inferir sobre a ocorrência de rearranjos cromossômicos estruturais, como a translocação, agindo na evolução destas famílias (Feitoza *et al.*, 2010). Com o objetivo de investigar a origem do híbrido umbu-cajá, Almeida *et al.* (2007) analisaram várias espécies relacionadas do gênero *Spondias* L. utilizando os fluorocromos CMA e DAPI, além de outras técnicas, como FISH e GISH, e esclareceram que o umbu-cajá não é resultado da hibridação de *S. tuberosa* Arruda Câmara com *S. mombin* L. como se acreditava.

#### 2.2.4 Hibridização *in situ* fluorescente (FISH)

A hibridização *in situ* (HIS) permite a análise do número e localização física de determinadas sequências gênicas, sejam elas cópias únicas ou altamente repetitivas (Heslop-Harrison *et al.*, 1991; Sumner, 2003). A técnica consiste no pareamento de determinado segmento de DNA ou RNA com uma sequência de nucleotídeos complementar situada dentro da célula (Guerra, 2004). A HIS baseia-se no fato que a estrutura da molécula de DNA é flexível e pode ser facilmente separada em fitas simples com o aumento da temperatura, e pode ser renaturada posteriormente voltando a sua estrutura de dupla fita original (Guerra, 2004) (Fig. 2). Foi descrita pela primeira vez por Gall e Pardue (1969) e John *et al.* (1969), e se baseava na utilização de sondas marcadas com isótopos radioativos que, atualmente, foram substituídos por marcadores fluorescentes ou epítodos detectáveis com anticorpos fluorescentes. Essa detecção, quando realizada com moléculas fluorescentes, denomina-se hibridização *in situ* fluorescente ou FISH (Guerra, 2004).

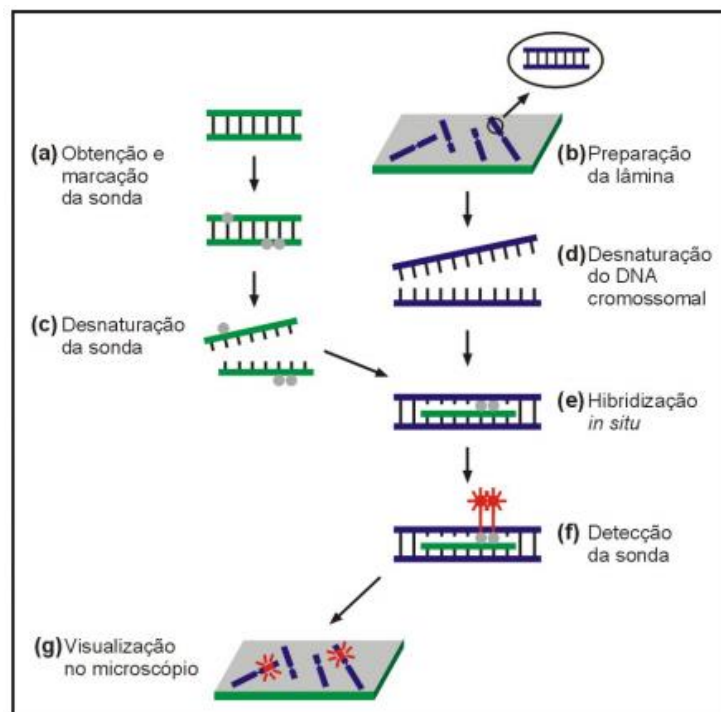
A FISH é uma das técnicas mais importantes em citogenética molecular e fundamenta-se na utilização de uma sequência de DNA como sonda, para localizar um segmento de DNA alvo. As sondas podem ser de uma sequência gênica ou repetitiva, possibilitando a marcação de um ou vários cromossomos do complemento. A FISH auxilia no reconhecimento dos homólogos, na identificação de genomas parentais e na investigação das relações filogenética entre grupos de plantas (revisado por Abbasi *et al.*, 2010).

Dos vários tipos de sondas que podem ser utilizadas como marcadores na FISH, encontram-se, por exemplo, sequências repetitivas organizadas em *tandem*, como DNAs satélites (DNAsat) e ribossomais (DNAr); sequências repetitivas dispersas no genoma (transposons); sequências em cópia única ou poucas cópias; sondas genômicas e cromossômicas (Guerra, 2004). As principais sequências de DNA repetitivo utilizadas na citogenética vegetal são as do gene que codifica o RNA ribossomal 5S e a sequência que codifica o precursor 45S dos RNAs ribossomais 28S, 18S e 5,8S, geralmente referidos como DNAr 5S e 45S, respectivamente (Sumner 1972; Heslop-Harrison *et al.*, 1991). Os DNAr são altamente conservados evolutivamente, e suas sequências são repetidas dezenas ou centenas de vezes (em *tandem*), em um ou mais blocos, facilitando sua detecção. Os DNAr 5S e 45S são encontrados universalmente em vegetais, com múltiplas cópias das sequências codificadoras intercaladas por espaçadores intergênicos, sendo localizados como poucos sítios cromossômicos (Osuji *et al.*, 1998), no entanto existem algumas exceções como em *Paphiopedilum* Pfitzer (Lan e Albert, 2011). Os sítios de DNAr 5S ocupam uma posição intersticial, como por exemplo em *Aloe ciliaris* Haw. (Adams *et al.*, 2000) e em *Hypochaeris sessiliflora* Kunth (Weiss-Schneeweiss *et al.*, 2008), sendo menos frequentemente distribuídos em regiões terminais, como observado em algumas espécies da família Orchidaceae (Cabral *et al.*, 2006). Por outro lado, os sítios de DNAr 45S parecem ter uma preferência pelo braço curto na região terminal dos cromossomos angiospermas (Roa e Guerra, 2012).

A FISH tem sido utilizada com diferentes propósitos, em uma grande variedade de grupos vegetais. Uma série de trabalhos com diferentes abordagens utilizaram a FISH em vegetais. Na família Asteraceae foram encontradas diferenças no número e na posição dos sítios de DNAr 45S nas espécies *Youngia japonica* (L.) DC. (= *Crepis japonica* (L.) Benth), *Galinsoga parviflora* Cav. e *Chaptalia nutans* (L.) Polák (Fregonezi *et al.*, 2004), bem como em duas populações de *Lepidaploa canescens* (Kunth) H.Rob. (= *Vernonia geminata* Kunth) (Oliveira *et al.*, 2012), o que ressalta a importância da FISH na caracterização de táxons com problemas de delimitação taxonômica. A partir do padrão de distribuição do DNAr 5S e 45S em *Zamia loddigesii* Miq. (= *Zamia mexicana*) e *Ceratozamia mexicana* Brongn., com

números cromossômicos  $2n = 16$ , foi possível sugerir que a evolução cromossômica dessas espécies se deu por inversão pericêntrica e translocação desigual (Tagashira e Kondo, 2001). No gênero *Helianthus* L., a localização de sequências de DNAr 45S e regiões ricas em GC em espécies com níveis de ploidia diferentes, permitiu inferir que rearranjos envolvendo pequenos segmentos de DNAr e heterocromáticos foram de grande importância na evolução das espécies deste táxon (Vanzela *et al.*, 2002). Um estudo comparativo, com base nos padrões de bandas cromossômicas com fluorocromos CMA/DAPI e distribuição dos sítios de DNAr 5S e 45S, em espécies do gênero *Urvillea* permitiu sugerir que o cariótipo destas espécies estão envolvidos em um processo dinâmico de amplificação e de dispersão de segmentos repetidos de DNA, que podem ser utilizados como marcadores cariotípicos e micromorfológicos na determinação das espécies e populações (Urdampilleta *et al.*, 2006).

**Figura 2.** Principais etapas da técnica de hibridização *in situ* fluorescente. A marcação da sonda (a) realizada independentemente da preparação da lâmina (b). Posteriormente, a sonda e o DNA cromossômico são desnaturados (c, d) e, quando colocados em contato, a sonda hibridiza *in situ* (e) com o DNA-alvo. A marcação da sonda pode ser detectada por anticorpos ligados a fluorocromos (f) e visualizada diferencialmente ao microscópio (g).



Fonte: Reproduzido de Guerra (2004).

### 2.2.5 Imunocoloração e as principais modificações pós-síntese de histonas

A imunocoloração se aplica à utilização de anticorpos marcados para detectar uma proteína específica em uma amostra. O termo foi originalmente usado para referir-se a coloração imunohistoquímica de cortes teciduais. Atualmente, a imunocoloração engloba uma

ampla variedade de técnicas utilizadas na histologia, biologia celular e biologia molecular, que utilizam métodos de coloração à base de anticorpos (Hayat, 2002; Hause, 2006). A aplicação desta técnica tem proporcionado uma melhor compreensão da estrutura da cromatina e seu papel na organização dos mais diversos genomas.

A cromatina é um complexo formado por DNA e proteínas relativamente pequenas denominadas histonas (H1, H2A, H2B, H3 e H4) (Fig. 3a). As histonas possuem um caráter básico acentuado, contendo grandes proporções de aminoácidos carregados positivamente (lisina e arginina) em sua constituição, o que favorece a interação destas proteínas com a fita dupla de DNA, carregada negativamente. As histonas H3 e H4 estão entre as proteínas conhecidas mais conservadas evolutivamente, possuindo sequências idênticas mesmo em organismos pouco relacionados, sugerindo uma função possivelmente idêntica em todos os eucariotos (Guerra, 1988). Estruturalmente, as histonas apresentam caudas N-terminais que estão sujeitas a uma série de modificações pós-síntese, incluindo acetilação, fosforilação e metilação (Fig. 3b, ver Kouzarides, 2007; Law e Jacobsen, 2010). As modificações pós-síntese ou pós-traducionais implicam em diferentes efeitos na estrutura e função da cromatina (Jin *et al.*, 2008). Dependendo do aminoácido modificado, as histonas podem estar envolvidas com diversas funções nas células, como por exemplo, coesão entre cromátides, condensação cromossômica, reparo do DNA e expressão/silenciamento gênico por meio de alterações na estrutura da cromatina e em suas propriedades funcionais (revisado por Nishioka *et al.*, 2002).

A acetilação de histonas ocorre em sítios específicos denominados lisinas (K) e está relacionada a domínios genômicos transcricionalmente ativos (revisado por Eberharter e Becker, 2002). Este é catalisado por dois grupos enzimáticos denominados histona acetiltransferases (HATs) e histona desacetilases (HDACs) (Arrowsmith *et al.*, 2012; Yoo e Jones, 2006) (Fig. 3b). As HATs usam a acetil-CoA como doadora de grupamento acetil para as histonas que neutralizam a carga positiva do aminoácido, enfraquecendo as interações eletrostáticas da histona com o DNA. Esta modificação torna a cromatina menos compacta e propícia a transcrição gênica (Fuchs *et al.*, 2006; Kouzarides, 2007; Gräff e Mansuy, 2008). As HDACs, por outro lado retiram o grupamento acetil, deixando a estrutura da cromatina mais compactada, e assim reprimindo a transcrição gênica (Strahl e Allis, 2000; Kiefer, 2007). A acetilação da histona H4 nas lisinas 5 e 16 (H4K5 e H4K16), por exemplo, é universalmente associada a uma estrutura de cromatina mais descompactada, que favorece a expressão gênica e a transcrição de alguns tipos de sequências, desempenhando um papel chave na função e modulação da estrutura da cromatina (Braunstein *et al.*, 1996; Brownell *et al.*, 1996; Shahbazian e Grunstein, 2007).

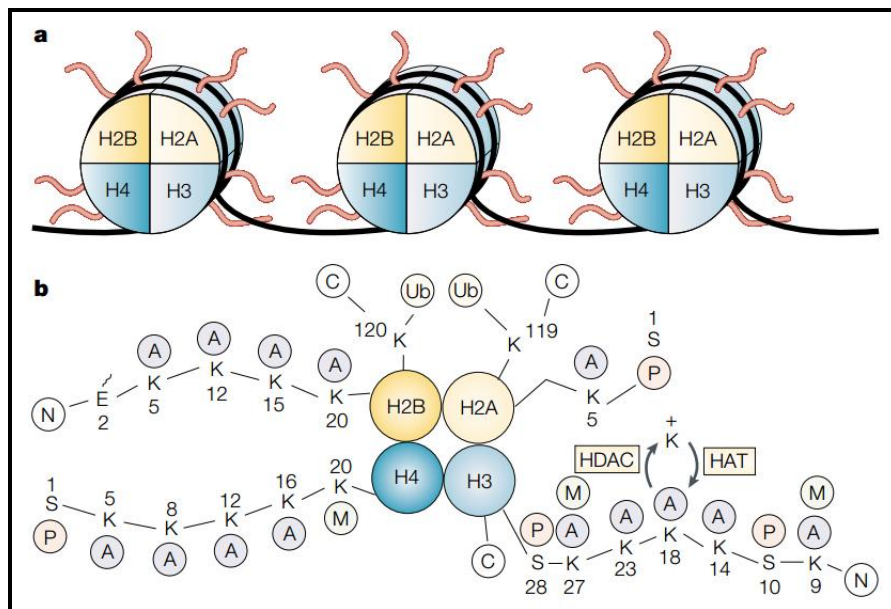
Por outro lado, a metilação das histonas pode ter diferentes efeitos na expressão gênica, dependendo de qual resíduo está modificado (Martin e Zhang, 2005). Os principais sítios de metilação referem-se às argininas nas posições 2, 17 e 26 e lisinas nas posições 4, 9, 17, 27, 36 e 79 da histona H3, e às lisinas nas posições 20 e 59 e arginina na posição 3 da histona H4 (Fuchs, *et al.*, 2006; Jasencáková, 2003; Lewin, 2004; Peterson e Laniel, 2004; Shilatifard, 2006; Turner, 2001). Normalmente, a metilação está associada com a inatividade transcricional da cromatina, não remove, em geral, as cargas da cauda N-terminal, mas promove o recrutamento da HP1 (sigla do inglês *Heterochromatin Protein 1*), proteína envolvida na formação de heterocromatina e silenciamento gênico (Fischle *et al.*, 2005). No entanto, esta não é uma regra simples, uma vez que há a correlação de sítios transcionalmente ativos no DNA com a metilação de histonas. A metilação da histona H3 na lisina 9 (H3K9) é um importante marcador de heterocromatina em genomas pequenos (Houben *et al.*, 2003). Entretanto, em espécies com genomas grandes, o aumento de elementos interespaçados na eucromatina tem induzido silenciamento por processos de heterocromatinização. Devido a isso, o padrão de marcação da H3K9 tem se mostrado uniforme sem distinção clara de domínios específicos (Richards e Elgin, 2002; Fuchs *et al.*, 2006). A metilação da histona H3 nas lisinas 4 e 27 (H3K4, H3K27), entre outras, tem mostrado preferência por domínios de eucromatina (Fischle *et al.*, 2003; Lachner *et al.*, 2003; Vaquero *et al.*, 2003, Marques *et al.*, 2011). Além do mais, um único aminoácido pode ser mono-, di- ou tri-metilado, aumentando a complexidade do efeito das modificações das histonas (revisado por Fransz e De Jong 2002; Fransz *et al.*, 2006).

A fosforilação está geralmente associada a processos de coesão entre cromátides, condensação da cromatina e reparo de DNA através da interação repulsiva entre as cargas negativas do grupamento fosfato na histona e no DNA, conseqüentemente influenciando na estrutura da cromatina (revisado por Nowak e Corces, 2004). As quinases e fosfatases adicionam e removem a modificação, respectivamente (Ito, 2007). Os principais sítios de fosforilação referem-se às serinas nas posições 10 e 28 e treoninas 3 e 11 da histona H3, serina na posição 1 das histonas H2B e H4 e serina na posição 13 da histona H2B (Schroeder-Reiter *et al.*, 2003; Houben *et al.*, 2007).

Entre essas modificações, destaca-se a fosforilação da H3 nas serinas 10 (H3S10f), uma das alterações de histonas mais estudadas, que marca geralmente a região pericentromérica de todos os cromossomos durante a fase M. A H3S10f está ausente na interfase, como observado em trabalhos anteriores (revisado por Marcon-Tavares *et al.*, 2014), embora com algumas exceções (Fernandes *et al.*, 2008; Sotero-Caio *et al.*, 2011). Ainda que a função da fosforilação durante as divisões celulares em plantas não esteja bem

definida, alguns estudos apontam para um papel na condensação cromossômica e/ou na manutenção da coesão entre cromátides irmãs (Johansen e Johansen, 2006; Houben *et al.*, 2007).

**Figura 3.** Diagrama esquemático da estrutura das histonas. (a) Proteínas dos nucleossomos são designadas: H2A (histona 2A), H2B (histona 2B), H3 (histona 3) e H4 (histona 4). Cada histona está presente em duas cópias, de modo que o DNA (preto) envolve um octâmero de histonas. (b) As caudas amino-terminais de histonas do núcleo. Lisinas (K) nas caudas amino-terminais das histonas H2A, H2B, H3 e H4 são potenciais locais de acetilação/desacetilação para a histona acetiltransferases (HAT) e histonas deacetilases (HDAC). A, acetil; C, carboxila; E, ácido glutâmico; M, metil; N, amino-terminal; P, fosfato; S, serina; Ub, ubiquitina.



Fonte: Adaptado de Davie (1996).

### 2.3 CITOGENÉTICA DA FAMÍLIA AMARYLLIDACEAE

A família Amaryllidaceae apresenta uma grande amplitude de números cromossômicos, variando de  $2n = 5$  em *Agapanthus umbellatus* L'Her (subfamília Agapanthoideae) (Sharma e Mukhopadhyay, 1963) a  $2n = 138$  em *Eucharis caucana* Meerow (subfamília Amaryllidoideae) (Meerow, 1989) (Tabela 2). Em Amaryllidaceae, número básico, nível de ploidia, comprimento e razão dos braços cromossômicos e quantidade de heterocromatina são características importantes para considerações sistemáticas e evolutivas. De acordo com Flory (1977) e Meerow (1995), o número cromossômico básico mais comum em Amaryllidaceae é  $x = 11$ , sendo o segundo mais frequente  $x_2 = 6$ , encontrado em pelo menos 62 espécies da família. De maneira geral, Amaryllidaceae apresenta cromossomos grandes, com até 28  $\mu\text{m}$ , favoráveis para estudos citogenéticos e citotaxonômicos (Naranjo, 1969).

A evolução cariotípica da família Amaryllidaceae é caracterizada por duas tendências



opostas: a estabilidade e a variação cariotípica. Os gêneros *Crinum* (Jones e Smith, 1967; Raina, 1978), *Hippeastrum* (Naranjo e Andrada, 1975) e *Eucharis* (Meerow, 1987), por exemplo, apresentam grande estabilidade cariotípica, com semelhança da morfologia cromossômica e baixa frequência de poliploidia, onde seus poliploides tendem a ter origem autopoliploide. No entanto, os gêneros *Hymenocallis* (Flory e Schmidhauser 1957; Flory 1976; Lakshmi, 1978), *Lycoris* (Inariyama 1931, 1951; Bose e Flory 1963; Kurita 1986, 1987a, b, c, 1989) e *Narcissus* (Fernandes 1942, 1967, 1968) podem apresentar variações tanto na morfologia quanto no número de cromossomos apresentando ocorrência de aloploidia e translocações Robertsonianas. Até o presente momento, a família exibe registro de números cromossômicos para 911 espécies, o que corresponde a 57% do total de espécies (Tabela 2). No entanto, apenas 2,5% dos representantes de Amaryllidaceae foram analisados utilizando técnicas de coloração diferencial que permitem um melhor detalhamento do cariótipo e, conseqüentemente, proporciona um melhor entendimento dos mecanismos envolvidos na evolução do grupo.

A subfamília Agapanthoideae apresenta número básico  $x = 15$ , com cromossomos medindo de 4 a 9  $\mu\text{m}$  (Sharma e Mukhopadhyay, 1963). Na subfamília Allioideae a maioria dos trabalhos citológicos está concentrada no gênero *Allium* (subtribo Allieae), que apresenta como número básico primário  $x = 8$  e número básico secundário  $x = 7$  (Bennett *et al.*, 2000). A poliploidia é um evento comum em espécies de Allieae, assim como a presença de cromossomos Bs (Johnson e Ozhatay, 1996). Em Tulbaghieae, o número básico é  $x = 6$  e suas espécies na maioria são diploides, sendo encontrados cromossomos Bs e poucas espécies poliploides (Vosa, 2000; 2007). Na tribo Gilliesieae, o número básico mais frequente é  $x = 4$ , como no gênero *Tristagma* (Crosa, 1981; 1988). Por outro lado, o número  $x = 5$  ocorre em alguns gêneros da tribo, como em *Nothoscordum* e *Leucoryne* (Souza, 2009). A relação entre cromossomos metacêntricos e acrocêntricos observada em todas as espécies da Gilliesieae parece indicar a ocorrência repetida dos eventos de fusão/fissão cêntrica no grupo (Souza, 2009).

A subfamília Amaryllidoideae apresenta cromossomos medindo de 3 a 28  $\mu\text{m}$  e números básicos  $x = 6, 8, 9, 10, 11$  e 26, que diferem entre as tribos. A tribo Amaryllideae apresenta número básico  $x = 10$  em *Strumaria* e  $x = 11$  em *Amaryllis*, *Ammocharis*, *Boophone*, *Brunsvigia*, *Crinum*, *Crossyne*, *Hessea* e *Nerine* (Wahlstrom e Laane, 1979; Meerow, 1995; Brandham e Bhandol, 1997; Meerow e Snijman, 1998, 2001). Em Calostemmateae, os gêneros *Proiphys* e *Calostemma* apresentam  $x = 10$ . Na subtribo Cyrtantheae, o gênero *Cyrtanthus* apresenta  $x = 8$  (Isin, 1969). Haemantheae apresenta  $x = 6$  e 12 para *Cryptostephanus*,  $x = 8$  para *Haemanthus*,  $x = 9$  para *Scadoxus*,  $x = 11$  para *Clivia* e  $x$

= 12 para *Cryptostephanus* (Meerow e Clayton, 2004). Na tribo Lycoridae, *Lycoris* e *Ungernia* apresentam  $x = 11$  (Tae *et al.*, 1987 e Bublyk *et al.*, 2008). Na tribo Pancratieae, *Pancratium* e *Vagararia* apresentam  $x = 11$  (Meerow, 1995). Na tribo Narcisseae apresenta  $x = 7, 10, 11$  para *Narcissus* e  $x = 11$  *Sternbergia* (Brandham e Kirton, 1987; Kamari e Artelari, 1990). Na tribo Galantheae apresenta  $x = 7, 8, 9, 11$  (*Acis*, *Lapiedra*, *Leucojum*) e 12 (*Galanthus*) (Meerow, 1995; D'amato e Bianchi, 1999; Bareka *et al.*, 2006; Zonneveld *et al.*, 2003). Na tribo Hippeastreae apresenta  $x = 6, 8, 9, 10, 11$  e 12 (Flory, 1968; Grau e Bayer, 1991). As subtribos Eucharideae, Eustephieae, Hymenocallideae e Stenomesseae apresentam número básico  $x = 23$  para todos seus representantes (Meerow e Snijman, 1998).

Na família Amaryllidaceae, alterações cromossômicas numéricas e estruturais têm sido amplamente registradas. No gênero *Lycoris* ocorrem variações cromossômicas intraespecíficas (cromossomos aberrantes, cromossomos Bs e poliploidia) em cinco populações de *Lycoris chinensis* (Liu *et al.*, 2012). No gênero *Tulbaghia*, a morfologia e número cromossômico, além da posição das RONS, têm permitido agrupar espécies e relacioná-las taxonomicamente. A grande maioria de suas espécies é diplóide ( $2n = 2x = 12$ ), e embora algumas apresentem números cromossômicos que sugerem poliploidia, nenhum número cromossômico esperado para um poliploide regular foi encontrado até o momento (Vosa, 2007). Em *Tulbaghia* é frequente a presença de cromossomos Bs e os segmentos heterocromáticos encontrados no gênero são compostos principalmente por sequências altamente repetitivas ricas em guanina e citocina (GC) (revisado por Vosa, 2000).

Por meio do bandeamento C, a dupla coloração com fluorocromos, e hibridação *in situ* com DNAr 45S foi possível diferenciar espécies do gênero *Clivia*, além de indicar prováveis origens híbridas e a ocorrência de possíveis híbridos naturais no gênero (Ran *et al.*, 1999, 2001). Análises meióticas e mitóticas em espécies do gêneros *Crinum*, permitiram indicar diferenças intraespecíficas na morfologia e no número dos cromossômico de *C. zeylanicum* L., com  $2n = 22, 30, 33$  e *C. macawonii* Bak., com  $2n = 22, 33, 44$  (Wahlstrom e Laane, 1979). Foram caracterizadas, por meio da coloração com orceína, CMA e DAPI, as espécies *Crinum latifolium* L. ( $2n = 33$ ), *C. asiaticum* L. ( $2n = 22$ ) e *C. amoenum* Roxb ( $2n = 22$ ), onde o número e a distribuição de bandas CMA e DAPI sugerem que *C. latifolium* seja um alotriploide segmentar (Ahmed *et al.*, 2004). Foi possível mapear fisicamente o genoma de *C. latifolium* ( $2n = 3x = 33$ ) utilizando sondas de DNAr 5S e 45S que permitiu sugerir que a espécie é um autotriploide, embora o número de sítios de DNAr 45S não corrobore essa inferência (Alam *et al.*, 2010). O gênero *Hippeastrum* apresenta estabilidade cariotípica, cariótipos bimodais, cujo nível de ploidia mais frequente é o diplóide. Contudo, há registros de espécies tri, tetra e até pentaploides (Poggio *et al.*, 2007). Em *Hippeastrum reginae* foi

observado um evento de translocação Robertsoniana, que afeta dois cromossomos homólogos diploides, atuando na evolução da espécie (Brandham e Bhandol, 1997).

Nos gêneros *Habranthus* e *Zephyranthes*, análises citogenéticas têm revelado instabilidade cariotípica e eventos como poliploidia e aneuploidia, sendo comum a existência de polimorfismos cromossômicos decorrentes de alterações estruturais (Flory, 1977; Flory e Smith, 1980; Daviña, 2001). Por meio da coloração com fluorocromos CMA e DAPI foi possível indicar eventos de translocação em *Habranthus sylvaticus* (= *Zephyranthes sylvatica*) e heteromorfismo acentuado na distribuição da heterocromatina CMA<sup>+</sup> em *Habranthus itaobinus* (Felix *et al.*, 2011a). Em *Zephyranthes*, a ocorrência de cromossomos Bs é comum, cujas bandas heterocromáticas e a clara diferenciação em tamanho possibilitam sua distinção dos outros cromossomos do complemento (Felix *et al.*, 2011b).

Com base nessas características, conclui-se que a ampla diversificação cariológica em Amaryllidaceae resulta de múltiplos mecanismos de evolução cariotípica, abrangendo alterações cromossômicas e estruturais, não obstante a ocorrência de hibridização interespecífica na formação de novas combinações cromossômicas, tornando a família um excelente grupo para estudos de evolução cariotípica.

**Tabela 2.** Números cromossômicos para a família Amaryllidaceae, compilados da literatura.

<b>Táxon</b>	<b>Meiose (n)</b>	<b>Mitose (2n)</b>	<b>Referências</b>
<b><i>Acis</i> Salisb. (x = 7, 8, 9, 11)</b>			
<i>A. autumnalis</i> (L.) Sweet		14, 16, 24	Damboldt e Phitos 1975; Valdes <i>et al.</i> , 1978; Colombo <i>et al.</i> , 1979; Talavera <i>et al.</i> , 1995; García, 1997
<i>A. ionica</i> Bareka, Kamari & Phitos		16	Bareka <i>et al.</i> , 2006
<i>A. longifolia</i> J.Gay ex M.Roemer.		14	Muller-Doblies e Muller-Doblies, 1975
<i>A. nicaeensis</i> (Ardoino) Lledó		18	Muller-Doblies e Muller-Doblies, 1975
<i>A. rosea</i> (F.Martin bis) Sweet		16	Muller-Doblies e Muller-Doblies, 1975; Corrias, 1978
<i>A. valentina</i> (Pau) Lledo, A.P.Davis & M.B.Crespo		16	Damboldt e Phitos 1975; Muller-Doblies e Muller-Doblies, 1975; Boscaiu <i>et al.</i> , 1997; Bareka e Kamari, 1999; Bareka <i>et al.</i> , 2003; Bareka <i>et al.</i> , 2006
<b><i>Agapanthus</i> L'Hér. (x = 15)</b>			
<i>A. africanus</i> (L.) Hoffmanns.	15	30	Vijayavalli e Mathew, 1990
<i>A. campanulatus</i> subsp. <i>campanulatus</i>		30	Muzila e Spies, 2005
<i>A. campanulatus</i> subsp. <i>patens</i> (Leighton) Leight.		30	Muzila e Spies, 2005
<i>A. caulescens</i> subsp. <i>angustifolius</i> Leight.		30+0-2B	Muzila e Spies, 2005
<i>A. inapertus</i> Beauvard	15	18, 21, 22, 30	Sharma e Mukhopadhyay, 1963
<i>A. inapertus</i> subsp. <i>intermedius</i> Leight		28+0-2B	Muzila e Spies, 2005
<i>A. praecox</i> subsp. <i>minimus</i> (Lindley) F.MJ., Leighton		30, 30+0-2B	Muzila e Spies, 2005
<i>A. praecox</i> subsp. <i>orientalis</i> (F.M. Leight.) F.M. Leight. misc. Cultivars		30+0-2B	Muzila e Spies, 2005
<i>A. umbellatus</i> L'Her	15	5, 8, 10, 12,	Sharma e Mukhopadhyay, 1963

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Agapanthus umbellatus</i> L'Her		24, 26, 28, 30	
<i>A. umbellatus</i> var. <i>albus</i>		8, 20, 21, 27, 29, 30	Sharma e Mukhopadhyay, 1963
<i>A. umbellatus</i> var. <i>intermedius</i>		18, 21, 22, 30	Sharma e Mukhopadhyay, 1963
<b>Allium L. (x = 7, 8)</b>			
<i>A. aaseae</i> Ownbey		14	Jacobsen e Ownbey, 1976
<i>A. abramsii</i> (Ownbey & Aase ex Traub) McNeal	7		McNeal, 1992a
<i>A. acuminatum</i> Hook.	7	14	Jacobsen e Ownbey, 1976; Badr e Elkington, 1984; Schaack <i>et al.</i> , 1984; Chinnappa e Basappa, 1986
<i>A. aegilicum</i> Tzanoud.		16	Tzanoudakis, 2000
<i>A. affine</i> Ledeb.		16	Tanker e Kurucu, 1979; Pogolian, 1983; Kollmann e Bothmer, 1989; Pogolian, 1991; Johnson e Özhatay, 1996; Johnson e Brandham, 1997; Pogolian, 1988a
<i>A. aflatunense</i> B. Fedtsch.		16	Pogolian e Seisums, 1992; Ohri <i>et al.</i> , 1998; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. akaka</i> S.G. Gmel. ex Schult. & Schult. f.		16	Pogolian, 1983; Özhatay, 1993
<i>A. albiflorum</i> Omelcz.		16	De Sarker <i>et al.</i> , 1997
<i>A. alexeianum</i> Regel		16, 16+2B, 16+4B	Vakhtina, 1985; Pogolian e Seisums, 1992
<i>A. alibile</i> A. Rich.		32	De Sarker <i>et al.</i> , 1997
<i>A. altaicum</i> Pall.	8	16	Kartashova <i>et al.</i> , 1974a; Vosa, 1977; Rickards, 1977; Krasnoborov <i>et al.</i> , 1980; Kalkman, 1984; Friesen, 1985; Friesen, 1986; Friesen, 1988; Nanuscyan e Polyakov, 1989; Friesen, 1991; Měsíček e Soják, 1992; Tolgor <i>et al.</i> , 1993; Inada e Endo, 1994; Zakirova e Nafanailova, 1988; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. altissimum</i> Regel		16	Ohri <i>et al.</i> , 1998; Ohri e Pistrick, 2001

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Allium altynicolicum</i> Frizen		32	Friesen, 1987; Friesen <i>et al.</i> , 1997; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. amethystinum</i> Tausch.	8	16, 32	Cheshmedjiev, 1979; Tzanoudakis, 1985; Özhatay, 1990; Karavokyrou e Tzanoudakis, 1991; Johnson e Özhatay, 1996; De Sarker <i>et al.</i> , 1997; Johnson e Brandham, 1997
<i>A. ampeloprasum</i> L.	16	16, 24, 32, 40, 48, 56, 64	Sopova, 1972; Bothmer, 1975; Garbari, 1976; Gohil e Koul, 1977; Vosa, 1977; Bartolo <i>et al.</i> , 1979; Pandita, 1979; Hanett e Ohle, 1978; Mehra e Pandita, 1978; Stearn, 1978; Laan, 1979; Kaul, 1981a; Pogosian, 1981; Johnson, 1982; Pastor, 1982; Hamoud <i>et al.</i> , 1990; Özhatay, 1990; Vijayavalli e Mathew, 1990; Guern <i>et al.</i> , 1991; Karavokyrou e Tzanoudakis, 1991; Lovka, 1995; Johnson e Özhatay, 1996; Özhatay e Johnson, 1996; De Sarker <i>et al.</i> , 1997; Ohri e Pistrick, 2001; Ariga <i>et al.</i> , 2002; Hirschegger, 2006
<i>A. amphibolum</i> Ledeb.		16, 32, 48	Frizen, 1983; Friesen, 1986; Friesen, 1988
<i>A. amplexens</i> Torr.		21, 28	Jacobsen e Ownbey, 1976; Mcneil e Ownbey, 1977
<i>A. anatolicum</i> Özhatay & B. Mathew		16	Özhatay e Johnson, 1996
<i>A. anceps</i> Kellogg		14	Jacobsen e Ownbey, 1976
<i>A. angulosum</i> L.		16, 16+0-3B, 32, 32+2B	Sharma, 1970; Kartashova <i>et al.</i> , 1974a; Kartashova <i>et al.</i> , 1974b; Skalinska <i>et al.</i> , 1976; Jacobsen e Ownbey, 1977; Hindakova, 1978; Wittmann, 1984; Friesen, 1986; Probatova e Sokolovskaya, 1986; Friesen, 1988; Nanuscyan e Polyakov, 1989; Kirschner e Těpánek, 1992; Měsíček, 1992; Dobeš <i>et al.</i> , 1997; Borzatti e Garbari, 1999; Murin <i>et al.</i> , 1999; Dmitrieva, 2000; Waldherr, 2000; Ohri e Pistrick, 2001

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Allium anisopodium</i> Ledeb.		16, 16+0-1B, 18	Murin <i>et al.</i> , 1980; Frizen, 1983; Gritsenko e Gurzenkov, 1983; Kalkman, 1984; Friesen, 1985; Friesen, 1988; Seo e Kim, 1989; Friesen, 1991; Tolgor <i>et al.</i> , 1993; Tolgor e Xu, 1994; Shang <i>et al.</i> , 1997; Yan <i>et al.</i> , 1999; Fan <i>et al.</i> , 2000; Yan <i>et al.</i> , 2001; Perry e Schrader 2004; Probatova, 2006; Shatokhina, 2006
<i>A. antonii-bolosii</i> P. Palau		30	Rossello <i>et al.</i> , 1993
<i>A. anzalonei</i> Brullo, Pavone & Salmeri		32	Brullo <i>et al.</i> , 1997a
<i>A. apolloniensis</i> Biel, Kit Tan & Tzanoud.		32	Baltisberger, 2006
<i>A. archeotrichon</i> Brullo, Pavone & Salmeri		16	Brullo <i>et al.</i> , 1999
<i>A. armenum</i> Boiss. & Kotschy		16	Tanker e Kurucu, 1979; Özhatay, 1993
<i>A. aroides</i> M. Popov & Vved.		16	Pogosian e Seisums, 1992
<i>A. artvinense</i> Misch. ex Grossh.		16	Özhatay, 1993
<i>A. asarense</i> R.M. Fritch	8		Ghaffari, 2006
<i>A. ascalonicum</i> L.	8	16, 16+1B	Aryavand, 1975; Seo e Kim, 1975; Vosa, 1977; Pandita, 1979; Cortes <i>et al.</i> , 1983; Bartolo <i>et al.</i> , 1984; L, 1989; Johnson e Özhatay, 1996; Talukder e Sem, 2000
<i>A. asperiflorum</i> Misch. ex Grossh.		16	Özhatay, 1993; Johnson e Özhatay, 1996; Özhatay e Johnson, 1996
<i>A. atropurpureum</i> Waldst. & Kit.	8, 8II	16, 32	Pandita, 1979; Pogosian, 1981; Özhatay, 1990; Koul, 1966; Ohri <i>et al.</i> , 1998; Ohri e Pistrick, 2001; Gregor e Hand, 2007
<i>A. atrorubens</i> S. Watson		14	Jacobsen e Ownbey, 1976

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Allium atrorubens</i> var. <i>cristatum</i> (S. Watson) McNeal	7	14	Jacobsen e Ownbey, 1976; McNeal, 1992
<i>A. atosanguineum</i> Schrenk		16	Zakirova e Nafanailova, 1992; Hongguan, 2005
<i>A. atosanguineum</i> var. <i>atosanguineum</i>		16	Friesen, 1985; Friesen, 1988; Friesen, 1991
<i>A. atosanguineum</i> var. <i>fedtschenkoanum</i> (Regel) G.H.Zhu & Turland	8	16	Pandita, 1979; Pogosian, 1981; Zakirova e Nafanailova, 1990
<i>A. atroviolaceum</i> Boiss.		16, 24, 32	Sopova, 1972; Magulaev, 1976; Vosa, 1977; Pogosian, 1981; Pogosian, 1983; Ghaffari, 1987; Özhatay, 1990; Pogosian, 1991; Özhatay, 1993; D'Emerico <i>et al.</i> , 1995; Johnson e Özhatay, 1996; Özhatay e Johnson, 1996; De Sarker <i>et al.</i> , 1997; Gagnidze, 2006; Gagnidze, 2006a
<i>A. aucheri</i> Boiss.		16	Pogosian, 1983; Pogosian, 1990; P, 1991; Özhatay, 1993; Johnson e Özhatay, 1996
<i>A. austrosibiricum</i> N.Frizen		16	Friesen, 1991
<i>A. autumnale</i> P.H.Davis		24	Tzanoudakis, 1999
<i>A. backhousianum</i> Regel		16	Pogosian e Seisums, 1992; Ohri <i>et al.</i> , 1998; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. baeticum</i> Boiss.		32	Pastor, 1982
<i>A. bajtulinii</i> Bajtenov		16	Zakirova e Abdulina, 1990; Zakirova e Nafanailova, 1990
<i>A. barszczewskii</i> Lipsky		16, 32, 32+1B	Vakhtina e Kudrjaschova, 1980; Vakhtina, 1985; De Sarker <i>et al.</i> , 1997
<i>A. barthianum</i> Asch. & Schweinf.		16, 16+3B	Hamoud <i>et al.</i> , 1990
<i>A. bassitense</i> Thieb.		16	Tanker e Kurucu, 1979
<i>A. baytopiorum</i> Kollmann & Özhatay		16	Özhatay e Johnson, 1996
<i>A. bellulum</i> Prokh.		16	Kalkman, 1984; Friesen, 1985; Friesen, 1988



Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Allium bidentatum</i> Fisch. ex Prokh. & Ikonn.-Gal.		32	Frizen, 1983; Friesen, 1985; Friesen, 1988; Tolgor <i>et al.</i> , 1993; Tolgor e Xu, 1994; Yan <i>et al.</i> , 1999
<i>A. bidentatum</i> var. <i>qingzouense</i> Tolgor & Y.T. Zhao		32	Tolgor e Zhao, 1994
<i>A. bigelovii</i> S. Watson	7	14	Jacobsen e Ownbey, 1976; Parfitt <i>et al.</i> , 1985
<i>A. bisceptrum</i> S. Watson		14, 28	Jacobsen e Ownbey, 1976
<i>A. blandum</i> Wall.	16	32	Mehra e Sachdeva, 1976; Mehra e Pandita, 1979; Pandita, 1979
<i>A. blomfieldianum</i> Asch. & Schweinf.		16	Hamoud <i>et al.</i> , 1990
<i>A. bodeanum</i> Regel		16	Pogosian, 1983; Pogosian e Seisums, 1992
<i>A. bolanderi</i> S. Watson		14	Jacobsen e Ownbey, 1976
<i>A. borszczowii</i> C.A. Mey. ex Kunth		16	Pogosian, 1989; Pogosian, 1991; Pogosian, 1997
<i>A. bourgeaui</i> subsp. <i>bourgeaui</i>		16, 32	Bothmer, 1975; Özhatay e Johnson, 1996
<i>A. bourgeaui</i> subsp. <i>cycladicum</i> Bothmer		16, 24, 32	Bothmer, 1975; Özhatay e Johnson, 1996
<i>A. brachyscapum</i> Vved.		16	Pogosian e Seisums, 1992
<i>A. brachyspathum</i> Brullo, Pavone & Salmeri		16	Brullo <i>et al.</i> , 2001
<i>A. brandegeei</i> S. Watson		14	Jacobsen e Ownbey, 1976
<i>A. brevidens</i> Vved.		16	Vakhtina, 1985
<i>A. breviradium</i> (Halácsy) Stearn		16, 24	Tzanoudakis, 1982
<i>A. breviscapum</i> Stapf		16	Pogosian, 1983
<i>A. brevistylum</i> S. Watson		14	Jacobsen e Ownbey, 1976
<i>A. brulloi</i> Salmeri		16	Salmeri, 1998
<i>A. bucharicum</i> Regel		16	Ohri e Pistrick, 2001

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Allium burjaticum</i> Frizen		32	Friesen, 1991
<i>A. caeruleum</i> Pall.		16, 24, 32	Jacobsen e Ownbey, 1977; Vakhtina e Kudrjaschova, 1977; Hussain e Elkington, 1978; Zakirova e Nafanailova, 1992; He e Xu, 2001; Ohri e Pistrick, 2001; Hongguan, 2005
<i>A. caesium</i> Schrenk		16, 32	Jacobsen e Ownbey, 1977; Vakhtina e Kudrjaschova, 1977; Zakirova, 1999
<i>A. caesioides</i> Wendelbo	8	16	Mehra e Pandita, 1978; Pandita, 1979; Kaul, 1980; Kaul, 1981a; Pogolian, 1981; Vir-Jee e Kachroo, 1985; Jee <i>et al.</i> , 1989
<i>A. calabrum</i> (N. Terracc.) Brullo, Pavone & Salmeri		16, 16+2B	Brullo <i>et al.</i> , 1994
<i>A. calamarophilon</i> Phitos & Tzanoud.		16	Phitos e Tzanoudakis, 1981
<i>A. callidictyon</i> C.A. Mey. ex Kunth		16	Pogolian, 1989; Pogolian, 1991; Özhatay, 1993; Pogolian, 1997
<i>A. callimischon</i> subsp. <i>callimischon</i>		16	Johnson, 1982; Tzanoudakis <i>et al.</i> , 1991; Bareka <i>et al.</i> , 2000
<i>A. callimischon</i> subsp. <i>haemostictum</i> Stearn		16	Stearn, 1978; Johnson, 1982; Tzanoudakis <i>et al.</i> , 1991
<i>A. campanulatum</i> S. Watson		14	Jacobsen e Ownbey, 1976
<i>A. canadense</i> L.		28	Cai e Chinnappa, 1987; Gervais <i>et al.</i> , 1999; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. cappadocicum</i> Boiss.		16, 16+0-1B	Johnson e Özhatay, 1996; Özhatay e Johnson, 1996; De Sarker <i>et al.</i> , 1997
<i>A. cardiostemon</i> Fisch. & C.A. Mey.		16, 16+1B	Vakhtina, 1985; Özhatay, 1993; Koyuncu e Ozhatay, 1983; Pogolian, 1983
<i>A. carinatum</i> L.		16, 24, 25, 24+1-2B	Vosa, 1971; Sopova, 1972; Vosa, 1976; Vosa, 1977; Loidl, 1979; Migra, 1982; Speta, 1984; Ward, 1984; Wetschnig, 1992; Lovka, 1995; Lövkvist e Hultgård, 1999; Borzatti e Garbari, 1999; Murin <i>et al.</i> , 1999; Borzatti e Garbari, 1999; Loidl, 2000; Waldherr, 2000; Ohri e Pistrick, 2001

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose ( <i>n</i> )	Mitose ( <i>2n</i> )	Referências
<i>Allium carinatum</i> subsp. <i>carinatum</i>	8	16, 24	Soliman, 1990; Zakirova, 1999; Lippert, 2006
<i>A. carinatum</i> subsp. <i>pulchellum</i> Bonnier & Layens	8	16	Vakhtina e Kudrjaschova, 1980; Love e Love, 1982; Ward, 1984; Sopova, 1972; Marchi e Illuminati, 1974; Vosa, 1976; Jacobsen e Ownbey, 1977; Vosa, 1977; Soliman, 1990; Soliman, 1990; Lovka, 1995; Vosa, 1976; Lippert, 2006
<i>A. carolinianum</i> Redouté		16, 32	Mehra e Pandita, 1978; Pandita, 1979; Zakirova e Nafanailova, 1990; Yang e Wu, 1993; Huang <i>et al.</i> , 1996; Ohri e Pistrick, 2001; Hongguan, 2005
<i>A. caspium</i> (Pallas) M. Bieb.		16, 16+1B	Vakhtina, 1985; Zakirova e Nafanailova, 1990; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. caspium</i> subsp. <i>baissunense</i> (Lipsky) F.O.Khass. & R.M.Fritsch		17	Vakhtina, 1985
<i>A. cassium</i> Boiss.		14	Tzanoudakis, 1999
<i>A. cepa</i> L.	6, 8	14, 16, 17-24, 28, 32	Bochantseva, 1972; Sadisivaiah <i>et al.</i> , 1973; Kim, 1974; El-Gadi e Elkington, 1975; Fiskesjo, 1975; Kaul, 1975; Tanaka e Tanaka, 1975; Taniguchi <i>et al.</i> , 1975; Abraham e Cherian, 1976; Bhattacharyya, 1976; Vosa, 1977; Murin, 1978; Mandal e Basu, 1978; Langer e Koul, 1979; Pandita, 1979; Stack e Comings, 1979; Banerjee, 1980; Kaul, 1980; Roy, 1980; Kaul, 1981a; Fujishima, 1982; Joshi e Ranjekar, 1982; Singh, 1982; Tanaka e Ohta, 1982; Zhang <i>et al.</i> , 1982; Badr, 1983; Cortes <i>et al.</i> , 1983; Dhingra e Grover, 1984; Kalkman, 1984; Nandi, 1985; Schubert e Wobus, 1985; Cortes e Escalza, 1986; Wang e Zheng, 1987; Albini e Jones, 1988; Chen, 1988; Grover e Malhi, 1988; Chen, 1989; Li,

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Allium cepa</i> L.			1989; Nanuscyan e Polyakov, 1989; MS, 1990; Ohi, 1990; Soliman, 1990; Vijayavalli e Mathew, 1990; Sulaiman <i>et al.</i> , 1991; Fuchs <i>et al.</i> , 1995; Puizina <i>et al.</i> , 1995; Puizina e Papea, 1996; Puizina e Papea, 1997; Soliman, Borzatti e Garbari, 1999; Adams <i>et al.</i> , 2000; Talukder e Sem, 2000; Kim <i>et al.</i> , 2002; Sulistyaningsih <i>et al.</i> , 2002; Masuzaki, 2006
<i>A. cernuum</i> Roth	7	14, 14+0-13B	Jacobsen e Ownbey, 1976; Love e Love, 1981; Badr e Elkington, 1984; Ward, 1984; Chinnappa e Basappa, 1986; Cai e Chinnappa, 1987; Cai e Chinnappa, 1987; Ward e Spellenberg, 1988; Friebe, 1989; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. chalkii</i> Tzanoud. & Kollmann		16	Tzanoudakis e Kollmann, 1991
<i>A. chamaemoly</i> L.	14	22, 28	Marchi <i>et al.</i> , 1974; Pastor, 1982; Pastor e Valdés, 1988; Tzanoudakis e Vosa, 1988; Speta, 1989
<i>A. chamaemoly</i> subsp. <i>chamaemoly</i>		22	Phitos <i>et al.</i> , 1989; Brullo <i>et al.</i> , 1997
<i>A. chamaespathum</i> Boiss.		16	Tzanoudakis, 1985
<i>A. chamarense</i> M. Ivanova		16	Friesen, 1986; Friesen, 1988
<i>A. chienchuanense</i> J.M. Xu		22	Huang <i>et al.</i> , 1995; Hongguan, 2005
<i>A. chinense</i> G. Don		24, 32, 33	Ohi, 1990; Dubouzet <i>et al.</i> , 1993; Du <i>et al.</i> , 1993; Ogura <i>et al.</i> , 1999; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. chitralicum</i> Wang & Tang		32	Pogosian e Seisums, 1992
<i>A. chrysantherum</i> Boiss. & Reut.		16+1B	Koyuncu e Ozhatay, 1983; Pogosian, 1997
<i>A. chrysocephalum</i> Regel		16	Hongguan, 2005
<i>A. chrysonemum</i> Stearn		32, 48	Stearn, 1978; Pastor e Valdés,

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Allium chrysonemum</i> Stearn			1986; Ruiz-Rejon <i>et al.</i> , 1986
<i>A. circinatum</i> Sieber		14	Tzanoudakis e Iatroú, 1982
<i>A. circinatum</i> subsp. <i>circinatum</i>		14	Tzanoudakis, 1983
<i>A. circinatum</i> subsp. <i>peloponnesiacum</i> Tzanoudakis		14	Tzanoudakis, 1983
<i>A. clathratum</i> Ledeb.		16, 32, 40, 64	Vosa, 1977; Friesen, 1986; Friesen, 1988; Stepanov, 1994
<i>A. columbianum</i> Ownbey & Mingrone		14	Jacobsen e Ownbey, 1976; Rieseberg <i>et al.</i> , 1987
<i>A. commutatum</i> Guss.		16, 24, 24+1B, 32	Bothmer, 1975; Johnson, 1982; Von-Bothmer, 1982; Guern <i>et al.</i> , 1991; Karavokyrou e Tzanoudakis, 1991; Johnson e Özhatay, 1996; Marcucci e Tornadore, 1997; Brullo <i>et al.</i> , 1997; Besendorfer <i>et al.</i> , 2002
<i>A. condensatum</i> Turcz.	8II	16, 16+0-1B	Rudyka, 1986; Noda e Zhu, 1992; Tolgor <i>et al.</i> , 1993; Tolgor e Xu, 1994; Yan <i>et al.</i> , 1999; Yan <i>et al.</i> , 2001
<i>A. consanguineum</i> Kunth	8	16, 16+0-1B	Mehra e Sachdeva, 1976; Langer e Koul, 1977; Gohil e Koul, 1978; Mehra e Pandita, 1978; Kaul, 1980; Kaul, 1981a; Pogolian, 1981; Vir-Jee e Kachroo, 1985; Jee <i>et al.</i> , 1989
<i>A. constrictum</i> (Ownbey & Mingrone) P.M.Peterson		14	Rieseberg <i>et al.</i> , 1987
<i>A. convallarioides</i> Grossh.		16	Brullo <i>et al.</i> , 2003
<i>A. cratericola</i> Eastw.	7, 14	14	Jacobsen e Ownbey, 1976; Májovský e Murín, 1985; McNeal, 1991
<i>A. crenulatum</i> Wiegand		14	Jacobsen e Ownbey, 1976
<i>A. crispum</i> Greene		14	Jacobsen e Ownbey, 1976
<i>A. cristophii</i> Trautv.		16	Pogolian, 1983; Pogolian e Seisums, 1992; Ohri <i>et al.</i> , 1998 ;

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose ( <i>n</i> )	Mitose ( <i>2n</i> )	Referências
<i>Allium cristophii</i> Trautv.			Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. cupani</i> Raf.		14, 16, 32	Laan, 1979; Garbari <i>et al.</i> , 1979; Tanker e Kurucu, 1979; Tzanoudakis e Vosa, 1988; Guern <i>et al.</i> , 1991; Özhatay, 1993; Pogolian, 1991; Ohri <i>et al.</i> , 1998; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. cupani</i> subsp. <i>cupani</i>		16	Strid e Franzen, 1981
<i>A. cupani</i> subsp. <i>cyprium</i> Meikle		14	Tzanoudakis, 1999
<i>A. cupuliferum</i> Regel		16	Pogolian e Seisums, 1992
<i>A. curtum</i> Boiss. & Gaill.		16, 16+4B, 32	Vosa, 1977; Johnson e Özhatay, 1996; Özhatay e Johnson, 1996; Tzanoudakis, 1999
<i>A. curtum</i> subsp. <i>curtum</i>		32	Hamoud <i>et al.</i> , 1990
<i>A. cyaneum</i> Regel		16	Seo <i>et al.</i> , 1989; Huang <i>et al.</i> , 1996
<i>A. cyathophorum</i> Bureau & Franch.		16, 32	Huang <i>et al.</i> , 1995; Yang <i>et al.</i> , 1998; Hongguan, 2005
<i>A. cyathophorum</i> var. <i>farreri</i> (Stearn) Stearn		16	Jacobsen e Ownbey, 1977; Vosa, 1977; Ohri <i>et al.</i> , 1998; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. cyprium</i> Brullo, Pavone & Salmeri		16	Brullo <i>et al.</i> , 1993
<i>A. cyrilli</i> Ten.		16, 32	Vakhtina e Kudrjaschova, 1982; Özhatay, 1990; Karavokyrou e Tzanoudakis, 1991; Ohri <i>et al.</i> , 1998; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. daninianum</i> Brullo, Pavone & Salmeri		16+0-2B	Brullo <i>et al.</i> , 1996
<i>A. darwasicum</i> Regel		16	Vakhtina, 1985; Fritsch e Astanova, 1998
<i>A. dasyphyllum</i> Vved.		16+0-1B	Pogolian e Seisums, 1992
<i>A. deciduum</i> Ozhatay & Kollmann.		16	Kollmann <i>et al.</i> , 1983
<i>A. deciduum</i> subsp. <i>deciduum</i>		16	Özhatay, 1993

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Allium decipiens</i> Fisch. ex Roem. & Schult.		16, 20	Vakhtina e Kudrjaschova, 1982; Pogosian e Seisums, 1992; Özhatay, 1993; De Sarker <i>et al.</i> , 1997
<i>A. delicatulum</i> Sievers ex Schultes & J.H. Schultes in Roemer & Schultes		16	Rickards, 1977; Krasnikova <i>et al.</i> , 1983; Krasnikova <i>et al.</i> , 1984; Friesen, 1985; Krasnikov, 1984; Friesen, 1988; He e Xu, 2001
<i>A. denudatum</i> Redouté		16	Magulaev, 1976; Pogosian, 1983; Kudryaschova, 1990; Pogosian, 1997
<i>A. derderianum</i> Regel		16, 16+1B	Pogosian, 1983
<i>A. diabolense</i> (Ownbey & Aase ex Traub) McNeal	7		McNeal, 1992a
<i>A. dichlamydeum</i> Greene		14	Jacobsen e Ownbey, 1976; Badr e Elkington, 1984
<i>A. dictyoprasum</i> C. Meyer ex Kunth		16, 16+0-1B, 32	Vosa, 1977; Pogosian, 1983; Chen, 1988; Pogosian, 1988; Pogosian, 1991; Özhatay, 1993; Johnson e Özhatay, 1996; Özhatay e Johnson, 1996; Borzatti e Garbari, 1999
<i>A. dilatatum</i> Zahar.		16	Tzanoudakis, 1985; Tzanoudakis e Vosa, 1988
<i>A. djimilense</i> Boiss. ex Regel		16	Özhatay, 1993
<i>A. dodecadontum</i> Vved.		16+0-1B	Pogosian e Seisums, 1992
<i>A. dolichomischum</i> Vved.		16	Vakhtina e Kudrjaschova, 1980
<i>A. dolichostylum</i> Vved.		16	Vakhtina e Kudrjaschova, 1980
<i>A. douglasii</i> Hook.		14	Cai e Chinnappa, 1987; Rieseberg <i>et al.</i> , 1987
<i>A. drobovii</i> Vved.		16	Zakirova e Nafanailova, 1990
<i>A. drummondii</i> Regel		14	Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. ebusitanum</i> Font Quer		16	Cardona e Contandriopoulos, 1983; Miceli e Garbari, 1988
<i>A. eduardi</i> Stearn ex Airy Shaw		16, 32	Kalkman, 1984; Friesen, 1985; Friesen, 1988; Frizen <i>et al.</i> , 1988; Yan <i>et al.</i> , 1989; Friesen, 1991; Yan <i>et al.</i> , 1999

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose ( <i>n</i> )	Mitose ( <i>2n</i> )	Referências
<i>Allium eivissanum</i> Garb. & Miceli		30	Miceli e Garbari, 1987; Gabari <i>et al.</i> , 1991
<i>A. eldivanense</i> Özhatay		16	Özhatay, 1993
<i>A. elmendorfii</i> M.E. Jones ex Ownbey		14	Jacobsen e Ownbey, 1976
<i>A. enginii</i> Özhatay & B. Mathew		16	Johnson e Özhatay, 1996; Özhatay e Johnson, 1996
<i>A. erdelii</i> Zucc.		16	Badr e Elkington, 1977; Vosa, 1977; Bartolo <i>et al.</i> , 1984
<i>A. ericetorum</i> Thore		16, 16+1B, 32	Skalinska <i>et al.</i> , 1976; Májovský e Murín, 1985; Vakhtina e Kudrjaschova, 1980; Castroviejo e Feliner, 1986; Wetschnig, 1992; Wetschnig, 1995; Marcucci e Tornadore, 1999; García-Martínez, 2001
<i>A. erubescens</i> C. Koch		16, 32	Vakhtina, 1985; Johnson e Özhatay, 1996
<i>A. exaltatum</i> Brullo		48	Brullo, 2004
<i>A. falcifolium</i> Hook. & Arn.		14	Jacobsen e Ownbey, 1976
<i>A. farreri</i> Stearn		16	Jacobsen e Ownbey, 1977; Vosa, 1977; Ohri <i>et al.</i> , 1998; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. fasciculatum</i> Rendle		20	Huang <i>et al.</i> , 1995; Xu <i>et al.</i> , 1998; Hongguan, 2005
<i>A. favosum</i> Zahar.		16	Tzanoudakis e Vosa, 1988
<i>A. fethiyense</i> Özhatay & B. Mathew		16	Özhatay e Johnson, 1996
<i>A. fetisowii</i> Regel		16	Zakirova e Nafanailova, 1990; Pogolian e Seisums, 1992
<i>A. fibrillum</i> M.E. Jones		14	Jacobsen e Ownbey, 1976; Badr e Elkington, 1984
<i>A. filidens</i> Regel		16	Zakirova e Nafanailova, 1992
<i>A. fimbriatum</i> var. <i>denticulatum</i> Ownbey & Aase ex Traub	7		McNeal, 1992a



Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Allium fimbriatum</i> var. <i>fimbriatum</i>	7		McNeal, 1992a
<i>A. fimbriatum</i> var. <i>purdyi</i> (Eastw.) Ownbey ex McNeal	7		McNeal, 1992a
<i>A. fistulosum</i> L.	8	16	Kim, 1974; Cheng <i>et al.</i> , 1985; El-Gadi e Elkington, 1975; Fiskesjo, 1975; Jacobsen e Ownbey, 1977; Kubota, 1977; Seo e Kim, 1975; Vosa, 1977; Kamizyo e Tanaka, 1981; Kaul, 1981a; Tanaka e Ohta, 1982; Yonezawa, 1984; Albin e Jones, 1988; Liu e Zhou, 1988; Sato, 1988; Li, 1989; Nanuscyan e Polyakov, 1989; Ohi, 1990; Soliman, 1990; Taniguchi e Tanaka, 1991; Inada e Endo, 1994; Fuchs <i>et al.</i> , 1995; Irifune, 1995; Puizina e Papea, 1996; IE, 1999; Soliman, Borzatti e Garbari, 1999; Talukder e Sem, 2000; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. flavellum</i> Vved.		16	Vakhtina, 1985; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. flavescens</i> Besser		16	Vakhtina e Kudrjaschova, 1977
<i>A. flavidum</i> Ledeb.		16, 24	Friesen, 1986; Friesen, 1988; Zakirova e Nafanailova, 1992
<i>A. flavum</i> L.	8, 8+1B	16, 16+1-2B, 17, 32	Sopova, 1972; Mizianty e Frey, 1973; Ruiz-Rejon e Sanudo, 1976; Vosa, 1976; Jacobsen e Ownbey, 1977; Natarajan, 1977; Vosa, 1977; Bartolo <i>et al.</i> , 1978; Capineri <i>et al.</i> , 1978; Natarajan, 1978; Loidl, 1979; Tanker e Kurucu, 1979; Vakhtina e Kudrjaschova, 1980; Van-Loon e Setten, 1982; Ward, 1984; Tzanoudakis e Vosa, 1988; Soliman, 1990; Karavokyrou e Tzanoudakis, 199; Baltisberger e Baltisberger, 1995; Lovka, 1995; Dobeá <i>et al.</i> , 1997; Soliman, Borzatti e Garbari, 1999; Waldherr, 2000; Ohri e Pistrick, 2001; Krahulcová, 2003

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Allium flavum</i> subsp. <i>flavum</i>	8+1BII	16, 32	Strid e Franzen, 1981; Hruaovská-Osuská, 1988; Özhatay, 1990; De Sarker <i>et al.</i> , 1997
<i>A. flavum</i> var. <i>minus</i> Boiss.		16	Sopova, 1972; Strid e Franzen, 1981
<i>A. flavum</i> subsp. <i>tauricum</i> (Besser) Stearn		16, 32, 48	Strid e Franzen, 1981; Pogosian, 1983; Kudryashova, 1988; Özhatay, 1990; Pogosian, 1991; Johnson e Brandham, 1997
<i>A. francinae</i> Brullo & Pavone		32	Miceli e Garbari, 1991
<i>A. frigidum</i> Boiss. & Heldr.		16, 24	Brullo <i>et al.</i> , 2001
<i>A. funckiiifolium</i> Hand.-Mazz.		16+0-5B	Jing <i>et al.</i> , 1999
<i>A. fuscoviolaceum</i> Fomin		16, 16+1B	Özhatay, 1993; Johnson e Özhatay, 1996; Özhatay e Johnson, 1996
<i>A. fuscum</i> Waldst. & Kit.		16, 24, 32, 48	Vosa, 1976; Vosa, 1977; Tornadore, 1981; Johnson, 1982; Van-Loon e Oudemans, 1992; Papanicolaou, 1984; Özhatay, 1993; De Sarker <i>et al.</i> , 1997
<i>A. galanthum</i> Kar. & Kir.		16	El-Gadi e Elkington, 1975; Vosa, 1977; Zakirova e Nafanailova, 1988; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. geyeri</i> S.Watson	7	14	Badr e Elkington, 1984; Cai e Chinnappa, 1987; Ward e Spellenberg, 1988
<i>A. giganteum</i> Regel		16	Vakhtina, 1985; Fritsch e Astanova, 1998
<i>A. glandulosum</i> Link & Otto		28	Jacobsen e Ownbey, 1976; Palomino e Jimenez, 1988
<i>A. glomeratum</i> Prokh.		16	He e Xu, 2001; Hongguan, 2005
<i>A. glumaceum</i> Boiss. & Hausskn.		16	Johnson e Brandham, 1997
<i>A. goekyigitii</i> Ekim, H. Duman & Güner		16	Ünal <i>et al.</i> , 1999; Ünal e Duman, 2002

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Allium gomphrenoides</i> Boiss. & Heldr.		16	Tzanoudakis, 1985; Johnson e Özhatay, 1996
<i>A. gooddingii</i> Ownbey		14	Jacobsen e Ownbey, 1976
<i>A. goulimyi</i> Tzanoudakis		16	Tzanoudakis, 1983; Tzanoudakis e Vosa, 1988
<i>A. gramineum</i> C. Koch		16, 16+2B	Pogosian, 1991; Pogosian, 1983; Özhatay e Johnson, 1996; Johnson e Özhatay, 1996
<i>A. greuteri</i> Brullo & Pavone		16	Brullo e Pavone, 1983
<i>A. griffithianum</i> Boiss.		16, 32	Pandita, 1979; Kaul, 1981a; Pogosian, 1981; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. grossii</i> Font Quer		46	Brullo <i>et al.</i> , 1992; Castro, 2005
<i>A. guanxianense</i> J.M. Xu		22	Huang <i>et al.</i> , 1995; Hongguan, 2005
<i>A. gubanovii</i> Kamelin		32	Friesen, 1991
<i>A. gunibicum</i> Misch. ex Grossh.		16	Magulaev, 1992; Fuchs <i>et al.</i> , 1995
<i>A. guttatum</i> Steven		16, 32	Laan, 1979; Tzanoudakis e Vosa, 1988; Karavokyrou e Tzanoudakis, 1991
<i>A. guttatum</i> subsp. <i>dalmaticum</i> (A. Kerner ex Janchen) Stearn		16+0-2B, 32	Özhatay, 1993; Lovka, 1995
<i>A. guttatum</i> subsp. <i>guttatum</i>		16, 32, 40	Tzanoudakis, 1985; Özhatay, 1993; De Sarker <i>et al.</i> , 1997; Johnson e Özhatay, 1996; Özhatay e Johnson, 1996
<i>A. guttatum</i> subsp. <i>sardoum</i> K. (Moris) Stearn		16, 16+0-2B; 24, 24+1B, 32, 40	Pastor, 1982; Tzanoudakis, 1985; Özhatay, 1990; Johnson e Özhatay, 1996; Bareka <i>et al.</i> , 1998; Tzanoudakis, 1999
<i>A. guttatum</i> subsp. <i>tenorei</i> (Parl.) Soldano		16	Bartolo <i>et al.</i> , 1984
<i>A. gypsaceum</i> Popov & Vved.		16	Fritsch e Astanova, 1998
<i>A. haematochiton</i> S. Watson		14, 28	Jacobsen e Ownbey, 1976

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose ( <i>n</i> )	Mitose ( <i>2n</i> )	Referências
<i>Allium heldreichii</i> Boiss.		14, 16	Alden, 1976; Strid e Franzen, 1981; Johnson, 1982; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. helicophyllum</i> Vved.		16	Pogosian, 1983
<i>A. herderianum</i> Regel		16	Hongguan, 2005
<i>A. hickmanii</i> Eastw.		14	Jacobsen e Ownbey, 1976
<i>A. hirtovaginatum</i> Kunth		14	Garbari <i>et al.</i> , 1979; Johnson, 1982; Brullo e Pavone, 1988; Garbari <i>et al.</i> , 1991; Karavokyrou e Tzanoudakis, 1991; Tzanoudakis <i>et al.</i> , 1991
<i>A. hirtovaginum</i> Candargy		16	Tanker e Kurucu, 1979; Karavokyrou e Tzanoudakis, 1991; Özhatay, 1993
<i>A. hissaricum</i> Vved.		16	Vakhtina, 1985; Fritsch e Astanova, 1998; Ohri <i>et al.</i> , 1998; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. hoffmanii</i> Ownbey ex Traub		14	Jacobsen e Ownbey, 1976
<i>A. hollandicum</i> R.M. Fritsch		16	Fritsch e Astanova, 1998; Ohri <i>et al.</i> , 1998; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. hookeri</i> Thwaites		22, 33, 44	Wei <i>et al.</i> , 1985; Li, 1989; Huang <i>et al.</i> , 1995; Ohri e Pistrick, 2001; Zhang e Xu, 2002; Hongguan, 2005
<i>A. hookeri</i> var. <i>muliense</i> Airy Shaw		22	Huang <i>et al.</i> , 1995; Hongguan, 2005
<i>A. horvatii</i> Lovric		16	Bedalov e Lovric, 1978
<i>A. howellii</i> Eastw.		14	Jacobsen e Ownbey, 1976
<i>A. howellii</i> var. <i>sanbenitense</i> (Traub) Ownbey & Aase		14	Jacobsen e Ownbey, 1976
<i>A. huber-morathii</i> Kollmann		16	Kollmann <i>et al.</i> , 1983; Özhatay, 1993
<i>A. humile</i> Kunth	8	16	MS, 1975; Mehra e Pandita, 1978; Kaul, 1981a; Pogosian, 1981
<i>A. hymenorhizum</i> Ledeb.		16	Jacobsen e Ownbey, 1977; Vakhtina e Kudrjaschova, 1977; Friesen, 1985; Friesen, 1988; Zakirova e Nafanailova, 1990; Ohri e Pistrick, 2001

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Allium hymettium</i> Boiss. & Heldr.		16	Johnson, 1982
<i>A. iliense</i> Regel		16	Fritsch e Astanova, 1998
<i>A. incensiodorum</i> Radic “nome não resolvido”		16	Friesen e Herrmann, 1998
<i>A. inderiense</i> Fisch. ex Bunge		32	Vosa, 1977
<i>A. insubricum</i> Boiss. & Reut.		14	Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. insufficiens</i> Vved.		16	Pogosian e Seisums, 1992
<i>A. integerrimum</i> Zahar.		16	Montmollin, 1986
<i>A. inutile</i> Makino		16	Kuroki, 1993
<i>A. ionicum</i> Brullo & Tzanoud.		16	Brullo e Tzanoudakis, 1994; Kriemadi <i>et al.</i> , 2002
<i>A. iranicum</i> (Wendelbo) Wendelbo		16, 32	Pogosian Takhtajan, 1990
<i>A. jacquemontii</i> Kunth	8	16	Kaul, 1981a; Pogosian, 1981
<i>A. jesdianum</i> subsp. <i>angustitepalum</i> (Wendelbo) F.O.Khass. & R.M.Fritsch		16	Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. jepsonii</i> (Ownbey & Aase ex Traub) S.S. Denison & McNeal	7		Denison e Mcneal, 1989
<i>A. jubatum</i> J.F. Macbr.		16	Özhatay, 1993
<i>A. junceum</i> Sm.	8	16	Karavokyrou e Tzanoudakis, 1991; Tzanoudakis, 1999; Vogt e Aparicio, 1999
<i>A. junceum</i> subsp. <i>junceum</i>		16	Özhatay e Johnson, 1996; De Sarker <i>et al.</i> , 1997
<i>A. junceum</i> subsp. <i>tridentatum</i> Kollmann		16	Özhatay e Johnson, 1996
<i>A. karacae</i> M. Koyuncu		16	Ünal e Duman, 2002
<i>A. karamanoglui</i> Koyuncu & Kollm.		16	Koyuncu e Ozhatay, 1983
<i>A. karataviense</i> Regel		18	Jacobsen e Ownbey, 1977; Zakirova e Nafanailova, 1990; Pogosian e Seisums, 1992

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Allium karelinii</i> Poljakov		32	Friesen, 1986
<i>A. karistanum</i> Brullo, Pavone & Salmeri		16	Brullo <i>et al.</i> , 1997b
<i>A. karyeteini</i> Post		16	Johnson e Özhatay, 1996; Özhatay e Johnson, 1996
<i>A. kastambulense</i> Kollmann		16	Özhatay, 1993
<i>A. kermesinum</i> Rchb.		16	Wetschnig, 1995
<i>A. kharputense</i> Freyn & Sint.		16	Pogosian, 1983; Özhatay, 1993
<i>A. kiiense</i> (Murata) Hir.Takah.bis & M.Hotta	8	16	Dubouzet <i>et al.</i> , 1993
<i>A. koelzii</i> (Wendelbo) K. Persson & Wendelbo		16	Persson e Wendelbo, 1979
<i>A. kokanicum</i> Regel		16	Vakhtina e Kudrjaschova, 1977
<i>A. kollmannianum</i> Brullo, Pavone & Salmeri		16	Brullo <i>et al.</i> , 1991
<i>A. komarowii</i> Lipsky		16	Vakhtina, 1985; Pogosian e Seisums, 1992
<i>A. kondensatum</i> Turcz. “nome não resolvido”		16	Gritsenko e Gurzenkov, 1983
<i>A. kopetdagense</i> Vved.		16	Vakhtina, 1985
<i>A. koreanum</i> H.J.Choi & B.U. Oh		16	Choi, 2004
<i>A. korolkowii</i> Regel		16	Vakhtina e Kudrjaschova, 1981
<i>A. kossoricum</i> Fomin		16	Özhatay, 1993
<i>A. kujukense</i> Vved.		18	Pogosian e Seisums, 1992
<i>A. kunthianum</i> Vved.		16, 32	Pogosian, 1981; Pogosian, 1983; Gagnidze e Gviniashvili, 1984; Vir-Jee e Kachroo, 1985; Gagnidze <i>et al.</i> , 1986; Pogosian, 1991; Magulaev, 1992; Özhatay, 1993; Gagnidze e Gviniashvili, 1997; Gagnidze <i>et al.</i> , 1998
<i>A. kuramense</i> F. Khassanov & N.W. Friesen		16+1B	Fritsch <i>et al.</i> , 1998
<i>A. kurssanovii</i> Popov		16	Zakirova e Nafanailova, 1988; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. kwakense</i> (R.M. Fritsch) R.M. Fritsch		16	Fritsch e Astanova, 1998

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Allium lacunosum</i> var. <i>davisiae</i> (M.E. Jones) McNeal & Ownbey	7		Mcneal e Ownbey, 1982
<i>A. lacunosum</i> var. <i>kernensis</i> McNeal & Ownbey	7		Mcneal e Ownbey, 1982
<i>A. lacunosum</i> var. <i>lacunosum</i>	7	14	Jacobsen e Ownbey, 1976; Mcneal e Ownbey, 1982
<i>A. lacunosum</i> var. <i>micranthum</i> Eastw.	7		Mcneal e Ownbey, 1982
<i>A. lagarophyllum</i> Brullo, Pavone & Tzanoud.		16	Brullo <i>et al.</i> , 1993a
<i>A. lamondiae</i> Wendelbo	8		Khatoon e Ali, 1993
<i>A. ledebourianum</i> Schultes & J.H. Schultes in Roemer & Schultes		16	Vosa, 1977; Gritsenko e Gurzenkov, 1983; Friesen, 1986; Friesen, 1988; Nanuscyan e Polyakov, 1989; Zakirova e Nafanailova, 1992; Friesen <i>et al.</i> , 1997
<i>A. lefkarensense</i> Brullo, Pavone & Salmeri		16	Brullo <i>et al.</i> , 1993
<i>A. lehmannii</i> Lojac.		16	Miceli e Garbari, 1991
<i>A. lemmonii</i> S. Watson		14	Jacobsen e Ownbey, 1976
<i>A. leucanthum</i> C. Koch		16, 32	Pogosian, 1981; Pogosian, 1983; Vakhtina, 1985
<i>A. leucocephalum</i> Turcz. ex Ledeb.		16, 32	Frizen, 1983; Kalkman, 1984; Krasnikova e Rostovtseva, 1984; Friesen, 1988; Tolgor <i>et al.</i> , 1993; Tolgor e Xu, 1994; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. leucosphaerum</i> Aitch. & Baker		16+0-2B	Vakhtina, 1989
<i>A. lineare</i> L.		16, 32	Kartashova <i>et al.</i> , 1974b; Kartashova <i>et al.</i> , 1974a; Vakhtina e Kudrjaschova, 1980; Krasnikova <i>et al.</i> , 1983; Kalkman, 1984; Krasnikova <i>et al.</i> , 1984; Friesen, 1988; Zakirova e Nafanailova, 1992; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. linearifolium</i> H.J.Choi & B.U. Oh		16	Choi, 2003

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Allium lipskyanum</i> Vved.		16	Fritsch e Astanova, 1998; Ohri <i>et al.</i> , 1998; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. listera</i> Stearn		16+0-5B	Borzatti e Garbari, 1999
<i>A. litardierei</i> J.-M.Tison	8	16	Galland, 1988
<i>A. litvinovii</i> Drob. ex Vved.		16	Pogosian e Seisums, 1992
<i>A. lojaconoi</i> Brullo et al.		16	Brullo et al., 1982
<i>A. longanum</i> Pamp.		28	Bartolo <i>et al.</i> , 1984
<i>A. longifolium</i> (Kunth) Spreng.		14	Jacobsen e Ownbey, 1976; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. longiradiatum</i> (Regel) Vved.		16	Zakirova e Nafanailova, 1992
<i>A. longispathum</i> Redouté		32, 40	Brullo <i>et al.</i> , 1991
<i>A. longistylum</i> Baker		16	Choi, 2003
<i>A. lopadusanum</i> G. Bartolo, S. Brullo & P. Pavone		16	Bartolo <i>et al.</i> , 1986
<i>A. lusitanicum</i> Lam.		16, 24, 32, 32+3B	Pastor, 1982; Speta, 1984; Ward, 1984; Di Fulvio, 1986; Wetschnig, 1992; Waldherr, 2000
<i>A. luteolum</i> Halácsy		16	Brullo <i>et al.</i> , 2001
<i>A. lycaonicum</i> Siehe		16, 24	Koyuncu e Ozhatay, 1983; Özhatay, 1993
<i>A. maackii</i> (Maxim.) Prokh. ex Kom. & Aliss.		16	Gritsenko e Gurzenkov, 1983
<i>A. macedonicum</i> Zahar.		16	Papanicolaou, 1984
<i>A. macleanii</i> Baker	8	16	Pandita, 1979; Kaul, 1981a; Pogosian, 1981; Pogosian e Seisums, 1992; De Sarker <i>et al.</i> , 1997; Fritsch e Astanova, 1998
<i>A. macranthum</i> Baker		14, 28	Li <i>et al.</i> , 1992; Huang <i>et al.</i> , 1995; Hongguan, 2005
<i>A. macrochaetum</i> Boiss. & Hausskn.		16	Şiraneci, 1992; Johnson e Özhatay, 1996; Borzatti e Garbari, 1999



Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Allium macropetalum</i> Rydb.	7		Schaack <i>et al.</i> , 1984; Ward, 1984
<i>A. macrostemon</i> Bunge		32, 40, 48	Kawano e Nagai, 1975; Gritsenko e Gurzenkov, 1983; Rudyka, 1984; Takahashi <i>et al.</i> , 1988; R, 1995; Shang <i>et al.</i> , 1997; Probatova <i>et al.</i> , 1998; Rudyka, 1998; Ogura <i>et al.</i> , 1999; Zhu e Xu, 1999; Ogura <i>et al.</i> , 2000; Ohri e Pistrick, 2001; Ogura <i>et al.</i> , 2002; Hongguan, 2005
<i>A. macrum</i> S. Watson		14	Jacobsen e Ownbey, 1976
<i>A. madidum</i> S. Watson		28	Jacobsen e Ownbey, 1976
<i>A. mairei</i> H. Lév.		16, 32	Ohri <i>et al.</i> , 1998; Ohri e Pistrick, 2001; Choi, 2004
<i>A. malyshevii</i> N.V. Friesen		16	Friesen, 1991
<i>A. maniatium</i> Brullo & Tzanoudakis		16	Brullo e Tzanoudakis, 1989
<i>A. maowenense</i> J.M. Xu		16	Xu <i>et al.</i> , 1994
<i>A. marathasicum</i> Brullo, Pavone & Salmeri		24	Brullo <i>et al.</i> , 1993
<i>A. mareoticum</i> Bornm. & Gauba		32	Hamoud <i>et al.</i> , 1990
<i>A. mariae</i> Bordz.		16	Pogosian e Takhtajan, 1990
<i>A. marschallianum</i> Vved.		16	De Sarker <i>et al.</i> , 1997
<i>A. massaessylum</i> Batt. & Trabut	7	14	Pastor, 1982; Elena-Rossello <i>et al.</i> , 1987
<i>A. materculae</i> Bordz.		16	Pogosian, 1983
<i>A. maximowiczii</i> Regel		16	Rudyka, 1984; Friesen, 1985; Friesen, 1988
<i>A. melananthum</i> Coincy		16	Pastor, 1982
<i>A. melantherum</i> Panc.		16, 24, 24+1B, 32	Ceschmedjiev, 1976; Cheshmedjiev, 1979; Tzanoudakis e Vosa, 1988; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. membranaceum</i> Ownbey ex Traub		14	Jacobsen e Ownbey, 1976

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Allium meteoricum</i> Heldr. & Hausskn. ex Hal.		16	Sopova, 1972; Stearn, 1978; Johnson, 1982; Brullo, 1995; Brullo <i>et al.</i> , 2001
<i>A. microdictyon</i> Prokh.		16	Friesen, 1985; Friesen, 1986; Friesen, 1988; Friesen, 1991; Stepanov, 1994
<i>A. mirum</i> Wendelbo		16	Pogosian e Seisums, 1992
<i>A. moly</i> L.	.	14	Badr e Elkington, 1977; Pastor, 1982; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. monanthum</i> Maxim.		16, 24, 32	Kawano e Nagai, 1975; Gritsenko e Gurzenkov, 1983; Noda e Kawano, 1988; Kawano <i>et al.</i> , 2005
<i>A. mongolicum</i> Turcz. ex Regel		16	Kalkman, 1984; Yan <i>et al.</i> , 1989; Friesen, 1991; Yang <i>et al.</i> , 1998; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. moschatum</i> L.		16	Sopova, 1972; Natarajan, 1977; Vosa, 1977; Natarajan, 1978; Strid e Franzen, 1981; Tzanoudakis, 1982; Tzanoudakis e Vosa, 1988; Özhatay, 1990; Pogosian e Takhtajan, 1990; Pogosian, 1991; Baltisberger e Baltisberger, 1995; Marcucci e Tornadore, 1999
<i>A. munzii</i> (Ownbey & Aase ex Traub) McNeal	7		McNeal, 1992a
<i>A. myrianthum</i> Boiss.		16	Tanker e Kurucu, 1979
<i>A. nanodes</i> Airy Shaw		16, 16+0-3B	Jing <i>et al.</i> , 1999; Hongguan, 2005
<i>A. nanum</i> (Asch. & Gr.) Cheshm. “nome não resolvido”		16, 16+0-1B	Ceschmedjiev, 1976; Cheshmedjiev, 1979
<i>A. neapolitanum</i> Cirillo	14	14, 21, 27, 28, 30-32, 34-36, 39, 40, 42	Badr e Elkington, 1977; Pastor, 1982; Özhatay, 1990; Karavokyrou e Tzanoudakis, 1991; Lovka, 1995; Pejčinović, 1995; Puizina <i>et al.</i> , 1995; Tzanoudakis, 1999
<i>A. nebrodense</i> Guss.		16	Devesa <i>et al.</i> , 1988

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose ( <i>n</i> )	Mitose ( <i>2n</i> )	Referências
<i>Allium neriniflorum</i> (Herb.) G. Don		16, 32, 16+0-1B	Friesen, 1986; Friesen, 1988; Zhang, 1994; Shang <i>et al.</i> , 1997; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. nevadense</i> S. Watson		14	Jacobsen e Ownbey, 1976
<i>A. nevii</i> S. Watson		14, 28	Jacobsen e Ownbey, 1976; Rieseberg <i>et al.</i> , 1987
<i>A. nevsehirense</i> Koyuncu & Kollmann		16, 32	Özhatay, 1993; Johnson e Özhatay, 1996; Özhatay e Johnson, 1996
<i>A. nevskianum</i> Vved.		16	Fritsch e Astanova, 1998
<i>A. nigrum</i> L.		16, 32	Sopova, 1972; Jacobsen e Ownbey, 1977; Vosa, 1977; Kaul, 1981a; Johnson, 1982; Pastor, 1982; Singh, 1982; Koyuncu e Ozhatay, 1983; Cortes e Escalza, 1986; Özhatay, 1990; Karavokyrou e Tzanoudakis, 1991; Ohri <i>et al.</i> , 1998; Tzanoudakis, 1999; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. nutans</i> L.		24, 32, 36, 38- 40, 48, 64, 72	Frizen, 1986; Frizen, 1988; Zakirova e Nafanailova, 1988; Krasnikov e Lomonosova, 1990; Malakhova, 1990; Friesen, 1991; Malakhova e Makova, 1994; Malakhova, 1997; Malakhova, 1998; Shang <i>et al.</i> , 1997; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. obliquum</i> L.		16, 32	Jacobsen e Ownbey, 1977; Vosa, 1977; Friesen, 1986; Friesen, 1988; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. obtusiflorum</i> Redouté		16	Van-Loon e Snelders, 1979; Brullo <i>et al.</i> , 1982; Phitos <i>et al.</i> , 1989
<i>A. obtusum</i> Lemmon		14	Jacobsen e Ownbey, 1976
<i>A. obtusum</i> var. <i>conspicuum</i> Mortola & McNeal	7		Májovský e Murín, 1985
<i>A. obtusum</i> var. <i>obtusum</i>	7		Gritsenko e Gurzenkov, 1983; Probatova, 2006
<i>A. ochotense</i> Prokh.		32	Ohri e Pistrick, 2001

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose ( <i>n</i> )	Mitose ( <i>2n</i> )	Referências
<i>Allium oleraceum</i> L.		24, 32, 40, 48	Sopova, 1972; Vosa, 1976; Vosa, 1977; Capineri <i>et al.</i> , 1978; Vachova e Ferakova, 1980; Arohonka, 1982; Pastor, 1982; Speta, 1984; Ward, 1984; Halkka, 1985; Laane e Lie, 1985; Vakhtina, 1985; Vir-Jee e Kachroo, 1985; Pogan <i>et al.</i> , 1986; Joachimiak, 1990; Měsíček e Javůrková-Jarolímová, 1992; Měsíček, 1992; Wetschnig, 1992; Lövkvist e Hultgård, 1999; Borzatti e Garbari, 1999; Murin <i>et al.</i> , 1999; Borzatti e Garbari, 1999; Loidl, 2000; Waldherr, 2000; Krahulcová, 2003; Astrom e Haeggstrom, 2004
<i>A. oliganthum</i> Kar. & Kir.		16, 24	Friesen, 1988; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. oltense</i> Grossheim		16	Özhatay, 1993; Johnson e Özhatay, 1996
<i>A. olympicum</i> Boiss.		16	Özhatay, 1993
<i>A. omeiense</i> Z.Y. Zhu		22	Zhang <i>et al.</i> , 2002; Huang <i>et al.</i> , 1995; Hongguan, 2005
<i>A. ophiophyllum</i> Vved.		16	Vakhtina, 1985
<i>A. oporinanthum</i> Brullo, Pavone & Salmeri		32	Brullo <i>et al.</i> , 1997c
<i>A. oreaprasoides</i> Vved.		16, 32	Zakirova e Nafanailova, 1988
<i>A. oreophilum</i> C.A. Mey.		14, 16	Badr e Elkington, 1977; Jacobsen e Ownbey, 1977; Vosa, 1977; Pogosian, 1983; Hanelt <i>et al.</i> , 1989; Özhatay, 1993
<i>A. oreoprasum</i> Schrenk		16	Vakhtina e Kudrjaschova, 1977; Kaul, 1981a
<i>A. orientale</i> Boiss.		16, 24, 32	Bartolo <i>et al.</i> , 1984; Pogosian e Seisums, 1992; Tzanoudakis, 1999
<i>A. oschaninii</i> O. Fedtsch.		16	Vosa, 1977; Vakhtina, 1985; Nanuscyan e Polyakov, 1989
<i>A. ovalifolium</i> Hand.-Mazz.		16, 16+1-6B, 24	Hong e Zhu, 1987; Jing <i>et al.</i> , 1999; Hongguan, 2005

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Allium paepalanthoides</i> Airy Shaw		16+3B	Zhang <i>et al.</i> , 2002
<i>A. pallasii</i> Murray		16	Vakhtina e Kudrjaschova, 1977; Zakirova e Nafanailova, 1988; He e Xu, 2001; Hongguan, 2005
<i>A. pallens</i> L.		16, 24, 32	Marchi e Illuminati, 1974; Vosa, 1977; Tanker e Kurucu, 1979; Pastor, 1982; Ruiz-Rejon <i>et al.</i> , 1986; Karavokyrou e Tzanoudakis, 1991; De Sarker <i>et al.</i> , 1997; Tzanoudakis, 1999; Brullo <i>et al.</i> , 2003
<i>A. pandzhi</i> Seisums “nome não resolvido”		16	Pogosian e Seisums, 1992
<i>A. paniculatum</i> L.	8, 8+0-2B	16, 16+2-3B, 24, 32, 40	Sopova, 1972; Marchi e Illuminati, 1974; Ruiz-Rejon, 1976; Vosa, 1977; Fernández Casas e Villaraco, 1981; Pastor, 1982; Van-Loon e Setten, 1982; Vir-Jee e Kachroo, 1985; Ruiz-Rejon <i>et al.</i> , 1986; Tzanoudakis e Vosa, 1988; Karavokyrou e Tzanoudakis, 1991; Pogosian, 1991; Borzatti e Garbari, 1999; Murin <i>et al.</i> , 1999
<i>A. paniculatum</i> subsp. <i>fussii</i> (A. Kern.) Soó		16	Mraz, 2005
<i>A. paniculatum</i> subsp. <i>paniculatum</i>		16, 32, 40	Pogosian, 1983; Montmollin, 1986; Zakirova e Nafanailova, 1988; Özhatay, 1990; Pogosian, 1991; Özhatay, 1993
<i>A. paradoxum</i> (M.Bieb.) G. Don		16	Badr e Elkington, 1977; Vosa, 1977; Pogosian, 1983; Měsíček e Javůrková-Jarolímová, 1992; Měsíček, 1992; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. parciflorum</i> Viv.		16	Brullo <i>et al.</i> , 1982
<i>A. pardoi</i> Loscos		48	Pastor, 1982
<i>A. parishii</i> S. Watson		14	Jacobsen e Ownbey, 1976
<i>A. parnassicum</i> (Boiss.) Hal.		16, 24	Tzanoudakis e Vosa, 1988; Brullo <i>et al.</i> , 2001

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Allium parryi</i> S. Watson	7		McNeal, 1992a
<i>A. parvum</i> Kellogg		14	Jacobsen e Ownbey, 1976
<i>A. peninsulare</i> Lemmon ex Greene		14	Mcneil e Ownbey, 1977
<i>A. peninsulare</i> var. <i>peninsulare</i>		14	Jacobsen e Ownbey, 1976
<i>A. pentadactyli</i> Brullo, Pavone & Spampinato		16	Brullo <i>et al.</i> , 1989; Serra <i>et al.</i> , 2001
<i>A. peroninianum</i> Azn.		16	Özhatay, 1990; Özhatay, 1993
<i>A. petraeum</i> Kar. & Kir.		16	Zakirova e Nafanailova, 1990; Vakhtina e Kudrjaschova, 1977
<i>A. phaneranthum</i> Boiss. & Hausskn.		16	De Sarker <i>et al.</i> , 1997
<i>A. phrygium</i> Boiss.		16	Özhatay, 1993
<i>A. phthioticum</i> Boiss. & Heldr.		16, 24	Tzanoudakis, 1982
<i>A. pictistamineum</i> O. Schwarz		16	Karavokyrou e Tzanoudakis, 1991
<i>A. pilosum</i> Smith		16	Tzanoudakis e Vosa, 1988; Brullo <i>et al.</i> , 1995a; Brullo <i>et al.</i> , 2001
<i>A. platakisii</i> Tzanoud. & Kypriotakis		16	Tzanoudakis e Kypriotakis, 1993
<i>A. platycaule</i> S. Watson		14	Jacobsen e Ownbey, 1976
<i>A. platyspathum</i> Schrenk		16	Vakhtina e Kudrjaschova, 1977; Friesen, 1988; Friesen, 1986; Zakirova e Nafanailova, 1988
<i>A. plurifoliatum</i> Rendle		16+1B, 32	Fu e Chang, 1991; Zhang <i>et al.</i> , 2002
<i>A. polyanthum</i> Schult. & Schult. f.		32	Fernández Casas e Villaraco, 1981; Guern <i>et al.</i> , 1991; Verlaque <i>et al.</i> , 1995
<i>A. polyrhizum</i> Turcz. ex Regel		16, 32	Tolgor <i>et al.</i> , 1993; Yang <i>et al.</i> , 1998; Hongguan, 2005
<i>A. ponticum</i> Misch. ex Grossh.		32	Özhatay, 1993

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose ( <i>n</i> )	Mitose ( <i>2n</i> )	Referências
<i>Allium prattii</i> C.H. Wright		16, 16+0-2B, 32	Zhang <i>et al.</i> , 2002; Xue <i>et al.</i> , 2000; Jing <i>et al.</i> , 1999; Hongguan, 2005
<i>A. x proliferum</i> (Híbrido) (Moench) Schrad. ex Willd.		16	Fiskesjo, 1975; Adaniya <i>et al.</i> , 1978; Fujieda <i>et al.</i> , 1980; Schubert e Wobus, 1985; Zakirova e Nafanailova, 1988; Özhatay, 1990; LS, 1995; Papea, 1999
<i>A. proponticum</i> Stearn & N. Ozhatay		16	Özhatay, 1990; Karavokyrou e Tzanoudakis, 1991
<i>A. proponticum</i> var. <i>proponticum</i>		16	Johnson e Özhatay, 1996
<i>A. prostratum</i> Trevir.		16	Frizen, 1983; Friesen, 1988
<i>A. protensum</i> Wendelbo		32	De Sarker <i>et al.</i> , 1997
<i>A. przewalskianum</i> Regel		16, 32, 64	Kaul, 1981a; Yang <i>et al.</i> , 1998; Xue <i>et al.</i> , 2000; Hongguan, 2005
<i>A. pseudoalbidum</i> N.Friesen		16	Özhatay, 1993
<i>A. pseudoampeloprasum</i> Miscz. ex Grossh.		16, 32	Pogosian, 1991; Özhatay, 1993; Pogosian, 1997
<i>A. pseudoflavum</i> Vved.		16, 16+2B	Kudryashova, 1988; Pogosian, 1991; Özhatay, 1993
<i>A. pseudojaponicum</i> Makino		32	Choi, 2006
<i>A. pseudostrictum</i> Albov		48	Magulaev, 1992
<i>A. pskemense</i> B. Fedtsch.		16	Bochantseva, 1972; Vosa, 1977; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. pumilum</i> Vved.		16	Friesen, 1986; Friesen, 1988
<i>A. pyrenaicum</i> Costa & Vayr.		32	Pastor, 1982
<i>A. ramosum</i> L.		16, 16+0-1B, 32	Jacobsen e Ownbey, 1977; Rickards, 1977; Frizen, 1983; Gritsenko e Gurzenkov, 1983; Kalkman, 1984; Rudyka, 1984; Friesen, 1985; Zou e Jia, 1985; Friesen, 1986; Friesen, 1988; Yan <i>et al.</i> , 1989; Tolgor <i>et al.</i> , 1993; Tolgor e Xu, 1994; Shang <i>et al.</i> , 1997; Yan <i>et al.</i> , 1999; Ohri e Pistrick, 2001; Yan <i>et al.</i> , 2001; Yan <i>et al.</i> , 2001; Yamashita <i>et al.</i> , 2005; Shatokhina, 2006

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Allium reuterianum</i> Boiss.		16	Özhatay e Johnson, 1996
<i>A. rhizomatum</i> Wooton & Standl.		28	Jacobsen e Ownbey, 1976; Palomino e Jimenez, 1988
<i>A. rhodiaceum</i> Brullo, Pavone & Salmeri		16	Brullo <i>et al.</i> , 1992
<i>A. rhodopeum</i> Velen.		16	Özhatay, 1990; Brullo <i>et al.</i> , 1998
<i>A. ritsi</i> Iatrou & Tzanoud.		14	Iatrou e Tzanoudakis, 1995
<i>A. robinsonii</i> L.F. Hend.		14	Jacobsen e Ownbey, 1976
<i>A. robustum</i> Kar. & Kir.		16	Pogosian e Seisums, 1992
<i>A. rollovii</i> Grossheim		16	Özhatay, 1993
<i>A. rosenbachianum</i> Regel		16	Vosa, 1977; Kaul, 1981a; Ohri <i>et al.</i> , 1998; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. rosenbachianum</i> subsp. <i>rosenbachianum</i>		16	Fritsch e Astanova, 1998
<i>A. rosenorum</i> R.M. Fritsch		16	Fritsch e Astanova, 1998
<i>A. roseum</i> L.		16, 24, 28, 32, 40, 48	Natarajan, 1977; Saini e Rait, 1974; Borgen, 1975; Natarajan, 1978; Stearn, 1978; Laan, 1979; Fernández Casas e Villaraco, 1981; Johnson, 1982; Pastor, 1982; Castroviejo e Feliner, 1986; Tzanoudakis e Vosa, 1988; Hamoud <i>et al.</i> , 1990; Özhatay, 1990; Van-Loon e Oudemans, 1992; Lovka, 1995; Marcucci e Tornadore, 1997b
<i>A. rotundum</i> L.	16	16, 24, 32, 48, 64	Ruiz- Sopova, 1972; Magulaev, 1976; Rejon e Sanudo, 1976; Ruiz-Rejon, 1976; Jacobsen e Ownbey, 1977; Vosa, 1977; Pogosian, 1981; Johnson, 1982; Pastor, 1982; Pogosian, 1983; Buttler, 1985; Tzanoudakis, 1985; Kudryaschova, 1990; Pogosian e Takhtajan, 1990; Karavokyrou e Tzanoudakis, 1991; Pogosian, 1991; Kara e Ökten, 1992; Měšiček e Javůrková-Jarolímová, 1992; Özhatay, 1993; Özhatay <i>et al.</i> , 1993; Johnson e Özhatay, 1996; Özhatay e Johnson, 1996; Murin <i>et al.</i> , 1999; Borzatti e Garbari, 1999; Tzanoudakis, 1999



Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Allium rotundum</i> subsp. <i>rotundum</i>	8	16, 16+0-2B, 24, 32, 40	Ceschmedjiev, 1976; Johnson e Özhatay, 1996; Özhatay e Johnson, 1996; De Sarker <i>et al.</i> , 1997
<i>A. rouyi</i> Gaut.		16	Pastor e Diosdado, 1995
<i>A. roylei</i> Stearn	1VI+1IV+3II, 2IV+4II	16	Sharma e Gohil, 2003
<i>A. rubellum</i> M. Bieb.		16, 16+0-1B, 24, 32	Vosa, 1977; Mehra e Pandita, 1978; Pogosian, 1983; Vakhtina, 1985; Pogosian, 1989; Pogosian, 1991; Pogosian e Takhtajan, 1990
<i>A. rubens</i> Schrad. ex Willd.		16, 24	Komissarov e Tarassova, 1980; Rostovtseva <i>et al.</i> , 1981; Friesen, 1985; Friesen, 1986; Friesen, 1988; Zakirova e Nafanailova, 1988; Friesen, 1991
<i>A. rubrovittatum</i> Boiss. & Heldr.		16	Tzanoudakis, 1985; De Sarker <i>et al.</i> , 1997
<i>A. ruhmerianum</i> Aschers. ex Durand & Barratte		33	Bartolo <i>et al.</i> , 1984
<i>A. runemarkii</i> Trigas & Tzanoud.		16	Trigas e Tzanoudakis, 2000
<i>A. rupestre</i> Steven		16, 21, 24, 28	Vir-Jee e Kachroo, 1985; Pogosian, 1989; Özhatay, 1993; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. rupicola</i> Boiss. ex Mouterde		16+B	Tanker e Kurucu, 1979
<i>A. sabulosum</i> Steven ex Bunge		16	Zakirova e Nafanailova, 1990; Zakirova, 1999
<i>A. sacculiferum</i> Maxim.		32, 42	Lee, 1967; Gritsenko e Gurzenkov, 1983; Rudyka, 1986; Seo e Kim, 1989; Choi, 2003
<i>A. samothracicum</i> Tzanoud., Strid & Kit Tan		16	Trigas e Tzanoudakis, 2000
<i>A. sanbornii</i> var. <i>congdonii</i> Jeps.	7	14	Jacobsen e Ownbey, 1976; Denison e McNeal, 1989
<i>A. sanbornii</i> var. <i>sanbornii</i>	7		Denison e McNeal, 1989
<i>A. sandrasicum</i> Kollmann		16	Johnson e Özhatay, 1996;

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Allium sandrasicum</i> Kollmann			Özhatay e Johnson, 1996
<i>A. saposchnikovii</i> Nikitina		16	Pogosian e Seisums, 1992
<i>A. sarawschanicum</i> Regel		16	Fritsch e Astanova, 1998
<i>A. sativum</i> L.	8, 8II, 9	12, 16	Narain e Raina, 1975; Ferri <i>et al.</i> , 1976; Goto, 1977; Vosa, 1977; Murin, 1978; Roy, 1978; Verma e Mittal, 1978; Koul <i>et al.</i> , 1979; Pandita, 1979; Banerjee, 1980; Sato <i>et al.</i> , 1980; Kaul, 1981a; Sato e Kawamura, 1981; Cortes <i>et al.</i> , 1983; Cortes e Escalza, 1986; Zakirova e Nafanailova, 1988; Etoh, 1986; Li, 1989; Ohi, 1990; Vijayavalli e Mathew, 1990; Wajahatullah e Vahidy, 1990; Zhang, 1993; Fuchs <i>et al.</i> , 1995; Hizume <i>et al.</i> , 1995; Jacobkutty e Bhavanandan, 1996; Johnson e Özhatay, 1996; Johnson e Brandham, 1997; Zhang <i>et al.</i> , 1999; Talukder e Sem, 2000; Ohri e Pistrick, 2001; Chen <i>et al.</i> , 2003; Yuzbasioglu, 2004
<i>A. savii</i> Parl.		32	Brullo <i>et al.</i> , 1994a
<i>A. saxatile</i> M. Bieb.		16, 16+2B, 32	Gagnidze e Chkheidze, 1975; Magulaev, 1976; Vosa, 1977; Vakhtina e Kudrjaschova, 1980; Vakhtina e Kudrjaschova, 1981; Pogosian, 1983; Vakhtina, 1985; Friesen, 1986; Friesen, 1988; Kudryashova, 1988; Zakirova e Nafanailova, 1988; Nanuscyan e Polyakov, 1989; Fuchs <i>et al.</i> , 1995; Pogosian, 1997
<i>A. scaberrimum</i> M.Serres		48	Guern <i>et al.</i> , 1991
<i>A. scabriflorum</i> Boiss.		16	Johnson e Özhatay, 1996; Özhatay e Johnson, 1996; Ünal e Duman, 2002
<i>A. scabriscapum</i> Boiss. & Kotschy		16	Pogosian, 1983; Vakhtina, 1985; Pogosian, 1997; Yamashita <i>et al.</i> , 2005

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Allium schischkinii</i> Sobolevsk.		16	Friesen, 1986
<i>A. schmitzii</i> Coutinho		32	Pastor, 1982
<i>A. schoenoprasum</i> L.	8	14, 16, 16+0-18B, 32, 48	Rickards, 1977; Vosa, 1977; Murin, 1978; Krogulevich, 1971; Sopova, 1972; Krogulevich, 1976; Mehra e Pandita, 1979; Pandita, 1979; Kaul, 1981a; Pastor, 1982; Pogosian, 1983; Ward, 1984; Murin <i>et al.</i> , 1984; Speta, 1984; Friesen, 1985; Halkka, 1985; Friesen, 1986; Rudyka, 1986; Lavrenko e Serditov, 1987; Friesen, 1988; Lavrenko <i>et al.</i> , 1989; Nanuscyan e Polyakov, 1989; Ohi, 1990; Pogosian e Takhtajan, 1990; Zakirova e Nafanailova, 1990; Friesen, 1991; Lavrenko <i>et al.</i> , 1991; Tardif e Morisset, 1992; Özhatay, 1993; Friesen <i>et al.</i> , 1997; Montgomery <i>et al.</i> , 1997; Pogosian, 1997; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. schoenoprasum</i> var. <i>gredense</i> (Rivas Mateos) Rivas Martinez		32	Fernández Casas e Santamaria, 1978
<i>A. schoenoprasum</i> subsp. <i>schoenoprasum</i>	8	16, 16+0-10B, 24, 32	Belaeva e Siplivinsky, 1975; Khaleel, 1978; Love e Love, 1980; Love e Love, 1981; Arohonka, 1982; Kalkman, 1984; Chinnappa e Basappa, 1986; Cai e Chinnappa, 1987; Ohi, 1990; Joachimiak, 1991; Wetschnig, 1992; Golczyk, 1994; Lovka, 1995; Borzatti e Garbari, 1999; Lövkvist e Hultgård, 1999
<i>A. schrenkii</i> Regel		32	Friesen, 1986; Friesen, 1988
<i>A. schubertii</i> Zucc.		16	Vosa, 1977
<i>A. schugnanicum</i> Vved.		16, 16+0-1B	Astanova, 1984; Posian e Seisums, 1992
<i>A. scilloides</i> Douglas ex S. Watson		14	Jacobsen e Ownbey, 1976
<i>A. scorodoprasum</i> L.	8	16, 16+0-2B, 24, 32	Sopova, 1968; Sopova, 1972; Kim, 1974; Jacobsen e Ownbey,

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Allium scorodoprasum</i> L.			1977; Arohonka, 1982; Love e Love, 1982; Von-Bothmer, 1982; Speta, 1984; Halkka, 1985; Murín e Feráková, 1988; Měsíček e Javůrková-Jarolímová, 1992; Wetschnig, 1992; Özhatay <i>et al.</i> , 1993; Waldherr, 2000; Borzatti e Garbari, 1999; Lökvist e Hultgård, 1999; Ohri e Pistrick, 2001; Astrom e Haeggstrom, 2003
<i>A. scorodoprasum</i> subsp. <i>scorodoprasum</i>		32	Ohi, 1990
<i>A. scorzonerifolium</i> Desf. ex Redouté	7	14, 21	Pastor, 1982; Badr e Elkington, 1984; Elena-Rossello <i>et al.</i> , 1987; García-Martínez, 2001
<i>A. senescens</i> L.		16, 16+0-5B, 32, 40, 48	Jacobsen e Ownbey, 1977; Seo, 1977; Fernández Casas <i>et al.</i> , 1978; Hindakova, 1978; Khaleel, 1978; Frizen, 1983; Gritsenko e Gurzenkov, 1983; Kalkman, 1984; Friesen, 1986; Probatova e Sokolovskaya, 1986; Friesen, 1988; Yan <i>et al.</i> , 1989; Friesen, 1991; Tolgor e Zhao, 1991; Shaet <i>et al.</i> , 1995; Rudyka, 1998; Yang <i>et al.</i> , 1998; Yan <i>et al.</i> , 1999; Yan <i>et al.</i> , 2001
<i>A. senescens</i> subsp. <i>glaucum</i> (Schrad.) N.V. Friesen		16	Friesen, 1991
<i>A. senescens</i> subsp. <i>senescens</i>		16	Soliman, 1990
<i>A. sergii</i> Vved.		16	Zakirova e Nafanailova, 1990; Pogosian e Seisums, 1992
<i>A. serra</i> McNeal & Ownbey		14	Mcneil e Ownbey, 1977
<i>A. setifolium</i> Schrenk		16	Vakhtina e Kudrjaschova, 1981
<i>A. sewerzowii</i> Regel		16	Zakirova e Nafanailova, 1988; Fritsch e Astanova, 1998
<i>A. sharsmithiae</i> (Ownbey & Aase ex Traub) McNeal	7		McNeal, 1992a
<i>A. shevockii</i> McNeal	7		Meerow, 1987
<i>A. sieheanum</i> Hausskn. ex Kollmann		24+1B	Özhatay, 1993

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Allium sikkimense</i> Baker		16, 36, 48	Mehra e Jacobsen e Ownbey, 1977; Pandita, 1979; Gu <i>et al.</i> , 1993; Gu e Sun, 1996
<i>A. simillimum</i> L.F. Hend.		14	Jacobsen e Ownbey, 1976
<i>A. sipyleum</i> Boiss.		16	Karavokyrou e Tzanoudakis, 1991
<i>A. siskiyouense</i> Ownbey ex Traub		14	Jacobsen e Ownbey, 1976
<i>A. sivasicum</i> N. Özhatay & Kollm.		16	Kollmann <i>et al.</i> , 1983 ; Özhatay, 1993
<i>A. sosnowskyanum</i> Miscz. ex Grossh.		16	Özhatay, 1993
<i>A. spathaceum</i> Steud. ex A.Rich.		14	Laan, 1979
<i>A. spathulatum</i> F. Khassanov & R.M. Fritsch		16	Fritsch <i>et al.</i> , 1998
<i>A. sphaerocephalon</i> L.	8	16, 16+1-2B, 24, 32	Bartolo <i>et al.</i> , 1978; Özhatay, 1979; Fernández Casas e Villaraco, 1981; Strid e Franzen, 1981; Johnson, 1982; Pastor, 1982; Van-Loon e Setten, 1982; Pogosian, 1983; Guillén e Rejón, 1984; Speta, 1984; Ward, 1984; Loidl e Jones, 1986; Murín e Májovský, 1987; Hamoud <i>et al.</i> , 1990; Dobeá <i>et al.</i> , 1996; Johnson e Özhatay, 1996; Brullo <i>et al.</i> , 1997; Brullo <i>et al.</i> , 1997a; Ohri <i>et al.</i> , 1998; Murin <i>et al.</i> , 1999; Borzatti e Garbari, 1999; Waldherr, 2000; Ohri e Pistrick, 2001; Serra <i>et al.</i> , 2001
<i>A. sphaerocephalon</i> subsp. <i>arvense</i> (Guss.) Arcang.		16	Johnson e Özhatay, 1996
<i>A. sphaerocephalon</i> subsp. <i>sphaerocephalon</i>		16, 16+0-1B	Laan, 1979; Viegi e Renzoni, 1981; Tzanoudakis, 1985; Özhatay, 1990

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Allium spicatum</i> (Prain) N.Friesen		16, 20	Hongguan, 2005
<i>A. aff. spirale</i> Willd.		16, 32	Gurzenkov, 1983; Sokolovskaya, 1986; Probatova <i>et al.</i> , 1998; Probatova e Gritsenko e Rudyka, 1998; Shatalova, 2000
<i>A. splendens</i> Willd. ex Schult.		16, 32, 40, 48	Belaeva e Siplivinsky, 1975; Belaeva e Siplivinsky, 1976; Kubota, 1977; Khaleel, 1978; Frizen, 1983; Gritsenko e Gurzenkov, 1983; Kalkman, 1984; Rudyka, 1984; Nandi, 1985; Friesen, 1986; Friesen, 1988; Seo e Kim, 1989; Friesen, 1991; Dubouzet <i>et al.</i> , 1993; Ohri e Pistrick, 2001; Castro, 2005
<i>A. spurium</i> G.Don		32	Probatova, 2006
<i>A. stamineum</i> Boiss.		16	Aryavand, 1975; Vosa, 1976; Vosa, 1977; Pogosian, 1983; Vakhtina, 1985; Özhatay, 1990; Karavokyrou e Tzanoudakis, 1991; Pogosian, 1991; Brullo <i>et al.</i> , 1993; Pogosian, 1997
<i>A. staticiforme</i> Smith		16, 24	Johnson, 1982; Tzanoudakis e Vosa, 1988; Tzanoudakis <i>et al.</i> , 1991; Bareka <i>et al.</i> , 1998
<i>A. stearnianum</i> Koyuncu, N. Ozhatay & F. Kollmann		16	Johnson e Özhatay, 1996
<i>A. stearnianum</i> subsp. <i>stearnianum</i>		16	Özhatay, 1993
<i>A. stellatum</i> Nutt. ex Ker Gawl.		14	Love e Love, 1981; Ohri <i>et al.</i> , 1998; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. stellerianum</i> Willd.		16, 32	Jacobsen e Ownbey, 1977; Vosa, 1977; Frizen, 1983; Kalkman, 1984; Friesen, 1986; Friesen, 1988; Stepanov, 1994a
<i>A. stenopetalum</i> Boiss. & Ky.		16	Koyuncu e Ozhatay, 1983
<i>A. stipitatum</i> Regel		16	Vosa, 1977; Kaul, 1981a; Pogosian, 1983; Astanova, 1984; Fritsch e Astanova, 1998; Ohri <i>et al.</i> , 1998; Ohri e Pistrick, 2001

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Allium stracheyi</i> Baker	8	16, 16+1B	Mehra e Pandita, 1978; Jee <i>et al.</i> , 1989; Pogolian, 1981
<i>A. strictum</i> Schrad.	16II	16, 28, 32, 40, 48	Krogulevich, 1971; Jacobsen e Ownbey, 1977; Vosa, 1977; Vakhtina e Kudrjaschova, 1980; Gritsenko e Gurzenkov, 1983; Kalkman, 1984; Ward, 1984; Friesen, 1988; Friesen, 1986; Lavrenko <i>et al.</i> , 1989; Zakirova e Nafanailova, 1992; Tolgor <i>et al.</i> , 1993; Stepanov, 1994a; Tolgor e Xu, 1994; Yan <i>et al.</i> , 1999; Dal Vesco, 2003; Castro, 2005; Kwon, 2005
<i>A. struzlianum</i> Ogan.		16	Oganesyan, 1999
<i>A. stylosum</i> O. Schwarz		16	Johnson e Özhatay, 1996; Özhatay e Johnson, 1996
<i>A. suaveolens</i> Jacq.		16	Alden, 1976; Marcucci e Tornadore, 1999; Gregor e Hand, 2006; Lippert, 2006
<i>A. subhirsutum</i> L.	7	14, 28, 32	Ruiz-Rejon e Sanudo, 1976; Badr e Elkington, 1977; Jacobsen e Ownbey, 1977; Capineri <i>et al.</i> , 1978; Bartolo <i>et al.</i> , 1981; Strid e Franzen, 1981; Johnson, 1982; Ward, 1984; Montmollin, 1986; Tzanoudakis e Vosa, 1988; Karavokyrou e Tzanoudakis, 1991; Lovka, 1995; De Sarker <i>et al.</i> , 1997; Brullo <i>et al.</i> , 1997; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. subhirsutum</i> subsp. <i>subhirsutum</i>		14	Laan, 1979
<i>A. subtilissimum</i> Ledeb.		16	Vakhtina e Kudrjaschova, 1981
<i>A. subvillosum</i> Salzm. ex Schult.		21, 28	Pastor, 1982; Laan, 1979; Jamilena <i>et al.</i> , 1990; Dalgaard, 1991; Ohri <i>et al.</i> , 1998; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. suworowii</i> Regel		16	Pogolian e Seisums, 1992; Fritsch e Astanova, 1998
<i>A. synnotii</i> G. Don	40	64, 80	De Sarker <i>et al.</i> , 1997

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Allium szovitsii</i> Regel		16, 48, 56	Magulaev, 1976; Pogosian, 1983; Özhatay, 1993; Gagnidze, 2006; Gagnidze, 2006a
<i>A. taeniopetalum</i> M. Pop. & Vved.		16	Fritsch e Astanova, 1998
<i>A. talassicum</i> Regel		16	Vakhtina e Kudrjaschova, 1981
<i>A. tanguticum</i> Regel		32	Jacobsen e Ownbey, 1977
<i>A. taquetii</i> H.Lév.		16	Choi, 2003
<i>A. tardans</i> Greuter & Zahar.		16	Phitos e Kamari, 1984
<i>A. tashkenticum</i> F.O.Khass. & R.M.Fritsch		16	Fritsch e Astanova, 1998
<i>A. tataricum</i> L. f.		32	Vosa, 1977
<i>A. tchihatschewii</i> Boiss.		16	Özhatay, 1993
<i>A. tenuiflorum</i> Ten.		16, 40	Vosa, 1976; Marcucci e Tornadore, 1994
<i>A. tenuissimum</i> L.		16, 32	Rickards, 1977; Frizen, 1983; Kalkman, 1984; Friesen, 1988; Yan <i>et al.</i> , 1989; Tolgor <i>et al.</i> , 1993; Tolgor e Xu, 1994; Zhang, 1994; Yan <i>et al.</i> , 1999; Ohri <i>et al.</i> , 1998; Yan <i>et al.</i> , 2001; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. textile</i> A.Nelson & J.F.Macbr.		14, 28	Love e Love, 1981; Khaleel e Mitchell, 1982; Chinnappa e Basappa, 1986; Cai e Chinnappa, 1987
<i>A. thunbergii</i> G. Don		16, 32, 32+0-3B	Jacobsen e Ownbey, 1977; Noda, 1980; Dayesm, 1983; Seo <i>et al.</i> , 1989; Tolgor e Zhao, 1991; Ohri e Pistrick, 2001; Choi, 2006
<i>A. thunbergii</i> var. <i>deltoides</i> (S.O. Yu, S. Lee & W. Lee) H.J.Choi & B.U. Oh		16	Seo <i>et al.</i> , 1989; Choi, 2003
<i>A. thunbergii</i> var. <i>teretifolium</i> H.J.Choi & B.U. Oh		16, 17	Choi, 2004
<i>A. thunbergii</i> var. <i>thunbergii</i>		16	Choi, 2003
<i>A. tianschanicum</i> Rupr.		16	Zakirova e Nafanailova, 1990



Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Allium togashii</i> H.Hara	8	16	Nishitani e Yabuno, 1986
<i>A. trachycoleum</i> Wendelbo		32, 48	Johnson e Özhatay, 1996; Özhatay e Johnson, 1996
<i>A. trachyscordum</i> Vved.		16	Vakhtina e Kudrjaschova, 1980
<i>A. trautvetteranum</i> Regel		16	Pogosian e Seisums, 1992; Fritsch e Astanova, 1998
<i>A. tribracteatum</i> Torr.	7		Májovský e Murín, 1985
<i>A. tricoccum</i> Aiton	8	16	Jones, 1979; Cai e Chinnappa, 1987; Wcislo, 1987; Gervais, 2000
<i>A. tricoccum</i> var. <i>burdickii</i> Hanes	8	16	Jones, 1979
<i>A. trifoliatum</i> Cirilo		14, 21	Badr e Elkington, 1977; Miceli <i>et al.</i> , 1981; Miceli <i>et al.</i> , 1984; Tzanoudakis e Vosa, 1988; Karavokyrou e Tzanoudakis, 1991; Brullo <i>et al.</i> , 1997; Tzanoudakis, 1999; Vogt e Aparicio, 1999
<i>A. trifoliatum</i> subsp. <i>trifoliatum</i>		21	Badr e Elkington, 1977; Bartolo <i>et al.</i> , 1981
<i>A. trifurcatum</i> (F.T. Wang & T. Tang) J.M. Xu		16	Huang <i>et al.</i> , 1995; Hongguan, 2005
<i>A. tripedale</i> Trautv.		18	Pogosian, 1981
<i>A. triquetrum</i> L.	9	18, 27	Ruiz-Rejon e Sanudo, 1976; Elkington, 1977; Rickards, 1977; Badr e Balog, 1979; Balog, 1979a; Laan, 1979; Leal Perezchao <i>et al.</i> , 1980; Balog, 1982; Balog, 1982a; Pastor, 1982; Ryan, 1983; Balog, 1984; Ward, 1984; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. tschimganicum</i> B.Fedtsch		16	Fritsch e Astanova, 1998
<i>A. tuberosum</i> Rottler ex Spreng.	8-33, 31(irr), 32(irr), 4IV+8II, 8IV-32I, 32II	9, 11, 16, 21-32, 33, 62, 64	Kim, 1974; Mehra e Sachdeva, 1976; Jacobsen e Ownbey, 1977; Seo, 1977; Gohil e Koul, 1978; Mehra e Pandita, 1979; Banerjee, 1980; Roy, 1980; Pogosian, 1981; Kaul, 1981a; Gohil e Koul, 1983; Li <i>et al.</i> , 1985; Huang <i>et al.</i> , 1985; Xu <i>et al.</i> , 1985; Zou e Jia, 1985; Li, 1989; Nanuscyan e Polyakov, 1989; Ohi, 1990;

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Allium tuberosum</i> Rottler ex Spreng.			Kojim <i>et al.</i> , 1991; Rao <i>et al.</i> , 1992 ; Shang <i>et al.</i> , 1997; Yang <i>et al.</i> , 1998; Zhang <i>et al.</i> , 1998; Yan <i>et al.</i> , 1999; Talukder e Sem, 2000; Ohri e Pistrick, 2001; Sharma e Gohil, 2004
<i>A. tubiflorum</i> Rendle		16, 32	Li <i>et al.</i> , 1996; Shang <i>et al.</i> , 1997; Zhang <i>et al.</i> , 2002
<i>A. tulipifolium</i> Ledeb.		16, 16+0-1B	Vosa, 1977; Friesen, 1986; Friesen, 1988; Pogolian e Seisums, 1992
<i>A. tuncelianum</i> (Kollmann) Özhatay, B.Mathew & Siraneci		16	Şiraneci, 1992; De Sarker <i>et al.</i> , 1997
<i>A. tuolumnense</i> (Ownbey & Aase ex Traub) S.S. Denison & McNeal	7		Denison e McNeal, 1989
<i>A. turcicum</i> Özhatay & Cowley		16, 17	Johnson, 1994
<i>A. turcomanicum</i> Regel		16	Vakhtina, 1985
<i>A. tuvinicum</i> N.V.Friesen		16, 32	Friesen, 1991; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. tythocephalum</i> Schult. & Schult. f.		32	Friesen, 1986; Friesen, 1988
<i>A. ubsicolum</i> Regel “não resolvido”		32	Friesen, 1986; Friesen, 1988
<i>A.umbilicatum</i> Boiss.		16, 24	Kaul, 1981a; Pogolian, 1997
<i>A. unifolium</i> Kellogg		14	Badr e Elkington, 1984; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. ursinum</i> L.	7	14, 16	Sopova, 1972; Gagnidze e Chkheidze, 1975; Hindakova, 1976; Magulaev, 1976; Jacobsen e Ownbey, 1977; Capineri <i>et al.</i> , 1978; Pastor, 1982; Speta, 1984; Ward, 1984; Loidl, 1984; Tzanoudakis e Vosa, 1988; Li, 1989; Soliman, 1990; Magulaev, 1992; Měsíček e Javůrková-Jarolímová, 1992; Wetschnig, 1992; Lovka, 1995; Borzatti e Garbari, 1999; Murin <i>et al.</i> , 1999; Niklas, 2000; Waldherr, 2000; Ohri e Pistrick, 2001

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Allium valdesianum</i> Brullo, Pavone & Salmeri		16	Brullo <i>et al.</i> , 1996
<i>A. validum</i> S.Watson		56	Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. vavilovii</i> M.Pop. & Vved.		16	Bochantseva, 1972; Vosa, 1977; Pogosian, 1983
<i>A. verticillatum</i> (Regel) Regel		16	Vakhtina, 1985; Zakirova e Nafanailova, 1988; Ohri <i>et al.</i> , 1998; Fritsch e Astanova, 1998; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. victorialis</i> L.	8	16, 24, 32	Lee, 1967; Sharma, 1970; Mizianty e Frey, 1973; Kartashova <i>et al.</i> , 1974a; Kartashova <i>et al.</i> , 1974b; Belaeva e Siplivinsky, 1975; Krogulevich, 1976; Magulaev, 1976; Mehra e Sachdeva, 1976; Khaleel, 1978; Mehra e Pandita, 1978; Malakhova <i>et al.</i> , 1979; Pandita, 1979; Valdes-Bermejo, 1980; Belaeva e Siplivinsky, 1981; Pogosian, 1981; Micjeta, 1981; Pastor, 1982; Frizen, 1983; Pogosian, 1983; Kalkman, 1984; Hong e Zhu, 1987; Wetschnig, 1992; Tolgor <i>et al.</i> , 1993; Jing <i>et al.</i> , 1999; Kirschner e Těpánek, 1992; Yan <i>et al.</i> , 1999; García- Martínez, 2001
<i>A. vineale</i> L.		16, 16+2B, 23+1B, 32, 32+2-4B, 40, 48	Sopova, 1972; Marchi <i>et al.</i> , 1974; Speta, 1974; Hindakova, 1976; Loon-Van e Oudemans, 1976; Magulaev, 1976; Ruiz- Rejon, 1976; Natarajan, 1977; Scrugli e Bocchieri, 1977; Vosa, 1977; Natarajan, 1978; Cheshmedjiev, 1979; Laan, 1979; Van-Loon e Snelders, 1979; Fernández Casas <i>et al.</i> , 1980; Pastor, 1982; Pogosian, 1983; Speta, 1984; Tzanoudakis, 1985; Laane e Lie, 1985; Ward, 1984; Galland, 1988; Özhatay, 1990; Pogosian, 1991; Kirschner e Těpánek, 1992; Měsíček, 1992; Wetschnig, 1992; Lovka, 1995; Joachimik <i>et al.</i> , 1994; Johnson e Özhatay, 1996; De Sarker <i>et al.</i> ,

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Allium vineale</i> L			1997; Johnson e Brandham, 1997; Borzatti e Garbari, 1999; Lövkvist e Hultgård, 1999; Murin <i>et al.</i> , 1999; Özhatay, 1993; Johnson e Özhatay, 1996; Astrom e Haeggstrom, 2003; Lippert, 2006
<i>A. virgunculae</i> Maek. & Kitam.		16	Dubouzet <i>et al.</i> , 1993
<i>A. viridiflorum</i> Pobed.		16	Pogosian e Seisums, 1992
<i>A. vodopjanovae</i> N.V.Friesen		16, 16+0-2B	Friesen, 1986; Friesen, 1988; Friesen, 1991; Stepanov, 1994a
<i>A. vvedenskyanum</i> Pavlov		16	Pogosian e Seisums, 1992
<i>A. wallichii</i> Kunth		14, 28, 48	Sharma, 1970; Huang <i>et al.</i> , 1995; Ohri <i>et al.</i> , 1998; Ohri e Pistrick, 2001; Hongguan, 2005
<i>A. wallichii</i> var. <i>platyphyllum</i> (Diels) J.M. Xu		14	Huang <i>et al.</i> , 1995; Hongguan, 2005
<i>A. wendelboanum</i> Kollmann		16	Özhatay, 1993
<i>A. wiedemannianum</i> Regel		16	Tanker e Kurucu, 1979
<i>A. willeanum</i> Holmboe		16	Tzanoudakis, 1999
<i>A. winklerianum</i> Regel		16	Jacobsen e Ownbey, 1977; Fritsch e Astanova, 1998
<i>A. woronowii</i> Misch. ex Grossh.		16	Pogosian, 1981; Pogosian, 1983
<i>A. xanthicum</i> subsp. <i>pseudoleucum</i> (Schur) Májovský		16	Májovský e Murín, 1985
<i>A. xiangchengense</i> J.M.Xu		22	Huang <i>et al.</i> , 1995
<i>A. yosemitense</i> Eastw.	7		Májovský e Murín, 1985
<i>A. zebdanense</i> Boiss & Noe		18	Badr e Elkington, 1977; Özhatay, 1993; Ohri e Pistrick, 2001
<i>A. zergericum</i> Khass. & R.M. Fritsch		16	Fritsch e Astanova, 1998
<b><i>Amaryllis</i> L. (x = 11)</b>			
<i>A. aglaiae</i> (A.Cast.) Hunz. & A.A.Cocucci		22	Flory e Coulthard, 1981

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Amaryllis atibaia</i> “nome não resolvido”		24	Flory e Coulthard, 1981
<i>A. belladonna</i> L.		22, 33, 44	Flory, 1976; Guha, 1979; Flory e Coulthard, 1981; Arohonka, 1982; Lakshmi e Murthy, 1984; Naranjo e Poggio, 1988; Vijayavalli e Mathew, 1990; Brandham e Bhandol, 1997; Zemskova e Sveshnikova, 1999
<i>A. mini-stenopetala</i> x <i>fosteri</i> “nome não resolvido”		22	Flory e Coulthard, 1981
<i>A. neoleopoldii</i> Cárdenas “nome não resolvido”		22	Flory e Coulthard, 1981
<b><i>Ammocharis</i> Herb. (x = 11)</b>			
<i>A. longifolia</i> (L.) Herb.		22	Fiskesjo, 1975; Sveshnikova e Zemskova, 1988; Zemskova e Sveshnikova, 1999
<i>A. tinneana</i> (Kotschy & Peyr.) Milne-Redh. & Schweick.		22	Auquier e Renard, 1975
<b><i>Calicharis</i> Meerow (x = 23)</b>			
<i>C. x butcheri</i> (Traub) Meerow		46	Meerow, 1987
<b><i>Chlidanthus</i> Herb. (x = 23)</b>			
<i>C. fragrans</i> Herb.		54	Zemskova e Sveshnikova, 1999
<b><i>Clivia</i> Lindl. (x = 11)</b>			
<i>C. cyrtantiflora</i> Wittm. “não resolvido”		22	Sveshnikova e Zemskova, 1988
<i>C. caulenscens</i> R.A.Dyer		22	Ran <i>et al.</i> , 1999
<i>C. gardenii</i> Hook.		22	Ran <i>et al.</i> , 1999
<i>C. miniata</i> Regel		22	Nandi, 1973; Niu <i>et al.</i> , 1986; Sveshnikova e Zemskova, 1988; Ran <i>et al.</i> , 1999; Chen <i>et al.</i> , 2003
<i>C. mirabilis</i> Rourke		22	Murray <i>et al.</i> , 2011
<i>C. nobilis</i> Lindl.		22	Sveshnikova e Zemskova, 1988; He e Deng, 1989; Ran <i>et al.</i> , 1999; Chen <i>et al.</i> , 2003
<i>C. robusta</i> B.G.Murray et al.		22, 48	Sveshnikova e Zemskova, 1988; Murray, 2004
<b><i>Crinum</i> L. (x = 11)</b>			

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Crinum abyssanicum</i> Hochst. ex Roxb.		22	Sveshnikova e Zemskova, 1988; Zemskova e Sveshnikova, 1999
<i>C. x amabile</i> Donn ex Ker Gawl.		22	Jee e Vijayavalli, 1997
<i>C. americanum</i> L.		22	Roy, 1978; Sveshnikova e Zemskova, 1988; Zemskova e Sveshnikova, 1999
<i>C. amoenum</i> Ker Gawl. ex Roxb.		22	Adaniya <i>et al.</i> , 1978
<i>C. angustum</i> Roxb. “nome não resolvido”		21, 22, 33	Mehra e Sachdeva, 1976; Jee e Vijayavalli, 1997
<i>C. asiaticum</i> L.		22, 33	Roy, 1978; Vij <i>et al.</i> , 1982; Guerra, 1986; Sinha e Roy, 1986; Vijayavalli e Mathew, 1990; Vijayavalli e Mathew, 1992; Jee e Vijayavalli, 1997; Ahmed <i>et al.</i> , 2004; Sikhrudong <i>et al.</i> , 2009
<i>C. asiaticum</i> var. <i>asiaticum</i>		22	Sveshnikova e Zemskova, 1988; Zemskova e Sveshnikova, 1999
<i>C. asiaticum</i> var. <i>japonicum</i> Baker		22, 22+0-6B, 33	Lee, 1967; Fiskesjo, 1975; Sveshnikova e Zemskova, 1988; Zemskova e Sveshnikova, 1999
<i>C. asiaticum</i> var. <i>pedunculatum</i>		22	Sveshnikova e Zemskova, 1988; Zemskova e Sveshnikova, 1999
<i>C. brachynema</i> Herb.		22	Lekhak e Yadav, 2011
<i>C. bulbispermum</i> (Burm. f.) Milne-Redh. & Schweick.		22, 24	Jee e Vijayavalli, 1997; Sveshnikova e Zemskova, 1988; Zemskova e Sveshnikova, 1999
<i>C. campanulatum</i> Herb.		22	Roy, 1978
<i>C. erubescens</i> L.f ex Aiton		22, 70	Roy, 1978; Sveshnikova e Zemskova, 1988; Pedrosa, 1999; Zemskova e Sveshnikova, 1999
<i>C. flaccidum</i> Herb.		22, 44	Sveshnikova e Zemskova, 1988
<i>C. glaucum</i> A. Chev.		22	Kammacher e Ake-Assi, 1975; Wahlstrom e Laane, 1979
<i>C. humile</i> Herb.		22	Roy, 1978
<i>C. jagus</i> (Thompson) Dandy		22, 33	Kammacher e Ake-Assi, 1975; Goto, 1977; Wahlstrom e Laane, 1979; Nandi, 1985; Sveshnikova e Zemskova, 1988; Raymúndez <i>et</i>

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Crinum jagus</i> (Thompson) Dandy			<i>al.</i> , 1993; Vijayavalli e Mathew, 1990; Vijayavalli e Mathew, 1992; Jee e Vijayavalli, 1997
<i>C. kirkii</i> Baker		22	Roy, 1978; Nordal e Wahlstrom, 1982
<i>C. kunthianum</i> M. Roem.		22	Roy, 1978
<i>C. latifolium</i> L.		22, 33	Khoshoo e Raina, 1967; Adaniya <i>et al.</i> , 1978; Roy, 1978; Sinha e Roy, 1986; Ge <i>et al.</i> , 1988; Jee e Vijayavalli, 1997; Saran <i>et al.</i> , 1998
<i>C. lineare</i> L.f.		22	Roy, 1978
<i>C. lorifolium</i> Roxb.		22	Alam <i>et al.</i> , 1998
<i>C. lugardiae</i> N.E.Br.		44	Roy, 1978
<i>C. macowanii</i> Baker		22, 33+2-3B, 44, 44+3B	Nordal <i>et al.</i> , 1977; Wahlstrom e Laane, 1979
<i>C. moorei</i> Hook.f.	11	20-22, 25, 32, 33+1 fragm.	Roy, 1978; Lakshmi, 1980; Sinha e Roy, 1986; Sveshnikova e Zemskova, 1988; Vijayavalli e Mathew, 1990; Vijayavalli e Mathew, 1992; Jee e Vijayavalli, 1997; Lakshmi, 1980; Zemskova e Sveshnikova, 1999
<i>C. natans</i> Baker		22	Kammacher e Ake-Assi, 1975; Wahlstrom e Laane, 1979
<i>C. ornatum</i> (Aiton) Herb.		22, 24	Kammacher e Ake-Assi, 1975; Roy, 1978; Ugborogho, 1983; Nandi, 1985
<i>C. papillosum</i> Nordal		22	Nordal <i>et al.</i> , 1977
<i>C. politifolium</i> R.Wahlstr.		30	Nordal e Wahlstrom, 1982
<i>C. x powellii</i> hort. ex Baker “nome não resolvido”		22	Jee e Vijayavalli, 1997
<i>C. purpurascens</i> Herb.		22	Kammacher e Ake-Assi, 1975; Wahlstrom e Laane, 1979
<i>C. stenophyllum</i> Baker		22	Zaman <i>et al.</i> , 1977
<i>C. stuhlmannii</i> Baker		22	Nordal <i>et al.</i> , 1977; Fici <i>et al.</i> , 1988

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose ( <i>n</i> )	Mitose ( <i>2n</i> )	Referências
<i>Crinum viviparum</i> (Lam.) R.Ansari & V.J.Nair		19, 20, 20+1B, 21, 22, 24, 30, 50, 60	Roy, 1978; Subramanian, 1979; Jee e Vijayavalli, 1997; Alam <i>et al.</i> , 1998; Mehta e Kumar, 2012
<i>C. woodrowii</i> Baker		44	Lekhak e Yadav, 2011
<i>C. zeylanicum</i> (L.) L.		22, 30, 33	Wahlstrom e Laane, 1979; Nordal <i>et al.</i> , 1977; Roy, 1978; Patwary e Zaman, 1981; Nordal e Wahlstrom, 1982
<b><i>Cyrtanthus</i> Aiton (<i>x</i> = 8)</b>			
<i>C. angustifolius</i> (L.f.) Aiton		16	Flory, 1955
<i>C. brachyscyphus</i> Baker		17	Wilsenachr, 1963; Ising, 1966; Ising, 1968; Ising, 1970; Taylor, 1925, Ising, 1962; Sinha, 1964
<i>C. breviflorus</i> Harv.		16, 32	Gouws, 1949; Ising, 1968
<i>C. carneus</i> Lindl.		16	Wilsenachr, 1963
<i>C. clavatus</i> (L'Hér.) R.A.Dyer		16	Ising, 1970
<i>C. contractus</i> N.E.Br.		16	Wilsenachr, 1963; Ising, 1970
<i>C. elatus</i> (Jacq.) Traub		16	Zemskova e Sveshnikova, 1999
<i>C. epiphyticus</i> J.M.Wood		16	Ising, 1970
<i>C. erubescens</i> Killick		16	Wilsenachr, 1963; Ising, 1970
<i>C. eucallus</i> R.A.Dyer		16	Ising, 1970
<i>C. falcatus</i> R.A.Dyer		16	Ising, 1962
<i>C. flanagani</i> Baker		16	Ising, 1970
<i>C. galpinii</i> Baker		16	Wilsenachr, 1963; Ising, 1970
<i>C. helictus</i> Lehm.		16	Wilsenachr, 1963
<i>C. huttoni</i> Baker		16	Wilsenachr, 1963; Ising, 1970
<i>C. herrei</i> (F.M.Leight.) R.A.Dyer		16	Wilsenachr, 1963; Ising, 1970
<i>C. loddigesianus</i> (Herb.) R.A.Dyer		16	Zemskova e Sveshnikova, 1999
<i>C. mackenii</i> Hook. f.		16	Flory, 1955; Ising, 1962; Ising, 1968; Nandi, 1973; Venkateswarlu e Lakshmi, 1976; Lakshmi, 1980



Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Cyrtanthus mackenii</i> var. cooperi (Baker) R.A.Dyer		16	Tjioj e Levana, 1950; Ising, 1962; Wilsenachr, 1963; Ising, 1968
<i>C. obliquus</i> (L.f.) Aiton		14, 16, 22	Sato, 1938; Ising, 1962; Wilsenachr, 1963; Sinha, 1964; Bose, 1965
<i>C. obrienii</i> Baker		16	Flory, 1955; Ising, 1970
<i>C. ochroleucus</i> (Herb.) Burch. ex Steud.		16	Wilsenachr, 1963; Zemskova e Sveshnikova, 1999
<i>C. rotundilobus</i> N.E.BR.		16	Ising, 1970
<i>C. sanguineus</i> (Lindl.) Walp.		16	Flory, 1955; Mookerieaa, 1955; Ising, 1962; Wilsenachr, 1963, Bose, 1965; Nandi, 1973
<i>C. smithiae</i> Watt ex Harv.		16	Wilsenachr, 1963
<i>C. staadensis</i> Schönland		16	Ising, 1970
<i>C. stenanthus</i> Baker		16	Ising, 1970
<i>C. thorncroftii</i> C.H.Wright		16	Wilsenachr, 1963
<i>C. tuckii</i> Baker		16	Gouws, 1949; Sinha, 1964; Ising, 1970
<b><i>Eitheia</i> Ravenna (x = 10)</b>			
<i>E. blumenavia</i> (K. Koch & Bouche ex Carrère) Ravenna		20	Arohonka, 1982
<b><i>Eucharis</i> Planch. &amp; Linden (x = 23)</b>			
<i>E. amazônica</i> Linden ex Planch.		68	Meerow, 1987
<i>E. astrophiala</i> (Ravenna) Ravenna		46	Meerow, 1987
<i>E. bakeriana</i> N. E. Brown		46	Meerow, 1987
<i>E. bonplandii</i> (Kunth) Traub		92	Meerow, 1987
<i>E. bouchei</i> var. <i>bouchei</i> .		92	Meerow, 1987
<i>E. bouchei</i> var. <i>dressleri</i> Meerow		46, 92	Meerow, 1987
<i>E. caucana</i> Meerow		138	Meerow, 1989
<i>E. x grandiflora</i> Planch. & Linden		66, 69	Vijayavalli e Mathew, 1990; Zemskova e Sveshnikova, 1999

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose ( <i>n</i> )	Mitose ( <i>2n</i> )	Referências
<i>Eucharis moorei</i> (Baker) Meerow		46	Meerow, 1987
<i>E. plicata</i> subsp. <i>plicata</i> .		46	Meerow, 1987
<i>E. plicata</i> subsp. <i>brevidentata</i> Meerow		46	Meerow, 1987
<i>E. ulei</i> Kraenzl.			Meerow, 1987
<b><i>Eucrosia</i> Ker Gawl. (<i>x</i> = 23)</b>			
<i>E. dodsonii</i> Meerow & Dehgan		46	Meerow e Dehgan, 1985
<b><i>Galanthus</i> L. (<i>x</i> = 12)</b>			
<i>G. alpinus</i> Sosn.		24, 24+0-2B, 36	Sato, 1988; Pogosian, 1997; Gabrielian <i>et al.</i> , 2002, Efimov, 2005
<i>G. alpinus</i> var. <i>alpinus</i> Sosn.		24, 24+0-2B	Sato, 1988 ; Efimov, 2005
<i>G. angustifolius</i> (G. Koss) Artjush.		24	Sato, 1988
<i>G. cilicicus</i> Baker		24, 36	Kamari, 1982; Kaul, 1981a
<i>G. elwesii</i> Hook. f.		24, 48	Sato, 1937; Kaul, 1981a; Raamsdonk, 1982; Kamari, 1982; Sveshnikova e Krichfalushij, 1985
<i>G. elwesii</i> var. <i>elwesii</i>		24+0-2B	Papanicolaou e Kokkini, 1983
<i>G. fosteri</i> Baker		24	Kandemir, 2010
<i>G. gracilis</i> Celak.		24	Papanicolaou e Kokkini, 1983
<i>G. ikariae</i> Baker		24	Kamari, 1982; Raamsdonk, 1982; Kaul, 1981a
<i>G. krasnovii</i> Khokhr.		24	Sato, 1988
<i>G. lagodechianus</i> Kemularia- Natadze		72	Sato, 1988; Gabrielian <i>et al.</i> , 2002
<i>G. nivalis</i> L.		24, 24+1-10B	Sato, 1937; Uhrkova, 1974; Miceli e Garbari, 1976; Javurkova, 1980; Micieta, 1981; Papanicolaou e Kokkini, 1983; Krichfalushij, 1985; Sato, 1988; Sveshnikova e Krichphalushi, 1989; Sveshnikova, 1991; Druskovic e Lovka, 1995; Dalgıç e Basak, 1996; D'amato e Bianchi, 1999

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose ( <i>n</i> )	Mitose ( <i>2n</i> )	Referências
<i>Galanthus platyphyllus</i> Traub & Mold.		24	Sato, 1988
<i>G. plicatus</i> M. Bieb.		24, 24+1-2B	Sveshnikova e Krichfalushij, 1985
<i>G. reginae-olgae</i> Orph.		24, 24+0-4B	Colombo <i>et al.</i> , 1979; Kamari, 1982
<i>G. reginae-olgae</i> subsp. <i>reginae-olgae</i>		24+0-3B	Kaul, 1981a; Kamari, 1982
<i>G. reginae-olgae</i> subsp. <i>vernalis</i> Kamari		24+4B	Kaul, 1981a; Kamari, 1982
<i>G. rizehensis</i> Stern		26	Şenel <i>et al.</i> , 2002
<i>G. transcaucasicus</i> Fomin		24, 72	Pogosian, 1997; Gabrielian <i>et al.</i> , 2002
<i>G. woronowii</i> Losinsk.		24, 24+0-5B	Sveshnikova e Krichfalushij, 1985; Sato, 1988
<b><i>Griffinia</i> Ker Gawl. (<i>x</i> = 10)</b>			
<i>G. aracensis</i> Ravenna		20	Meerow <i>et al.</i> , 2002
<i>G. espiritensis</i> Ravenna		20	Meerow <i>et al.</i> , 2002
<i>G. hyacinthina</i> (Ker Gawl.) Ker Gawl.		20	Meerow <i>et al.</i> , 2002
<b><i>Habranthus</i> Herb. (<i>x</i> = 6, 7, 9, 11, 13, 15)</b>			
<i>H. brachyandrus</i> (Baker) Sealy		12	Zemskova e Sveshnikova, 1999; Felix <i>et al.</i> , 2011; Felix <i>et al.</i> , 2011a
<i>H. itaobinus</i> Ravenna		44+1B, 44+3B	Felix <i>et al.</i> , 2011; Felix <i>et al.</i> , 2011a
<i>H. jamesoni</i> (Baker) Ravenna		14	Naranjo, 1974; Di Fulvio, 1986
<i>H. longifolius</i> (Hemsl.) Flagg		24, 44-50	Flory, 1940; Coe, 1954
<i>H. martinezii</i> Ravenna		12	Flory e Smith, 1980
<i>H. robustus</i> Herb. ex Sweet		12, 48	Nandi, 1973; Matsuzawa e Hinata, 1975; Flory e Smith, 1980; Sveshnikova e Zemskova, 1988; Zemskova e Sveshnikova, 1999

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Habranthus teretifolius</i> (C.H. Wrigt Traub & Moldenke		14	Naranjo, 1974
<i>H. tubispathus</i> (L'Hér.) Traub		21, 24, 48	Sato, 1938; Lakshmi, 1980; Joshi e Ranjekar, 1982; Sveshnikova e Zemskova, 1988; Zemskova e Sveshnikova, 1999
<b><i>Haemanthus</i> L. (x = 8)</b>			
<i>H. albiflorus</i> Jacq. “nome não resolvido”		16	Sveshnikova e Zemskova, 1988
<i>H. albiflos</i> Jacq.		16	Vosa e Marchi, 1980; Vosa, 1984; Zemskova e Sveshnikova, 1999
<i>H. amarylloides</i> subsp. <i>amarylloides</i>		16	Vosa, 1984
<i>H. amarylloides</i> subsp. <i>polyanthus</i> Snijman		16	Vosa, 1984
<i>H. amarylloides</i> subsp. <i>toximontanus</i> Snijman		16	Vosa, 1984
<i>H. barkerae</i> Snijman		16	Vosa, 1984
<i>H. canaliculatus</i> Levyns		16	Muller-Doblies e Muller-Doblies, 1975; Vosa, 1984
<i>H. carneus</i> Gawl.		16	Vosa e Marchi, 1980
<i>H. coccineus</i> L.		16	Vosa e Marchi, 1980; Vosa, 1984; Sveshnikova e Zemskova, 1988; Zemskova e Sveshnikova, 1999
<i>H. crispus</i> Snijman		16	Vosa, 1984
<i>H. graniticus</i> Snijman		16	Vosa, 1984
<i>H. humilis</i> subsp. <i>humilis</i>		16	Vosa, 1984
<i>H. humilis</i> subsp. <i>hirsutus</i> (Baker) Snijman		16	Vosa e Marchi, 1980; Vosa, 1984
<i>H. lanceifolius</i> Jacq.		16	Vosa, 1984
<i>H. montanus</i> subsp. <i>hirsutus</i> (Baker) Snijman		16	Vosa, 1984
<i>H. namaquensis</i> R.A.Dyer		16	Vosa, 1984
<i>H. pubescens</i> L.f.		16	Vosa e Marchi, 1980

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose ( <i>n</i> )	Mitose ( <i>2n</i> )	Referências
<i>Haemanthus pubescens</i> subsp. <i>arenicola</i> Snijman		16	Vosa, 1984
<i>H. pubescens</i> subsp. <i>leipoldtii</i> Snijman		16	Vosa, 1984
<i>H. pubescens</i> subsp. <i>pubescens</i>		16	Vosa, 1984
<i>H. pumilio</i> Jacq.		16	Vosa, 1984
<i>H. sanguineus</i> Jacq.		16	Vosa e Marchi, 1980; Vosa, 1984
<i>H. unifolius</i> Snijman		16	Vosa, 1984
<b><i>Hessea</i> Herb. (<i>x</i> = 11)</b>			
<i>H. breviflora</i> Herb.		22, 22+1-3B, 23, 24, 25	Snijman, 1994
<i>H. pilosula</i> D. Müll.-Doblies & U. Müll.-Doblies		22	Snijman, 1994
<i>H. speciosa</i> Snijman		22	Snijman, 1992
<i>H. stellaris</i> (Jacq.) Herb.		22	Snijman, 1994
<i>H. stenosphon</i> (Snijman) D.Müll.-Doblies & U.Müll.-Doblies		22	Sveshnikova, 1991
<b><i>Hieronymiella</i> Pax (<i>x</i> = 23)</b>			
<i>H. pamiana</i> (Stapf) Hunz.		54	Di Fulvio, 1975
<b><i>Hippeastrum</i> Herb. (<i>x</i> = 11)</b>			
<i>H. argentinum</i> (Pax) Hunz.		22, 33	Naranjo e Andrada, 1975; Flory e Coulthard, 1981; Arroyo, 1982
<i>H. aulicum</i> (Ker Gawl.) Herb.		22, 44	Arroyo, 1982; Sveshnikova e Zemskova, 1988; Brandham e Bhandol, 1997
<i>H. brasilianum</i> (Traub & L.J.Doran) Dutilh		22	Williams, 1982
<i>H. caupolicanenses</i> (Cárdenas) Van Scheepen		22, 42	Flory e Smith, 1976; Bapat e Narayanaswamy, 1976
<i>H. correiense</i> (Bury) Worsley		22	Williams, 1982
<i>H. cybister</i> (Herb.) Benth. & Hook. f.		22	Flory e Coulthard, 1981; Brandham e Bhandol, 1997

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Hippeastrum elegans</i> (Spreng.) H.E.Moore		22	Williams, 1982
<i>H. escobaruriae</i> (Cárdenas) Van Scheepen		22	Flory e Coulthard, 1981
<i>H. evansiae</i> Traub & I. S.		22	Flory e Coulthard, 1981; Sveshnikova e Zemskova, 1988; Zemskova e Sveshnikova, 1999
<i>H. forgetii</i> Worsley		22, 22+1B	Arroyo, 1982; Brandham e Bhandol, 1997
<i>H. fragmatissimum</i> (Cárdenas) Meerow		22	Flory e Coulthard, 1981
<i>H. fuscum</i> Kraenzl.		22	Flory e Coulthard, 1981
<i>H. iguazuianum</i> (Ravenna) T.R. Dudley & M. Williams		24	Williams e Dudley, 1984
<i>H. leopoldii</i> T. Moore		22, 24	Jee <i>et al.</i> , 1995
<i>H. machupijchense</i> (Vargas) D.R. Hunt		22	Arohonka, 1982
<i>H. miniatum</i> (Ruiz & Pav.) Herb.		22	Flory e Coulthard, 1981
<i>H. morelianum</i> Lem.		24	Flory, 1980; Flory e Coulthard, 1981
<i>H. nelsonii</i> (Cárdenas) Van Scheepen		22	Flory e Coulthard, 1981
<i>H. papilio</i> (Ravenna) Van Scheepen		22	Flory e Coulthard, 1981
<i>H. pardinum</i> (Hooker f.) Dombrain		22	Brandham e Bhandol, 1997
<i>H. parodii</i> Hunz. & A.A.Cocucci		22	Naranjo e Poggio, 1988
<i>H. petiolatum</i> Pax		44	Naranjo e Andrada, 1975
<i>H. psittacinum</i> (Ker Gawl.) Herb.		22	Arroyo, 1982; Williams, 1982; Guerra, 1986; Dutilh, 1989
<i>H. puniceum</i> (Lam.) Kuntze		22	Brandham e Bhandol, 1997
<i>H. aff. puniceum</i> Herb		33	Beltrão e Guerra, 1990
<i>H. reginae</i> (L.) Herb.		22, 44	Arroyo, 1982; Jee <i>et al.</i> , 1995; Brandham e Bhandol, 1997

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Hippeastrum reticulatum</i> (L'Hér.) Herb.	11	20, 22	Lakshmi, 1980; Sveshnikova e Zemskova, 1988; Vijayavalli e Mathew, 1990; Jee <i>et al.</i> , 1995; Zemskova e Sveshnikova, 1999
<i>H. starkiorum</i> (I.S.Nelson & Traub) Van Scheepen		44	Williams, 1982
<i>H. striatum</i> (Lam.) H.E.Moore		22, 33, 44, 55	Naranjo e Andrada, 1975; Flory e Coulthard, 1981; Arroyo, 1982
<i>H. stylosum</i> Herb.		33	Lakshmi e Murthy, 1980
<i>H. traubii</i> (Moldenke) H.E.Moore		22	Williams, 1982
<i>H. vittatum</i> (L'Hér.) Herb.		22, 24, 41, 43, 44, 45, 46	Naranjo e Andrada, 1975; Flory e Coulthard, 1981; Sveshnikova e Zemskova, 1988; Vijayavalli e Mathew,
<i>H. vittatum</i> (L'Hér.) Herb.			1990; Jee <i>et al.</i> , 1995; Zemskova e Sveshnikova, 1999; Chen <i>et al.</i> , 2003
<b><i>Hymenocallis</i> Salisb. (x = 23)</b>			
<i>H. acutifolia</i> (Herb. ex Sims) Sweet		46	Fiskesjo, 1975; Flory, 1976
<i>H. arenicola</i> Northr.		44, 48, 50	Flory, 1976; Zemskova e Sveshnikova, 1999
<i>H. caribaea</i> (L.) Herb.		46	Flory, 1976
<i>H. choctawensis</i> Traub		44	Smith e Garland, 1996
<i>H. choretis</i> Hemsl.		42	Flory, 1976
<i>H. coronaria</i> (J. Le Conte) Kunth		44	Flory, 1976; Soliman, 1990
<i>H. crassifolia</i> Herb.		40	Fiskesjo, 1975; Flory, 1976
<i>H. daphe</i> Herb. “nome não resolvido”		42, 44, 46	Vijayavalli e Mathew, 1990; Jee e Vijayavalli, 1999
<i>H. glauca</i> (Zucc.) M.Roem.		84, 86, 92	Flory, 1976
<i>H. graminifolia</i> Greenm.		60	Flory, 1976
<i>H. harrisiana</i> Herb.		74, 76, 79, 84, 86, 88	Flory, 1976; Vijayavalli e Mathew, 1990; Jee e Vijayavalli, 1999; Zemskova e Sveshnikova, 1999

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose ( <i>n</i> )	Mitose ( <i>2n</i> )	Referências
<i>Hymenocallis henryae</i> Traub		38	Fiskesjo, 1975; Flory, 1976; Smith e Flory, 1990; Smith e Henry, 1999
<i>H. jaliscensis</i> M.E.Jones		88	Flory, 1976
<i>H. latifolia</i> (Mill.) M. Roem.		46, 47, 48, 70	Fiskesjo, 1975; Flory, 1976
<i>H. liriosme</i> (Raf.) Shinnery		40, 42	Flory, 1976
<i>H. littoralis</i> (Jacq.) Salisb.	23	44, 46, 48, 49, 66, 68, 69	Flory, 1976; Mehra e Sachdeva, 1976; Lakshmi, 1978; Nandi, 1985; Vijayavalli e Mathew, 1990; Jee e Vijayavalli, 1999
<i>H. occidentalis</i> (J. Le Conte) Kunth		34, 46	Flory, 1976; Jee e Vijayavalli, 1999
<i>H. palmeri</i> S. Watson		48	Fiskesjo, 1975
<i>H. puntagordensis</i> Traub		46	Flory, 1976; Smith e Garland, 1996
<i>H. rotata</i> (Ker Gawl.) Herb.		40, 44, 46, 48	Fiskesjo, 1975; Flory, 1976; Vijayavalli e Mathew, 1990; Jee e Vijayavalli, 1999
<i>H. sonorensis</i> Standl.		48	Flory, 1976
<i>H. speciosa</i> (L.f. ex Salisb.) Salisb.		54, 98	Flory, 1976; Jee e Vijayavalli, 1999
<b><i>Ismene</i> Salisb. (<i>x</i> = 23)</b>			
<i>I. longipetala</i> (Lindl.) Meerow		50	Flory, 1976
<i>I. narcissiflora</i> (Jacq.) M.Roem		44, 104-110	Flory, 1976; Zemskova e Sveshnikova, 1999
<i>I. pedunculata</i> Herb.		104-110	Flory, 1976
<b><i>Lapiedra</i> Lag. (<i>x</i> = 7, 8, 9, 11)</b>			
<i>L. martinezii</i> Lag.		22	Ruiz-Rejon e Sanudo, 1976; Valdes-Bermejo e García, 1976
<b><i>Leucocoryne</i> Lindl. (<i>x</i> = 5, 9)</b>			
<i>L. alliacea</i> Lindl.		10	Jara-Arancio, 2012
<i>L. angustipetala</i> Gay		10	Jara-Arancio, 2012
<i>L. coquimbensis</i> F.Phil. ex Phil.		16	Araneda, 2004; Jara-Arancio, 2012



Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose ( <i>n</i> )	Mitose ( <i>2n</i> )	Referências
<i>Leucocoryne ixiooides</i> (Sims) Lindl.		18	Araneda, 2004; Jara-Arancio, 2012
<i>L. odorata</i> (L. foetida)		10	Jara-Arancio, 2012
<i>L. narcissoides</i> Phil.		18	Araneda, 2004; Jara-Arancio, 2012
<i>L. purpurea</i> G. Gay		18	Araneda, 2004; Jara-Arancio, 2012
<i>L. talinensis</i> Mansur & Cisternas		18	Jara-Arancio, 2012
<i>L. violascegens</i> Phil.		18	Jara-Arancio, 2012
<b><i>Leucojum</i> L. (<i>x</i> = 7, 8, 9, 11)</b>			
<i>L. aestivum</i> L.		20, 22, 24	Uhrikova, 1976; Krichfalushij, 1985; Sveshnikova e Montmollin, 1986; Sato, 1988; Měsíček, 1992; Druskovic e Lovka, 1995; Dalgıç e Basak, 1996; Dobeá <i>et al.</i> , 1997; Bareka <i>et al.</i> , 1998; D'amato e Bianchi, 1999; Marcucci e Tornadore, 1999; Şenel <i>et al.</i> , 2002; Bareka <i>et al.</i> , 2003
<i>L. vernum</i> L.		20	Uhrikova, 1978; Krichfalushij, 1985; Sato, 1988; Sveshnikova e Krichphalushi, 1989; Druskovic e Lovka, 1995; Dobeá <i>et al.</i> , 1997; Mraz, 2005
<i>L. vernum</i> var. <i>carpathicum</i> Sweet		20	Murín, 1992
<b><i>Lycoris</i> Herb. (<i>x</i> = 11)</b>			
<i>L. aff. albiflora</i> Koidz.		17, 18, 19	Nishikawa <i>et al.</i> , 1979; Tae <i>et al.</i> , 1987; Liu e uruta <i>et al.</i> , 1989; Xu, 1990; Kurita e Hsu, 1996; FSun <i>et al.</i> , 1998
<i>L. anhuiensis</i> Y. Xu & G.J. Fan		16	Ke <i>et al.</i> , 1998
<i>L. aurea</i> (L'Hér.) Herb.	6	12, 13, 14, 16, 22	Khaleel, 1978; Tae <i>et al.</i> , 1987; Sato, 1988; Sveshnikova e Zemskova, 1988; Furuta <i>et al.</i> , 1989; Nishikawa <i>et al.</i> , 1979; Ueno <i>et al.</i> , 1994; Kurita e Hsu, 1996; Ma <i>et al.</i> , 2001; Chen <i>et al.</i> , 2003; Ogawa <i>et al.</i> , 2005

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose ( <i>n</i> )	Mitose ( <i>2n</i> )	Referências
<i>Lycoris caldwellii</i> Traub		27	Kurita e Hsu, 1996
<i>L. changonensis</i> “nome não resolvido”		19	Kurita e Hsu, 1996
<i>L. x chejuensis</i> K.H.Tae & S.C.Ko		30	Tzanoudakis e Kypriotakis, 1993; Kurita e Hsu, 1996; Tae e Ko, 1996
<i>L. chinensis</i> Traub	8	16	Chen e Li, 1985; Liu e Xu, 1990; Tae e Ko, 1993; Kurita e Hsu, 1996; Tae e Ko, 1996; Ke <i>et al.</i> , 1998; Sun <i>et al.</i> , 1998
<i>L. cinnabarinum</i> “nome não resolvido”		18	Williams, 1982
<i>L. flavescens</i> M.Kim & S.Lee		19	Kim e Lee, 1991; Kurita e Hsu, 1996; Tae e Ko, 1996
<i>L. houdyshelii</i> Traub		30	Furuta <i>et al.</i> , 1989; Kurita e Hsu, 1996
<i>L. incarnata</i> Comes ex Sprenger		28+1B, 29+1B, 30, 41	Furuta <i>et al.</i> , 1989; Kurita e Hsu, 1996; Ma <i>et al.</i> , 2001; Ogawa <i>et al.</i> , 2005
<i>L. koreana</i> Nakai	11	21, 22, 33, 45	Tae <i>et al.</i> , 1987; Kudryashova, 1988; Tzanoudakis e Kollmann, 1991; Kurita e Hsu, 1996; Tae e Ko, 1996
<i>L. longituba</i> Y.Hsu & G.J.Fan	8	16	Kurita e Hsu, 1996; Ke <i>et al.</i> , 1998; Ogawa <i>et al.</i> , 2005
<i>L. pumila</i> Herb. “nome não resolvido”		22	Ogawa <i>et al.</i> , 2005
<i>L. radiata</i> (L'Hér.) Herb.	11	21+1B, 22, 22+0-1B, 24, 33, 33+1B	Khaleel, 1978; Fukuda <i>et al.</i> , 1979; Nishikawa <i>et al.</i> , 1979; Chen e Li, 1985; Tae <i>et al.</i> , 1987; Furuta <i>et al.</i> , 1989; Shao <i>et al.</i> , 1994; Kurita e Hsu, 1996; Tae e Ko, 1996; Sun <i>et al.</i> , 1998; Chen <i>et al.</i> , 2003; Zhou, 2004; Qin, 2004; Hayashi <i>et al.</i> , 2005
<i>L. rosea</i> Traub & Moldenke		21+1B	Kurita e Hsu, 1996
<i>L. rubroaurantiaca</i> “nome não resolvido”		17	Kurita e Hsu, 1996
<i>L. sanguinea</i> Maxim.	11	21, 22, 23, 28,	Nishikawa <i>et al.</i> , 1979;

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Lycoris sanguinea</i> Maxim.		32	Krichphalushi, 1989; Furuta <i>et al.</i> , 1989; Ueno <i>et al.</i> , 1994; Kurita e Hsu, 1996; Ma <i>et al.</i> , 2001; Ogawa <i>et al.</i> , 2005
<i>L. sanguinea</i> var. <i>kiushiana</i> Makino ex T.Koyama		22, 33, 44	Kudryashova, 1988
<i>L. sanguinea</i> var. <i>sanguinea</i>		22, 23	Tzanoudakis e Kollmann, 1991
<i>L. sprengeri</i> Comes ex Baker	11	22, 33	Furuta <i>et al.</i> , 1989; Liu e Xu, 1990; Kurita e Hsu, 1996; Sun <i>et al.</i> , 1998; Zhang, <i>et al.</i> 1999a; Ogawa <i>et al.</i> , 2005
<i>L. squamigera</i> Maxim.		26, 27	Khaleel, 1978; Nishikawa <i>et al.</i> , 1979; Chen e Li, 1985; Tae <i>et al.</i> , 1987; Furuta <i>et al.</i> , 1989; Kurita e Hsu, 1996; Tae e Ko, 1996;
<b><i>Namaquanula</i> D.Müll.-Doblies &amp; U.Müll.-Doblies (x = 11)</b>			
<i>N. bruce-bayeri</i> (D. Müll.-Doblies & U. Müll.-Doblies) Snijman		22	Snijman, 1994
<b><i>Narcissus</i> L. (x = 7, 10, 11)</b>			
<i>N. abscissus</i> (Haw.) Schult. & Schult.f.		14	Montserrat-Marti e Vives, 1991
<i>N. assoanus</i> Dufour ex Schult. & Schult.f.		14	Montserrat-Marti e Vives, 1991
<i>N. assoanus</i> subsp. <i>assoanus</i>		14	Barra e González, 1984
<i>N. assoanus</i> var. <i>assoanus</i>		14	Natarajan, 1979a; Natarajan, 1979b; Brandham e Kirton, 1987
<i>N. asturiensis</i> (Jord.) Pugsley		14, 28, 14+0-2B	Fernández Casas, 1980a; Barra e González, 1984; Sañudo, 1984; Sañudo, 1985; Díaz <i>et al.</i> , 1990
<i>N. broussonetii</i> Lag.		22	Montserrat-Marti e Vives, 1991
<i>N. bulbocodium</i> L.		14, 21, 26, 34, 42	Fernández, 1981; Brandham e Kirton, 1987; Montserrat-Marti e Vives, 1991; Diosdado <i>et al.</i> , 1993; Wang <i>et al.</i> , 1996
<i>N. bulbocodium</i> subsp. <i>bulbocodium</i>		14, 28	Fernández, 1981; Dorda, 1983; Barra e González, 1984; Valdes-Bermejo, 1980; Fernández, 1981;

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose ( <i>n</i> )	Mitose ( <i>2n</i> )	Referências
<i>Narcissus bulbocodium</i> subsp. <i>bulbocodium</i>		14, 28	Dorda, 1983; Barra e González, 1984; Valdes-Bermejo, 1980
<i>N. bulbocodium</i> subsp. <i>quintanilhae</i> A. Fern.	7	14, 21	Fernandes, 1987
<i>N. calcicola</i> Mendonça		14	Brandham e Kirton, 1987
<i>N. cantabricus</i> DC.		14	Brandham e Kirton, 1987; González-Aguilera <i>et al.</i> , 1988; González-Aguilera <i>et al.</i> , 1990
<i>N. cavanillesii</i> Barra & G.López		28	Valdés <i>et al.</i> , 1984
<i>N. cernuus</i> Salisb.		14	Nash e Moreno, 1981; Dorda, 1983; Barra e González, 1984
<i>N. x compressus</i> Haw.		31	Brandham e Kirton, 1987
<i>N. confusus</i> Pugsley	14	14, 14+0-1B, 28	Barra e González, 1984; Sañudo, 1984; Sañudo, 1985; Montserrat-Marti e Vives, 1991
<i>N. cuatrecasasii</i> Fern. Casas, M. Laínz & Ruíz Rejón		14	Ruiz-Rejon e Sanudo, 1976; Ruiz Rejon e Rejon, 1985
<i>N. cyclamineus</i> DC.		14, 14+0-1B	Sañudo, 1985; Brandham e Kirton, 1987; Fernández Casas, 1996
<i>N. dordae</i> Fern.Casas		14	Montserrat-Marti e Vives, 1991
<i>N. dubius</i> Gouan		54	Fernández Casas, 1980
<i>N. flavus</i> Lag.		14, 21, 28, 42	Dorda, 1983; Barra e González, 1984; Ruiz Rejon e Rejon, 1985; Brandham e Kirton, 1987; Montserrat-Marti e Vives, 1991
<i>N. gaditanus</i> Boiss. & Reut.		14, 15	Nash e Moreno, 1981, Dorda, 1983; Ruiz Rejon e Rejon, 1985.
<i>N. hedraeanthus</i> (Webb & Heldr.) Colmeiro		14	Ruiz-Rejon e Sanudo, 1976; González-Aguilera <i>et al.</i> , 1988; González-Aguilera <i>et al.</i> , 1990; Pangua <i>et al.</i> , 1992
<i>N. hispanicus</i> Gouan		14, 15, 16, 17, 18, 42	Fernández, 1974; Barra e González, 1984; Sañudo, 1984; Brandham e Kirton, 1987
<i>N. x incomparabilis</i> Mill. (pro sp.)		21	Mehra e Sachdeva, 1976

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Narcissus jacetanus</i> Fern.Casas		14	Montserrat-Marti e Vives, 1991
<i>N. jonquilla</i> L.		14, 25	Karihaloo e Koul, 1980; Barra e González, 1984; Ruiz Rejon e Rejon, 1985; Brandham e Kirton, 1987; Nakata <i>et al.</i> , 1990; Chen <i>et al.</i> , 2003
<i>N. jonquilla</i> subsp. <i>jonquilloides</i> Baker		14	Brandham e Kirton, 1987
<i>N. longispathus</i> Degen & Hervier ex Pugsley		14, 14+0-1B	Sañudo, 1984; Sañudo, 1985; Brandham e Kirton, 1987; Pangua <i>et al.</i> , 1992 ; Boscaiu <i>et al.</i> , 2000
<i>N. minimus</i> Kunth “nome não resolvido”		14+1B	Brandham e Kirton, 1987
<i>N. x medioluteus</i> Mill.		24	De Dominicis <i>et al.</i> , 2002
<i>N. moleroi</i> Fern. Casas		14	Montserrat-Marti e Vives, 1991; Fernández Casas, 1996
<i>N. munozii-garmendiae</i> Fern. Casas	7	14, 14+0-1B	Fujishima, 1982; Sañudo, 1984
<i>N. nivalis</i> Graells	28	14	Fernández, 1981; Galland, 1988
<i>N. obsoletus</i> (Haw.) Spach		22	Talavera <i>et al.</i> , 1995
<i>N. papyraceus</i> Ker Gawl.		22, 30	Valdes-Bermejo e García, 1976; Fernández Casas <i>et al.</i> , 1979; Fernández Casas, 1980; Valdes-Bermejo, 1980; Nash e Moreno, 1981; Brandham e Kirton, 1987; D’Amato, 2004
<i>N. papyraceus</i> subsp. <i>pachybolbus</i> (Durieu) D.A.Webb		22	Pajarón-Sotomayor, 1986; Brandham e Kirton, 1987
<i>N. polyanthos</i> subsp. <i>polyanthos</i> (Loisel.) Asch. & Graebn		22	Talavera, 1979
<i>N. perezlarae</i> Font Quer x		29	Valdés <i>et al.</i> , 1984
<i>N. poeticus</i> L.		14, 14+1-2B,	Mehra e Sachdeva, 1976; Von-Bothmer, 1982;
<i>N. poeticus</i> L.		14+4B, 21	Krichfalushij e Sveshnikova, 1985; Brandham e Kirton, 1987; De Dominicis <i>et al.</i> , 2002; Tucci <i>et al.</i> , 2004

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Narcissus poeticus</i> subsp. <i>poeticus</i>		14, 21	Brandham e Kirton, 1987
<i>N. poeticus</i> subsp. <i>radiiflorus</i> (Salisb.) Baker		14, 14+0-1B, 30	Wetschnig, 1988; Druskovic e Lovka, 1995; Dobeá <i>et al.</i> , 1997; Tucci, 2004; D'Amato, 2004
<i>N. primigenius</i> (Fern. Casas & Laínz) Fern. Casas & Laínz		14, 14+0-1B	Friesen, 1991; Montserrat-Marti e Vives, 1991
<i>N. pseudonarcissus</i> L.	7	14, 14+0-2B, 21, 21+0-1B, 28, 29, 42, 43	Sañudo, 1984; Sañudo, 1985; Brandham e Kirton, 1987; Karihaloo e Koul, 1989; Chen <i>et al.</i> , 2003
<i>N. pseudonarcissus</i> subsp. <i>bicolor</i> (L.) Baker		14, 14+0-1B	Barra e González, 1984; Sañudo, 1984
<i>N. pseudonarcissus</i> subsp. <i>leonensis</i> (Pugsley) Fern, Casas & M.Laínz		42	Fernández Casas, 1980; Friesen, 1991; Montserrat-Marti e Vives, 1991
<i>N. pseudonarcissus</i> subsp. <i>major</i> (Curtis) Baker		14	Pangua <i>et al.</i> , 1992
<i>N. pseudonarcissus</i> subsp. <i>minor</i> (L.) Baker	7+0-2B	14, 14+0-2B	Barra e González, 1984; Sañudo, 1984; Brandham e Kirton, 1987
<i>N. pseudonarcissus</i> subsp. <i>moschatus</i> (L.) Baker		14, 28	Sañudo, 1984; Friesen, 1991; Montserrat-Marti e Vives, 1991
<i>N. pseudonarcissus</i> subsp. <i>nobilis</i> (Haw.) A.Fern.		28, 42, 42+0-2B	Sañudo, 1984; Sañudo, 1985; Friesen, 1991
<i>N. pseudonarcissus</i> subsp. <i>pallidiflorus</i> (Pugsley) A.Fern.		14+0-1B	Friesen, 1991
<i>N. pseudonarcissus</i> subsp. <i>pseudonarcissus</i>		14	Brandham e Kirton, 1987
<i>N. x pujolii</i> Font Quer x		32	Frizen, 1983
<i>N. romieuxii</i> Braun-Blanquet & Maire		28	Brandham e Kirton, 1987
<i>N. rupicola</i> Dufour		14	Nash e Moreno, 1981; Dorda, 1983; Brandham e Kirton, 1987
<i>N. rupicola</i> subsp. <i>watieri</i> (Maire) Maire & Weiller		14	Galland, 1988
<i>N. serotinus</i> L.		30	Valdes <i>et al.</i> , 1978; Frizzi, 1984; Sañudo, 1984; Valdés <i>et al.</i> , 1984; D'Amato, 2004

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose (n)	Mitose (2n)	Referências
<i>Narcissus x somedanus</i> Fern.Casado, Nava & Suárez Pérez		21	Fernández Casado <i>et al.</i> , 1997
<i>N. supramontanus</i> Arrigoni		20	Arrigoni, 2006
<i>N. tazetta</i> L.		14, 20, 22, 30	Sharma, 1970; Hong, 1982; Karihaloo e Koul, 1983; Tseng e Chen, 1984; Brandham e Kirton, 1987; Karihaloo, 1987; Lu <i>et al.</i> , 1989; Lü, 1990; Baldini, 1990; De Dominicis <i>et al.</i> , 2002
<i>N. tazetta</i> subsp. <i>aureus</i> (Loisel.) Baker		22	Baldini, 1995
<i>N. tazetta</i> subsp. <i>chinensis</i> M. Roem.		30, 32	Lu <i>et al.</i> , 1989; Xu <i>et al.</i> , 1992; Li e Lu, 1997
<i>N. tazetta</i> subsp. <i>tazetta</i>		20, 20+1B	Baldini, 1995; Bacchetta, 2001; Foggi <i>et al.</i> , 2003
<i>N. x tortifolius</i> Fdez.Casas		22, 36	Fernández Casas, 1977; Fernández-Casas, 1978; Romero <i>et al.</i> , 1983
<i>N. triandrus</i> L.		14+0-3B	Brandham e Kirton, 1987
<i>N. viridiflorus</i> Schousboe		28	Valdes-Bermejo, 1980
<b><i>Nerine</i> Herb. (x = 11)</b>			
<i>N. bodwenii</i> W. Watson		22	Zemskova e Sveshnikova, 1999
<i>N. undulata</i> (L.) Herb.		22	Zemskova e Sveshnikova, 1999
<b><i>Nothoscordum</i> Kunth (x = 5)</b>			
<i>N. andicolum</i> Kunth		10	Crosa, 1972
<i>N. andicolum</i> Kunth		18	Nuñez <i>et al.</i> , 1972
<i>N. arenarium</i> Herter		10, 15, 20	Crosa, 1972; Souza <i>et al.</i> , 2009
<i>N. bivalve</i> (L.) Britton	9	18-22, 32, 34, 48	Crosa, 1972; Nuñez <i>et al.</i> , 1972; Palomino <i>et al.</i> , 1992
<i>N. bivalve</i> var. <i>bivalve</i>		10, 16	Castro, 2005
<i>N. bonariense</i> (Pers.) Beauverd		26	Nuñez <i>et al.</i> , 1972
<i>N. felipponei</i> Beauverd		10	Crosa, 1972; Souza <i>et al.</i> , 2010
<i>N. gaudichaudianum</i> Kunth		16, 30	Nuñez <i>et al.</i> , 1972; Crosa, 1972
<i>N. gracile</i> (Aiton) Stearn		16, 18, 19,	Koerperich, 1930; Matsuura e Sudo, 1935; Nuñez <i>et al.</i> , 1972;

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose ( <i>n</i> )	Mitose ( <i>2n</i> )	Referências
<i>Narcissus gracile</i> (Aiton) Stearn		20, 32	Souza <i>et al.</i> , 2012
<i>N. gracile</i> var. <i>gracile</i> .		19	Sato <i>et al.</i> , 1979; Sato, 1980; Sato <i>et al.</i> , 1980; Sato <i>et al.</i> , 1980a; Sato, 1981; Tanaka e Ohta, 1982; Sato, 1988
<i>N. hirtellum</i> (Kunth) Herter		10	Crosa, 1975; Souza <i>et al.</i> , 2010
<i>N. izaguirreae</i> Crosa		24	Choi. 2006
<i>N. macrostemon</i> Kunth		10, 19	Nuñez <i>et al.</i> , 1972; Crosa, 1975; Souza <i>et al.</i> , 2012
<i>N. montevidense</i> Beauverd		8, 16	Crosa, 1972; Crosa, 1974
<i>N. montevidense</i> subsp. <i>minarum</i> (Beauverd) Guagl.		8, 10	Crosa, 1972; Rodriguez e Luchini, 1987
<i>N. nudicaule</i> (Lehm.) Guagl.		10, 18, 19	Nuñez <i>et al.</i> , 1972; Souza <i>et al.</i> , 2012
<i>N. nudum</i> Beauverd		10	Nuñez <i>et al.</i> , 1972; Crosa, 1972
<i>N. pulchellum</i> Kunth		10	Guerra e Felix, 2000
<i>N. setaceum</i> (Baker) Ravenna		10	Castro, 2005
<i>N. vittatum</i> (Griseb.) Ravenna		10	Crosa, 1972; Crosa, 1975; Souza <i>et al.</i> , 2010
<b><i>Pancratium</i> Dill. ex L. (x = 11)</b>			
<i>P. canariense</i> Ker Gawl.	11		Aldridge e Ortega, 1976
<i>P. illyricum</i> L.		22	Roti-Michelozzi e Serrato, 1980; Zemskova e Sveshnikova, 1999
<i>P. longiflorum</i> Roxb. Ex Ker Gawl. L.		22	Lakshmi e Venkateswarlu, 1976; Lakshmi, 1980
<i>P. maritimum</i> L.		22, 52, 54	Fiskesjo, 1975; Flory, 1976; Bartolo <i>et al.</i> , 1980; Banerjee, 1980; Valdes-Bermejo, 1980; Pastor e Valdés, 1986; Zakharjeva, 1990; Constantinidis e Kamari, 1995; Dalgiç e Basak, 1996; Zemskova e Sveshnikova, 1999; Fernández <i>et al.</i> , 2001; Şenel <i>et al.</i> , 2002
<i>P. sickenbergeri</i> Asch. & Schweinf.		22	Garbari e Crisman, 1988



Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose ( <i>n</i> )	Mitose ( <i>2n</i> )	Referências
<i>Pancratium tenuifolium</i> Hochst. ex A.Rich.		22	Oyewole, 1988
<i>P. zeylanicum</i> L.		22	Vijayavalli e Mathew, 1990
<b><i>Paramongaia</i> Velarde (x = 23)</b>			
<i>P. aramongaia weberbaueri</i> Velarde		46	Williams, 1981; Williams, 1981a
<b><i>Phycella</i> Lindl. (x = 8)</b>			
<i>P. australis</i> Ravenna		16	Baeza <i>et al.</i> , 2007
<i>P. cyrtanthoides</i> (Sims) Lindl.		16	Palma-Rojas, 2000
<b><i>Placea</i> Miers (x = 8)</b>			
<i>P. amoena</i> Phil.		16	Perry e Schrader, 2004
<i>P. arzae</i> Phil.		16	Nandi, 1985
<b><i>Proiphys</i> Herb. (x = 10)</b>			
			Meerow e Silverstone-Sopkin, 1995
<i>P. amboinensis</i> (L.) Herb.		10, 20	Lakshmi, 1978a Ponnamma e Ninan 1978b; Vijayavalli e Mathew, 1990
<b><i>Pyrolirion</i> Herb. (x = 5, 6, 7)</b>			
<i>P. flavum</i> Herb.		28, 42, 48	Dalgıç e Basak, 1996; Thoibi Devi e Borua, 1997
<b><i>Rhodophiala</i> C.Presl. (x = 6 -11)</b>			
<i>R. advena</i> (Ker-Gawl.) Traub		18	Palma-Rojas, 2000
<i>R. aff.advena</i> (Ker-Gawl.) Traub		18	Baeza <i>et al.</i> , 2006
<i>R. andicola</i> (Poepp.) Traub		16	Naranjo e Poggio, 2000
<i>R. araucana</i> (Phil.) Traub		54	Naranjo e Poggio, 2000
<i>R. bagnoldii</i> (Herb.) Traub		18	Jara-Seguel <i>et al.</i> , 2012
<i>R. bifida</i> (Herb.) Traub		15, 18	Naranjo e Poggio, 2000
<i>R. gilliesiana</i> (Herb.)		18, 36, 72	Naranjo e Poggio, 2000
<i>R. montana</i> (Phil.) Traub		18	Palma-Rojas, 2000
<i>R. phycelloides</i> (Herb.) Hunz.		18	Palma-Rojas, 2000
<i>R. pratensis</i> (Poepp.) Traub		18	Palma-Rojas, 2000

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose ( <i>n</i> )	Mitose ( <i>2n</i> )	Referências
<i>Rhodophiala rhodolirion</i> (Baker) Traub		16	Naranjo e Poggio, 2000
<b><i>Scadoxus</i> Raf. (<i>x</i> = 9)</b>			
<i>S. cinnabarinus</i> (Decne.) Friis & Nordal		18	Ponnamma e Ninan, 1978a
<i>S. katherinae</i> Baker “nome não resolvido”		18	Vosa e Marchi, 1980
<i>S. magnificus</i> Herb. “nome não resolvido”		18	Vosa e Marchi, 1980
<i>S. multiflorus</i> (Martyn) Raf.	9 (irreg.)	18, 36	Ponnamma e Ninan, 1978; Lakshmi, 1980; Lakshmi e Murthy, 1980; Nwankiti, 1984; Vijayavalli e Mathew, 1990; Huang e Zhao, 1998
<i>S. multiflorus</i> subsp. <i>katharinae</i> Baker		16	Zemskova e Sveshnikova, 1999
<i>S. multiflorus</i> subsp. <i>longitubus</i> (C. H. Wright) Friis & Nordal		18, 20	Morton, 1993
<i>S. natalensis</i> Pappe “nome não resolvido”		18	Vosa e Marchi, 1980
<i>S. puniceus</i> (L.) Friis & Nordal		18	Vosa e Marchi, 1980
<b><i>Sternbergia</i> Waldst. &amp; Kit. (<i>x</i> = 7, 10, 11)</b>			
<i>S. candida</i> B. Mathew & T. Baytop		20	Ünal, 1997; Özhatay, 1983
<i>S. clusiana</i> (Ker Gawl.) Ker Gawl. ex Spreng.		20	Ünal <i>et al.</i> , 1997; Özhatay, 1983
<i>S. colchiciflora</i> Waldst. & Kit.		10, 20	Alden, 1976; Majovsky e Murin, 1977; Fernández Casas <i>et al.</i> , 1978; Ferrarella, 1978; Gustavsson, 1978; Özhatay, 1983; Aparicio, 1986; Artelari e Kamari, 1991; Ünal <i>et al.</i> , 1997; Dalgıç e Basak, 1996; D’amato e Bianchi, 1999
<i>S. lutea</i> (L.) Ker Gawl. ex Spreng.		22, 22+0-1B, 33	Kaul, 1975; Özhatay, 1983; Pastor e Valdés, 1986; Kamari e Artelari, 1990; Artelari e Kamari, 1991; Yüzbâsioglu <i>et al.</i> , 1997; Dane, 1998; Baltisberger, 2006

Tabela 2 (Cont.)

<b>Táxon</b>	<b>Meiose (n)</b>	<b>Mitose (2n)</b>	<b>Referências</b>
<i>Sternbergia pulchella</i> Boiss. & Blanche		20	Johnson, 1993
<i>S. vernalis</i> (Mill.) Gorer & J.H.Harvey	15-22(irreg.)	22	Koul e Khan, 1969; Karihaloo e Koul, 1983; Özhatay, 1993; Ünal, 1997
<b><i>Strumaria</i> Jacq. (x = 10)</b>			
<i>S. aestivalis</i> Snijman		20	Snijman, 1992
<i>S. bidentata</i> Schinz		20	Goldblatt, 1976e
<i>S. chaplinii</i> (W. F. Barker) Snijman		20	Goldblatt, 1976e; Snijman, 1994
<i>S. discifera</i> Marloth ex Snijman		20, 20+1B	Snijman, 1992; Snijman, 1994
<i>S. gemmata</i> Ker-Gawl.		20	Goldblatt, 1976e
<i>S. karoopoortensis</i> (D. & U. Muller-Doblies) Snijman		20	Snijman, 1994
<i>S. merxmulleriana</i> (D. & U. Muller-Doblies) Snijman		20	Snijman, 1994
<i>S. perryae</i> Snijman		20	Snijman, 1992
<i>S. pygmaea</i> Snijman		20, 22	Snijman, 1994
<i>S. spiralis</i> (L'Hér.) W.T.Aiton		20	Goldblatt, 1976e
<i>S. tenella</i> (L.f.) Snijman		20	Goldblatt, 1976e
<i>S. truncata</i> Jacq.		20, 20+1B, 22	Goldblatt, 1976e
<i>S. villosa</i> Snijman		20+2B	Snijman, 1994
<i>S. watermeyeri</i> L. Bolus		20+2-3B	Snijman, 1992
<i>S. watermeyeri</i> subsp. <i>botterkloofensi</i> (D. & U. Muller-Doblies) Snijman		20	Snijman, 1994
<b><i>Traubia</i> Moldenke (x = 8)</b>			
<i>T. modesta</i> (Phil.) Ravenna		16	Grau e Bayer, 1991
<b><i>Tristagma</i> Poepp. (x = 4, 5)</b>			
<i>T. berteri</i> Phil “nome não resolvido”		8	Crosa, 1981
<i>T. bivalve</i> (Hook. ex Lindl.) Traub		8	Crosa, 1981

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose ( <i>n</i> )	Mitose ( <i>2n</i> )	Referências
<i>Tristagma mixale</i> Poepp. “nome não resolvido”		16	Crosa, 1981
<i>T. patagonicum</i> (Baker) Traub		8	Crosa, 1981
<i>T. uniflorum</i> (Lindl.) Traub		12, 24	Johnson e Brandham, 1997
<b><i>Tulbaghia</i> L. (<i>x</i> = 6)</b>			
<i>T. acutiloba</i> Harv.		12	Vosa, 1979; Vosa, 2000
<i>T. alliacea</i> L.f.		12, 36	Vosa, 2000
<i>T. cameronii</i> Baker		12	Vosa, 2000
<i>T. capensis</i> L.		12, 24, 36	Vosa, 2000
<i>T. cernua</i> Avé-Lall. ex Fisch., C.A. Mey. & Avé-Lall.		12, 24	Vosa, 2000
<i>T. coddii</i> Vosa & Burbidge		12	Vosa, 2000
<i>T. cominsii</i> Vosa		12	Vosa, 1979; Vosa, 2000
<i>T. dregeana</i> Kunth		12	Vosa, 2000
<i>T. galpinii</i> Schltr.		12	Vosa, 1979
<i>T. leucantha</i> Baker		12, 24	Vosa, 1979; Vosa, 2000
<i>T. ludwigiana</i> Harv.		12	Vosa, 1979; Vosa, 2000
<i>T. macrocarpa</i> Vosa		12	Vosa, 2000
<i>T. montana</i> Vosa		12	Vosa, 1979; Vosa, 2000
<i>T. natalensis</i> Baker		12	Vosa, 2000
<i>T. nutans</i> Vosa		12	Vosa, 1979; Vosa, 2000
<i>T. rhodesica</i> R.E.Fr.		12	Vosa, 2000
<i>T. simmleri</i> Beauverd		12	Vosa, 2000
<i>T. tenuior</i> K.Krause & Dinter		12	Vosa, 2000
<i>T. transvaalensis</i> Vosa		12	Vosa, 1979; Vosa, 2000
<i>T. verdoornia</i> Vosa & Burbidge		12	Vosa, 2000
<i>T. violacea</i> Harv.	6	12	Lakshmi, 1988; Vijayavalli e Mathew, 1990; Vosa, 2000
<i>T. violacea</i> var. <i>maritima</i> Vosa “nome não resolvido”		12	Vosa, 2000

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose ( <i>n</i> )	Mitose ( <i>2n</i> )	Referências
<b><i>Ungernia</i> Bunge (<i>x</i> = 11)</b>			
<i>U. ferganica</i> Vved. ex Artjushenko		22	Zakharjeva, 1990
<i>U. oligostroma</i> M. Popov & Vved.		22	Zakharjeva, 1990
<i>U. spiralis</i> Proskorjakov		22	Zakharjeva, 1990
<i>U. tadshicorum</i> Vved. ex Artjushenko		22, 23	Zakharjeva, 1990
<i>U. victoris</i> Vved. ex Artjushenko		22	Zakharjeva, 1990
<b><i>Zephyranthes</i> Herb. (<i>x</i> = 5, 6, 7)</b>			
<i>Z. ajax</i> Spreng.		42, 43, 44, 48	Flory, 1940; Kapoor, 1961; Tandon, 1961; Vijayavalli e Mathew, 1990
<i>Z. albiella</i> Traub		18	Flory e Flag, 1962
<i>Z. bifolia</i> (Aubl.) M.Roem.		60	Flory e Flag, 1962
<i>Z. candida</i> (Lindl.) Herb.		18, 19, 24, 28, 32, 36, 38, 40, 42, 48, 49	Nandi, 1973; Vij <i>et al.</i> , 1982; Sveshnikova e Zemskova, 1988; Zhu <i>et al.</i> , 1991; Dalgıç e Basak, 1996; Ma <i>et al.</i> , 1997; Thoibi Devi e Borua, 1997; Zemskova e Sveshnikova, 1999
<i>Z. cardinalis</i> C.H.Wright		ca.66	Flory e Flag, 1962
<i>Z. carinata</i> Herb.		38, 46, 48	Nagao e Takusagawa, 1932; Inariyama, 1937; Flory e Flag, 1962; Yokouchi, 1964
<i>Z. chlorosolen</i> (Herb.) D.Dietr.		49, 49+1B, 55-60, 68, 69+1B, 72, 72+1B	Coe, 1954; Flory e Flag, 1962; Traub, 1963; Flory, 1976; Greizerstein e Naranjo, 1987
<i>Z. citrina</i> Baker		47, 48	Flory e Flag, 1962; González <i>et al.</i> , 1980; Randha <i>et al.</i> , 2003
<i>Z. clintiae</i> Traub		48	Flag, 1960
<i>Z. concolor</i> (Lindl.) Benth. & Hook.f.		110	Palomino e Santiago, 1988
<i>Z. drummondii</i> D.Don		48, 50	Nandi, 1973; Sveshnikova e Zemskova, 1988

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose ( <i>n</i> )	Mitose ( <i>2n</i> )	Referências
<i>Zephyranthes filifolia</i> Herb. ex Kraenzl.		53	Naranjo, 1974
<i>Z. fosteri</i> Traub		48	Flag e Flory, 1962
<i>Z. insularum</i> Hume ex Moldenke		28	Flag e Flory, 1962
<i>Z. jonesii</i> (Cory) Traub		24, 48, 72	Flory, 1976; Greizerstein e Naranjo, 1987
<i>Z. lancasteri</i> Traub		48	Kapoor, 1964; Tandon, 1964b
<i>Z. lindleyana</i> Herb.		24, 48, ca.99	Fernandes, 1929; Fernandes, 1930; Fernandes, 1931; Sato, 1938; Sato, 1942; Fory, 1943; Flag e Flory, 1962
<i>Z. macrosiphon</i> Baker		46, 48	Flag e Flory, 1962; Sveshnikova e Zemskova, 1988
<i>Z. mesochloa</i> Herb. ex Lindl.		12, 12+1B, 24, 48	Sharma, 1956; Sharma e Ghosh, 1954; Bochantseva, 1972; Greizerstein e Naranjo, 1987
<i>Z. aff. mesochloa</i> Herb.	6	12, 12+1B, 48	Greizerstein e Naranjo, 1987; Daviña e Fernández 1989; Vijayavalli e Mathew, 1990
<i>Z. minima</i> Herb.		20, 21	Naranjo, 1974
<i>Z. minuta</i> (Kunth) D.Dietr.		23, 24, 36, 48, 50, 67+1B	Flag e Flory, 1962; Vij <i>et al.</i> , 1982; Greizerstein e Naranjo, 1987; Sveshnikova e Zemskova, 1988; Vijayavalli e Mathew, 1990; Dalgiç e Basak, 1996; Thoibi Devi e Borua, 1997
<i>Z. nervosa</i> Herb.		24	Flag e Flory, 1962
<i>Z. puertoricensis</i> Traub		25, 26	Flag e Flory, 1962; González <i>et al.</i> , 1980
<i>Z. pulchella</i> J.G.Sm.		48	Flag e Flory, 1976; Sveshnikova e Zemskova, 1988
<i>Z. refugiensis</i> F.B.Jones		46, 48	Jones, 1961; Flag e Flory, 1976
<i>Z. rosea</i> Lindl.		24, 27, 48	Nandi, 1973; Sveshnikova e Zemskova, 1988; González <i>et al.</i> , 1980; Vijayavalli e Mathew, 1990; Zemskova e Sveshnikova, 1999

Tabela 2 (Cont.)

Táxon	Meiose ( <i>n</i> )	Mitose ( <i>2n</i> )	Referências
<i>Zephyranthes sessilis</i> Herb.		48	Sveshnikova e Zemskova, 1988
<i>Z. simpsonii</i> Chapman		48	Flory, 1940
<i>Z. smallii</i> (Alexander) Traub		24, 53, 54, 58, 70, 72, c.72	Flag e Flory, 1976; Greizerstein e Naranjo, 1987; Sveshnikova e Zemskova, 1988
<i>Z. stellaris</i> Ravenna		20	Greizerstein e Naranjo, 1987
<i>Z. aff. stellaris</i> Ravenna		20	Daviña e Fernández 1989
<i>Z. sulphurea</i> hort. “nome não resolvido”		48	Nandi, 1973; Vij <i>et al.</i> , 1982
<i>Z. traubii</i> (Hayward)	12	24	Coe, 1954; Flag e Flory, 1962; Flag e Flory, 1976
<i>Z. treatiae</i> S.Watson		12, 24	Sveshnikova e Zemskova, 1988

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBASI, F. M. et al. Historical perspective of *in situ* hybridization for the analysis of genomic constitution of plants. **African Journal of Biotechnology**. v. 9, n. 54, p. 9142-9147, 2010.
- ABRAHAM, S.; CHERIAN, V. D. A study of the cellular damage produced by extracts of fruits of *Lantana camara* Linn. **New botanist**. v. 3, n. 140, p. 111-114, 1976.
- ADAMS, S. P. et al. Ribosomal DNA evolution and phylogeny in *Aloe* (Asphodelaceae). **American Journal of Botany**. v. 87, n. 11, p. 1578-1583, 2000.
- ADAMS, S. P. et al. *Aloe* L. - a second plant family without (TTTAGGG) telomeres. **Chromosoma**. v. 109, n. 3, p. 201-205, 2000.
- ADANIYA, S. et al. Karyotypes and origin of *Allium wakegi*. **Chromosome information service**. v. 24, p. 16-18, 1978.
- AHMED, L. et al. Reversible fluorescent chromosome banding in three *Crinum* ssp. (Amaryllidaceae). **Cytologia**. v. 69, n. 1, p. 69-74, 2004.
- ALAM, S. S. et al. Karyotype analysis with differential banding in *Crinum pratense* and *Crinum defixum*. **Cytologia**. v. 63, n. 2, p. 223-227, 1998.
- ALAM, S. S.; ZAMAN, M. Y.; RAHMAN, M. S. Localization of 5S rDNA and 18S-5.8S-25S rDNA probes in *Crinum latifolium* L. genome. **Bangladesh Journal of Botany**. v. 39, n. 2, p. 199-205, 2010.
- ALBINI, S. M.; JONES, G. H. Synaptonemal complex spreading in *Allium cepa* and *Allium fistulosum*. II. Pachytene observations: the SC karyotype and the correspondence of late recombination nodules and chiasmata. **Genome**. v. 30, n. 3, p. 339-410, 1988.
- ALDEN, B. Floristic reports from the high mountains of Pindhos Greece. **Botaniska Notiser**. v. 129, n. 3, p. 297-321, 1976.
- ALDRIDGE, A.; ORTEGA, J. Estudios en la flora de Macaronesia: algunos numeros de cromosomas II. **Botánica Macaronesica**. v. 2, p. 9-18, 1976.
- ALMEIDA, C. C. S.; CARVALHO, P. C. L.; GUERRA, M. Karyotype differentiation among *Spondias* species and the putative hybrid umbu-cajá (Anacardiaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**. v. 155, n. 4, p. 541-547, 2007.
- ALVES, L. I. F.; LIMA, A. S. A.; FELIX, L. P. Chromosome characterization and variability in some Iridaceae from Northeastern Brazil. **Genetics and Molecular Biology**. v. 34, n. 2, p. 259-267, 2011.
- ALVES-ARAÚJO et al. Caracterização morfoanatômica de espécies de Amaryllidaceae s.s. e Alliaceae s.s. do Nordeste brasileiro. **Revista Caatinga**. v. 25, n. 4, p. 68-81, 2012.
- AMARAL, A. C. **Amaryllidaceae Jaume St.-Hil.: levantamento das espécies do Distrito Federal, Brasil, e estudos de multiplicação *in vitro***. 2007. 115 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade de Brasília, Brasília, 2007.



AMARAL, A. C. *Habranthus* Herb. (Amaryllidaceae) no Brasil: estudo taxonômico, caracterização morfológica e relações filogenéticas. 2011. 167 f. Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

ANDRADE, M. J. G. Números cromossômicos de Loranthaceae e Viscaceae ocorrentes no Nordeste brasileiro. 2002. 82 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.

APARICIO, M. A. Números cromosomáticos de plantas occidentales. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*. v. 43, n. 2, p. 427-430, 1986.

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.

ARANEDA, L.; SALAS, P.; MANSUR, L. Chromosome numbers in the Chilean endemic genus *Leucoryne* (Huilli). *Journal American Society Horticultural Science*. v. 129, n. 1, p. 77-80, 2004.

ARIGA, T. et al. Garlic-like but odorless plant *Allium ampeloprasum* 'Mushuu-ninniku'. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*. v. 71, n. 3, p. 362-369, 2002.

AROHONKA, T. Chromosome counts of vascular plants of the island seili in nauvo, southwestern Finland. *Biologia Geographica*. v. 3, p. 1-12, 1982.

ARRIGONI, P. V. Taxonomical and chorological contribution to the Sardinian flora. *Bocconeia*. v. 19, p. 33-48, 2006.

ARROWSMITH, C. H. et al. Epigenetic protein families: a new frontier for drug discovery, *Nature Reviews Drug Discovery*. v. 11, n. 5, p. 384-400, 2012.

ARROYO, S. C.; CUTLER, D. F. *Zephyranthes seubertii*, nombre más antiguo para *Z. stellaris* (Amaryllidaceae). *Kurtziana*. v. 25, n. 183-186, 1984.

ARROYO, S. The chromosomes of *Hippeastrum*, *Amaryllis* and *Phycella* (Amaryllidaceae). *Kew Bulletin*. v. 37, p. 211-216, 1982.

ARTELARI, R.; KAMARI, G. The genus *Sternbergia* (Amaryllidaceae) in Greece: taxonomy and karyology. II. *Botanika Chronika*. v. 10, n. 1, p. 239-251, 1991.

ARYAVAND, A. Contribution a l'etude cytotonomique de quelques angiospermes de l'Iran. *Botaniska Notiser*. v. 128, p. 299-311, 1975.

ASTANOVA, S. B. Chromosome numbers in the species of the families Alliaceae, Asteraceae, Caryophyllaceae, Ebenaceae, Linaceae, Oleaceae, Lamiaceae from Tadjikistan. *Botanicheskii Zhurnal SSSR*. v. 69, n. 11, p. 1563-1564, 1984.

ASTROM, H.; HAEGGSTROM, C. A. Chromosome numbers of *Allium scorodoprasum* and *A. vineale* from SW Finland and W Ukraine. *Annales Botanici Fennici*. v. 40, n. 1, p. 1-3, 2003.

ASTROM, H.; HAEGGSTROM, C. A. Generative reproduction in *Allium oleraceum* (Alliaceae). *Annales Botanici Fennici*. v. 41, n. 1, p. 1-14, 2004.

- AUQUIER, P.; RENARD, R. Nombres chromosomiques de quelques angiospermes du Rwanda, Burundi et Kivu (Zaire). **Bulletin du Jardin Botanique de l'État a Bruxelles**. v. 45, p. 421-445, 1975.
- BACCHETTA, G. Números cromosómicos de plantas occidentales. **Anales del Jardín Botánico de Madrid**. v. 58, n. 2, p. 341-342, 2001.
- BADR, A. Mitodepressive and chromotoxic activities of two herbicides in *Allium cepa*. **Cytologia**. v. 48, n. 1, p. 451-457, 1983.
- BADR, A.; ELKINGTON, T. T. Variation of Giemsa C-band and fluorochrome banded karyotypes, and relationships in *Allium* subgen. Molium. **Plant Systematics and Evolution**. v. 128, n. 1-2, p. 23-35, 1977.
- BADR, A.; ELKINGTON, T. T. Giemsa C-banded karyotypes and taxonomic relationships of some North American *Allium* species and their relationship to old world species. **Plant Systematics and Evolution**. v. 144, n. 1, p. 1724, 1984.
- BAEZA, C.; RUIZ, E.; NEGRITTO, M. El número cromosómico de *Phycella australis* Ravenna (Amaryllidaceae). **Gayana Botánica**. v. 64, n. 1, p. 119-122, 2007.
- BAEZA, C.; SCHRADER, O.; ESCOBAR, I. Estudio del cariotipo en *Rhodophiala* aff. *advena* (Ker-Gawl.) Traub de la VIII Región de Chile. **Kurtziana**. v. 32, n. 1-2, p. 45-51, 2006.
- BALDINI, R. M. Mediterranean chromosome number reports 5 (544). **Flora Mediterranea**. v. 7, p. 346-350, 1995.
- BALDINI, R. M. Numeri cromosomici per la flora Italiana: 1231--1238. **Informatore Botanico Italiano**. v. 22, n. 3, p. 227-236, 1990.
- BALOG, C. The mitotic index in diploid and triploid *Allium* roots. **Cytologia**. v. 47, n. 3-4, p. 689-697, 1982.
- BALOG, C. Features of meiosis in triploid *Allium triquetrum*. **Cytologia**. v. 49, n. 1, p. 95-103, 1984.
- BALOG, C. Studies on triploid *Allium triquetrum* 1. The effect of developmental age on univalent frequency and behaviour. **Chromosoma**. v. 72, n. 3, p. 335-346, 1979.
- BALOG, C. Studies on triploid *Allium triquetrum* 11. Metaphase I univalents and their influence on anaphase I distribution. **Chromosoma**. v. 73, n. 3, p. 191-205, 1979a.
- BALTISBERGER, M.; BALTISBERGER, E. Cytological data of Albanian plants. **Candollea**. v. 50, n. 2, p. 457-493, 1995.
- BALTISBERGER, M.; VOELGER, M. *Sternbergia sicula*. In: MARHOLD, K. (ed.), IAPT/IOPB chromosome data 1. **Taxon**. v. 55, n. 2, p. 443-445, 2006.
- BANERJEE, N. Chromosome studies in some species of *Allium*. **Indian Science Congress Association**. (IV, A). n. 67, p. 35, 1980.

- BAPAT, V. A.; NARAYANASWAMY, S. Growth and organogenesis in explanted tissues of *Amaryllis* in culture. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**. v. 103, n. 2, p. 53-56, 1976.
- BAREKA, E. P.; CONSTANTINIDIS, T.; KAMARI, G. Mediterranean chromosome number reports 8 (1001--1008). **Flora Mediterranea**. v. 8, p. 298-307, 1998.
- BAREKA, E. P.; KAMARI, G. Mediterranean chromosome number reports 9 (1026-1030). **Flora Mediterranea**. v. 9, p. 324-330, 1999.
- BAREKA, E. P.; KAMARI, G.; PHITOS, D. Cytogeographic study of the genus *Leucojum* (Amaryllidaceae) in Greece. **Boccone**. v. 16, n. 2, p. 529-536, 2003.
- BAREKA, E. P.; KOUTOULA, M.; KAMARI, G. Mediterranean chromosome number reports 10 (1106--1109). **Flora Mediterranea**. v. 10, p. 382-386, 2000.
- BAREKA, P.; KAMARI, G.; PHITOS, D. *Acis ionica* (Amaryllidaceae), a new species from the Ionian area (W Greece, S Albania). **Willdenowia**. v. 36, p. 357-366, 2006.
- BARRA, A.; GONZÁLEZ, G. L. Datos cariológicos sobre el género *Narcissus* L. **Anales del Jardín Botánico de Madrid**. v. 40, p. 369-377, 1984.
- 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.
- BARTOLO, G.; BRULLO, S.; PAVONE, P. *Allium lopadusanum* (Liliaceae), a new species from Lampedusa (Sicily). **Willdenowia**. v. 16, p. 89-93, 1986.
- BARTOLO, G.; BRULLO, S.; PAVONE, P. Numeri cromosomici per la flora Italiana: 484-493. **Informatore Botanico Italiano**. v. 10, p. 267-277, 1978.
- BARTOLO, G.; BRULLO, S.; PAVONE, P. Numeri cromosomici per la flora Italiana: 617-631. **Informatore Botanico Italiano**. v. 11, p. 149-159, 1979.
- BARTOLO, G.; BRULLO, S.; PAVONE, P. Números cromosómicos de plantas occidentales: 138-156. **Anales del Jardín Botánico de Madrid**. v. 38, p. 288-299, 1981.
- BARTOLO, G. et al. Contributo alla carilogia del genere *Plantago* in Sicilia e Calabria meridionale. **Nuovo giornale botanico italiano**. v. 114, p. 100, 1980.
- BARTOLO, G. et al. Cytotaxonomical notes on some Liliaceae of *N. Cyrenaica*. **Webbia**. v. 38, p. 601-622, 1984.
- BATISTA, C. V. F. et al. Indole alkaloids from *Rauwolfia sellowii*. **Phytochemistry**. v. 41, n. 3, p. 969-973, 1996.
- BAUCHAN, G. R.; CAMPBELL, T. A.; HOSSAIN, M. A. Chromosomal polymorphism as detected by C-banding patterns in *Chilean alfafa* germplasm. **Crop Science**. v. 42, n. 2, p. 1291-1297, 2002.
- BEDALOV, M.; LOVRIC, A. Z. 1978. Biosistematska analiza taksona *Allium horvatii* Lovric i srodnih taksona u istocnojadranskom primorju. **Mitt. Ostalp.-Dinar Ges. Vegetationsk.** v. 14, p. 115-127, 1978.

BELAEVA, V. A.; SIPLIVINSKY, V. N. Chromosome numbers and taxonomy of some species of Baikal flora. **Botanicheski Zhurnal**. v. 60, n. 6, p. 864-872, 1975.

BELAEVA, V. A.; SIPLIVINSKY, V. N. Chromosome numbers and taxonomy of some species of Baikal flora. **Botanicheski Zhurnal**). v. 61, n. 6, p. 873-880, 1976.

BELAEVA, V. A.; SIPLIVINSKY, V. N. In Chromosome number reports LXXIII. **Taxon**. v. 30, p. 857-860, 1981.

BELTRÃO, G. T. A.; GUERRA, M. Citogenética de angiospermas coletadas em Pernambuco---III. **Ciência e Cultura**. v. 42, n. 1, p. 839-845, 1990.

BENKEBLIA, N. Postharvest technology of onions. In: DRISS, R.; NISKANEN, R.; MOHAN-JAIN, S. (Ed.) **Crop management and postharvest handling of horticultural products**. Enfield: Science Publishers, 2003. cap. 5, p.107-137.

BENNETT, M. D.; BHANDOL, P.; LEITCH, I. J Nuclear DNA amounts in angiosperms and their modern uses - 807 New Estimates. **Annals of Botany**. v. 86, p. 859-909, 2000.

BESENDORFER, V. et al. Chromosomal organization of ribosomal genes and NOR-associated heterochromatin, and NOR activity in some populations of *Allium commutatum* Guss. (Alliaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**. v. 139, n. 1, p. 99-108, 2002.

BHATTACHARYYA, R. A tetraploid *Allium cepa* from Bangladesh. **Cytologia**. v. 41, n. 3-4, p. 513-521, 1976.

BIEL, B.; TAN, K.; TZANOUDAKIS, D. A new autumn-flowering species of *Allium* (Liliaceae) from the island of Sifnos (Cyclades, Greece). **Willdenowia**. v. 36, n. 1, p. 367-372, 2006.

BOCHANTSEVA, Z. P. O chislakh chromosom. in Introd. Akkli. Rasteny Akad. **Akademiya nauk Respublika Uzbekistan**. SSR. p. 45-53, 1972.

BORGEN, L. Chromosome numbers of vascular plants from Macaronesia. **Norwegian Journal of Botany**. v. 22, p. 71-76, 1975.

BORZATTI VON LÖWENSTERN, A.; GARBARI, F. Mediterranean chromosome number reports 9 (1099--1105). **Flora Mediterranea**. v. 9, p. 379-387, 1999.

BOSCAIU, M. et al. Números cromosomáticos de plantas occidentales, 751--776. **Anales del Jardín Botánico de Madrid**. v. 55, n. 2, p. 430-431, 1997.

BOSCAIU, M. et al. Números cromosomáticos de plantas occidentales, 827--848. **Anales del Jardín Botánico de Madrid**. v. 58, n. 1, p. 163-164, 2000.

BOSE, S. Cytological studies in the genus *Cyrtanthus*. **Bulletin of the botanical society of Bengal**. v. 19, n. 2, p. 73-76, 1965.

BOSE, S.; FLORY, W. S. A study of phylogeny and of karyotype evolution in *Lycoris*. **Nucleus**. v. 6, p. 141-156, 1963.

BOTHMER, R. V. Karyotype variation in *Allium bourgeaui*. **Hereditas**. v. 79, n. 1, p. 125-132, 1975.

BRANDHAM, P. E.; BHANDOL, P. S. Chromosomal relationships between the genera *Amaryllis* and *Hippeastrum* (Amaryllidaceae). **Kew Bulletin**. v. 52, n. 4, p. 973-980, 1997.

BRANDHAM, P. E.; KIRTON, P. R. The chromosomes of species, hybrids and cultivars of *Narcissus* L. (Amaryllidaceae). **Kew Bulletin**. v. 42, p. 65-102, 1987.

BRAUNSTEIN, M. et al. Efficient transcriptional silencing in *Saccharomyces cerevisiae* requires a heterochromatin histone acetylation pattern. **Molecular Cell Biology**. v. 16, p. 4349-4356, 1996.

BRITO, R. M. et al. Cytogenetic data of *Partamona peckolti* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini) by C banding and fluorochrome staining with DA/CMA3 and DA/DAPI. **Genetics and Molecular Biology**. v. 26, n. 1, p. 53-57, 2003.

BROWN, R. **Prodomus florum novae hollandiae**. 1. ed. Londres: Richard Taylor & Son, 1810. 590p.

BROWNELL, J. E. et al. Tetrahymena histone acetyltransferase A: A homolog to yeast Gcn5p linking histone acetylation to gene activation. **Cell**. v. 84, n. 6, p. 843-851, 1996.

BRULLO, S. et al. Cytotaxonomical notes on some rare endemic species of *Allium* (Alliaceae) from Greece. **Caryologia**. v. 54, p. 37-57, 2001.

BRULLO, S. et al. Cytotaxonomical remarks on *Allium pallens* and its relationships with *A. convallarioides* (Alliaceae). **Boccone**. v. 16, n. 2, p. 557-571, 2003.

BRULLO, S. et al. Mediterranean chromosome number reports 7 (885--898). **Flora Mediterranea**. v. 7, p. 267-275, 1997.

BRULLO, S.; GUGLIELMO, A.; TERRASI, M. C. Notes on *Allium rhodopeum* (Alliaceae), a neglected species from the e Mediterranean area. **Plant Biosystems**. v. 132, n. 1, p. 63-69, 1998.

BRULLO, S.; GUGLIELMO, A.; TERRASI, M. C. On *Allium pilosum* Sm. (Alliaceae), a rare Aegean endemic. **Nuovo giornale botanico italiano**. v. 129, n. 2, p. 34, 1995.

BRULLO, S.; LANFRANCO, E.; PAVONE, P. *Allium lojaconoi* sp. nov. e sue affinita con *Allium parciflorum* Viv. **Webbia**. v. 35, p. 295-306, 1982.

BRULLO, S.; PAVONE, P. *Allium greuteri* sp. nova (Liliaceae) from Cyrenaica and its relationships with the *Allium cupanii* group. **Willdenowia**. v. 13, p. 115-122, 1983.

BRULLO, S.; PAVONE, P.; TZANOUDAKIS, D. *Allium lagarophyllum* (Liliaceae), a new species from Greece. **Willdenowia**. v. 23, p. 107-111, 1993.

BRULLO, S.; PAVONE, P.; SALMERI, C. *Allium archeotrichon* (Alliaceae), a new species from Rhodos (Dodekannisos, Greece). **Nordic Journal of Botany**. v. 19, n. 1, p. 41-46, 1999.

BRULLO, S.; PAVONE, P.; SALMERI, C. Considerazioni citotassonomiche su *Allium calabrum* (Alliaceae), raro endemismo dell Italia meridionale. **Nuovo Giornale Botanico Italiano**. v. 128, n. 1, p. 246, 1994.

BRULLO, S.; PAVONE, P.; SALMERI, C. *Allium anzalonei*, eine neue Art für die italienische flora. **Sendtnera**. v. 4, p. 33-39, 1997a.

BRULLO, S.; PAVONE, P.; SALMERI, C. *Allium brachyspathum* (Alliaceae), a new species from the island of Karpathos (S Aegean area, Greece). **Boccone**. v. 13, p. 413-417, 2001.

BRULLO, S.; PAVONE, P.; SALMERI, C. *Allium daninianum* (Alliaceae), a new species from the Middle East. **Willdenowia**. v. 26, p. 237-244, 1996.

BRULLO, S.; PAVONE, P.; SALMERI, C. *Allium karistanum* (Liliaceae), a new species from Evvia (Greece). **Boccone**. v. 5, p. 759-764, 1997b.

BRULLO, S.; PAVONE, P.; SALMERI, C. *Allium oporinanthum* (Alliaceae), a new species from the NW Mediterranean area. **Anales del Jardín Botánico de Madrid** v. 55, n. 2, p. 297-302, 1997c.

BRULLO, S.; PAVONE, P.; SALMERI, C. *Allium rhodiaceum* (Liliaceae), a new species from Rhodos (Greece). **Willdenowia**. v. 22, p. 89-95, 1992.

BRULLO, S.; PAVONE, P.; SALMERI, C. Cytotaxonomic and phytogeographic considerations on *Allium meteoricum* (Alliaceae), rare endemic of the greek flora. **Nuovo Giornale Botanico Italiano**. v. 129, n. 2, p. 35, 1995.

BRULLO, S.; PAVONE, P.; SALMERI, C. Cytotaxonomical notes on *Allium dentiferum* Webb. & Berthelot, an unknown species of the Mediterranean flora. **Botanika Chronika**. v. 10, p. 785-796, 1991.

BRULLO, S.; PAVONE, P.; SALMERI, C. Cytotaxonomical notes on *Allium grosii* font quer from Ibiza (Balearic Islands). **Candollea**. v. 47, n. 1, p. 77-81, 1992.

BRULLO, S.; PAVONE, P.; SALMERI, C. Three new species of *Allium* (Alliaceae) from Cyprus. **Candollea**. v. 48, n. 1, p. 279-290, 1993.

BRULLO, S. et al. Cytotaxonomical notes on *Allium savii* Parl. (Alliaceae), a misappreciated Tyrrhenian element. **Candollea**. v. 49, n. 1, p. 271-279, 1994.

BRULLO, S. et al. Cytotaxonomic investigation on *Allium exaltatum* (Alliaceae) from Cyprus. **Caryologia**. v. 57, n. 3, p. 274-278, 2004.

BRULLO, S.; PAVONE, P.; SPAMPINATO, G. *Allium pentadactyli* (Liliaceae), a new species from S Italy. **Willdenowia**. v. 19, p. 115-120, 1989.

BRULLO, S.; TZANOUDAKIS, D. 1989. *Allium maniaticum* (Liliaceae), a new species from S Greece. **Willdenowia**. v. 19, n. 1, p. 111-114, 1989.

BRULLO, S.; TZANOUDAKIS, D. *Allium ionicum* (Liliaceae), a new species from the Ionian islands (W. Greece). **Willdenowia**. v. 24, n.1-2, p. 53-57, 1994.

BUBLYK, E. N.; ADONI, V. I.; KUNAKH, V. A. Cytogenetic variability of cell lines of *Ungernia victoris* grown on nutrient media of different compositions. **Cytology and Genetics**. v. 42, n.1, p. 23-29, 2008.

- BUTTLER, K. P. Chromosomenzahlen von gefäßpflanzen aus hessen (und angrenzenden Ländern), 3. Folge. **Hessische Floristische Briefe** v. 34, n. 1, p. 37-42, 1985.
- CABRAL, J. S.; FÉLIX, L. P.; GUERRA, M. Heterochromatin diversity and its colocalization with 5S and 45S rDNA sites in chromosomes of four *Maxillaria* species (Orchidaceae). **Genetics and Molecular Biology**. v. 29, n. 4, p. 659-664, 2006.
- CAI, Q.; CHINNAPPA, C. C. Giemsa C-banded karyotypes of seven North American species of *Allium*. **American Journal of Botany**. v. 74, n. 7, p. 1087-1092, 1987.
- CAPINERI, R.; D'AMATO, G.; MARCHI, P. Numeri cromosomici per la flora italiana. 534-583. **Informatore Botanico Italiano**. v. 10, p. 421-465, 1978.
- CARDONA, M. A.; CONTANDRIOPOULOS, J. In IOPB chromosome number reports LXXIX. **Taxon**. v. 32, p. 323-324, 1983.
- CASTRO, C. E. F. et al. **Transferência de tecnologia**. Campinas, SP: Consepa, 2005. 25 p.
- CASTRO, M. 2005. Chromosome numbers in plant taxa endemic to the Balearic Islands. **Botanical Journal of the Linnean Society**. v. 148, n. 2, p. 219-228, 2005.
- CASTROVIEJO, S.; FELINER, G. N. Cytotaxonomic notes on some Spanish plants. **Willdenowia**. v. 16, n. 1, p. 213-219, 1986.
- CESCHMEDJIEV, I. V. In IOPB chromosome number reports LIV. **Taxon**. v. 25, p. 631-649, 1976.
- CHASE, M. W. et al. Higher-level systematics of monocotyledons: an assessment of current knowledge and a new classification. In: WILSON, L.; MORRISON, D. A. (Eds.). **Monocots: Systematics and Evolution**. Collingwood: CSIRO Publishing, 2000. p. 3-16.
- CHASE, M. W.; REVEAL, J. W.; FAY, M. F. A subfamilial classification for the expanded asparagelean families Amaryllidaceae, Asparagaceae and Xanthorrhoeaceae. **Botanical Journal of the Linnean Society**. v. 161, n. 132-136, 2009.
- CHEN, R. A further research of plant chromosome G-banding. In: HONG, D. (ed.), **Plant Chromosome Research**. 1989. p. 187-193.
- CHEN, R. G-Band staining of chromosomes in some higher plants with special reference to *Lilium davidii*. **La Kromosomo II**. v. 50, p. 1635-1651, 1988.
- CHEN, R. Y. et al. **Chromosome atlas of major economic plants genome in China**. vol. 3. Chromosome atlas of garden flowering plants in China. Beijing: Science Press, 2003.
- CHEN, Y. H.; LI, M. X. Karyotype analyses of four species (varieties) of *Lycoris* Herb. **Acta Horticulturae Sinica**. v. 12, n. 1, p. 57-60, 1985.
- CHENG, E. Y. et al. An analysis of meiotic pairing in trisomy 21 oocytes using fluorescent in situ hybridization. **Cytogenetics and Cell Genetics**. v. 80, n. 1-4, p. 48-53, 1998.
- CHENG, K. et al. Light and electron microscopical observations on cytomixis and the study of its relation to variation and evolution. **Acta Horticulturae Sinica**. v. 17, p. 60-69, 1975.

- CHESHMEDJIEV, I. V. Karyosystematic investigations on species of the genus *Allium* L. in Bulgaria. **Fitologija (Sofia)**. v. 11, p. 40-46, 1979.
- CHINNAPPA, C. C.; CHMIELEWSKI, J. G. Documented plant chromosome numbers 1987: I Miscellaneous counts from western North America. **Sida**. v. 12, p. 409-417, 1987.
- CHINNAPPA, C.; BASAPPA, G. Cytology of some western Canadian *Allium* species. **American Journal of Botany**. v. 73, p. 529-534, 1986.
- CHOI H. J. 2004. Two new taxa of *Allium* (Alliaceae) from Korea: *A. koreanum* H. J. Choi et B. U. Oh and *A. thunbergii* var. *teretifolium* H. J. Choi et B. U. Oh. **Korean Journal of Plant Taxonomy**. v. 34, p. 75-85, 2004.
- CHOI H. J. An unrecorded species of *Allium* (Alliaceae) in Korea: *A. pseudojaponicum* Makino. **Korean Journal of Plant Taxonomy**. v. 36, p. 53-59, 2006.
- CHOI, H. J. Taxonomy of the *Allium* sect. *Sacculiferum* in Korea: with a special reference to the morphology. **Korean Journal of Plant Taxonomy**. v. 33, p. 339-357, 2003.
- COE, G. E. Chromosome numbers and morphology in *Habranthus* and *Zephyranthes*. **Torrey Botanical Society**. v. 81, n. 2, p. 141-148, 1954.
- COLOMBO, P.; MARCENO, C.; PRINCIOTTA, R. Numeri cromosomici per la flora italiana: 591-597. **Informatore Botanico Italiano**. v. 11, p. 27-31, 1979.
- CONSTANTINIDIS, T.; KAMARI, G. Mediterranean chromosome number reports 5 (401--414). **Flora Mediterranea**. v. 5, p. 265-278, 1995.
- CORNÉLIO, M. T. M. et al. Chromosomal relationships among cultivars of *Citrus reticulata* Blanco, its hybrids and related species. **Plant Systematic And Evolution**, v. 240, n. 1-4, p. 149-161, 2003.
- CORRIAS, S. D. Numeri cromosomici per la flora italiana: 409-415. **Informatore Botanico Italiano**. v. 10, p. 94-101, 1978.
- CORTES, F., GONZALEZ-GIL, G.; HAZEN, M. J. C-Banding and sister chromatid exchanges in three species of the genus *Allium* (*A. cepa*, *A. ascalonicum* and *A. sativum*). **Caryologia**. v. 36, n. 3, p. 203-210, 1983.
- CORTES, F.; ESCALZA, P. Analysis of different banding patterns and late replicating regions in chromosomes of *Allium cepa*, *A. sativum* and *A. nigricans*. **Genetica**. v. 71, p. 39-46, 1986.
- COSTA, J. Y.; FORNI-MARTINS, E. R. A triploid cytotype of *Echinodorus tennellus*. **Aquatic Botany**. v. 79, n. 1-4, p. 325-332, 2004.
- CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York: Columbia University Press, 1981.
- CRONQUIST, A. **The evolution and classification of flowering plants**. 2<sup>a</sup> ed. New York: Botanical Garden, Bronx, 1988.



CROSA, O. Estudios cariología en el género *Nothoscordum* (Liliaceae). *Boletim da Faculdade de Agronomia, Universidade da República - Montevideo*. v. 122, p. 3-8, 1972.

CROSA, O. Las especies unifloras del género *Nothoscordum* Kunt y el género *Ipheion* Rafinesque de la tribu Allieae (Liliaceae). *Darwiniana*. v. 23, p. 361-344, 1975.

CROSA, O. Los cromosomas de 5 especies del género *Tristagma* (Liliaceae). *Darwiniana*. v. 23, p. 361-366, 1981.

CROSA, O. **Los cromosomas de nueve especies del género chileno *Leucocoryne* Lindly, (Allieae–Alliaceae)**. 1988. 12 f. Monografía (Facultad de Agronomía) – Universidad de la República, Montevideo, 1988.

CROSA, O. *Nothoscordum izaguirraea*, nueva especie uniflora de Alliaceae de Uruguay. *Hickenia*. v. 3, n. 61, p. 271-275, 2006.

CROSA, O. Un híbrido natural en el género *Nothoscordum* (Liliaceae). *Bulletin of the Botanical Society of Argentina*. v. 26, p. 471-477, 1974.

CROSA, O. Una nueva especie uniflora de *Nothoscordum* secc. *Nothoscordum* (Alliaceae) de Uruguay y Sur de Brasil. *Hickenia*. v. 3, n. 58, p. 253-256, 2005.

DAHLGREN, R. M. T.; CLIFFORD, H.T.; YEO, P. F. **The families of monocotyledons: structure, evolution, and taxonomy**. 1.ed. New York: Springer–Verlag. 1985. 520 p. v.7.

DAL VESCO, G. II genere *Allium* L. (Alliaceae) in Italia. XX. *Allium strictum* Schrader. *Webbia*. v. 58, n. 2, p. 401-410, 2003.

DALGAARD, V. Chromosome studies in flowering plants from Macaronesia II. *Willdenowia*. v. 20, p. 139-152, 1991.

DALGIÇ, G.; N. BASAK. Chromosome numbers of some petaloid monocots from European Turkey. In: ÖZTÜRK, M. A. (eds.) **Plant life in southwest and central Asia**. v. 1, p. 54-62, 1996.

D'AMATO, G. F. Karyotype and heterochromatin characterization in some species of *Narcissus* (Amaryllidaceae). *Caryologia*. v. 57, n. 1, p. 99-105, 2004.

D'AMATO, G. F.; BIANCHI, G. The chromosome banding of some Italian Amaryllidaceae. *Caryologia*. v. 52, n. 1-2, p. 87-92, 1999.

DAMBOLDT, J.; PHITOS, D. Die karyosystematik der gattung *Leucojum* L. (Amaryllidaceae) in Griechenland. **Plant Systematics and Evolution**. v. 123, p. 119-131, 1975.

DANE, F. Mitotic divisions in root tip cells and pollen grains of *Sternbergia lutea* (L.) Ker-Gawl. ex Sprengel (Amaryllidaceae). *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. v. 14, p. 1-10, 1998.

DAVIE, J. R. Histone modifications, chromatin structure, and the nuclear matrix. **Journal of Cellular Biochemistry**. v. 62, n. 2, p. 149-157, 1996.

- DAVIÑA, J. R. **Estudios citogenéticos en algunos generos argentinos de Amaryllidaceae.** 2001. 184f. Thesis (Doctor en Ciencias Biológicas) – University National of Cordoba, Cordoba. 2001.
- DAVIÑA, J. R.; FERNÁNDEZ, A. Karyotype and meiotic behavior in *Zephyranthes* (Amaryllidaceae) from South America. **Cytologia.** v. 54, p. 269-274, 1989.
- DE DOMINICIS, R. I.; D'AMATO, G.; TUCCI, G. F. On the hybrid origin of *Narcissus biflorus* (Amaryllidaceae): analysis of C-banding and rDNA structure. **Caryologia.** v. 55, p. 129-134, 2002.
- DE SARKER, D.; JOHNSON, M. A. T.; REYNOLDS, A.; BRANDHAM, P. E. Cytology of the highly polyploid disjunct species, *Allium dregeanum* (Alliaceae), and of some Eurasian relatives. **Botanical Journal of the Linnean Society.** v. 124, p. 361-373, 1997.
- D'EMERICO, S. et al. Preliminary investigation on the biosystematics of *Allium atroviolaceum* Boiss. (Alliaceae). **Nuovo Giornale Botanico Italiano.** v. 129, n. 2, p. 41, 1995.
- DENISON, S. S.; MCNEAL, D. A re-evaluation of the *Allium sanbornii* (Alliaceae) complex. **Madroño.** v. 36, p. 122-130, 1989.
- DEVESA, J. A.; VALDES, B.; OTTONELLO, D. Chromosome number reports C. **Taxon.** v. 37, p. 920, 1988.
- DEVI, T. T.; BORUA, P. K. Karyotype analysis of three species of *Zephyranthes* (Amaryllidaceae). **Journal of Cytology and Genetics.** v. 31, n. 1, p. 15-22, 1996.
- DHAR, M. K.; FUCHS, J.; HOUBEN, A. Distribution of eu – and heterochromatin in *Plantago ovata*. **Cytogenetic Genome Research.** v. 125, p. 235-240, 2009.
- DHINGRA, A.; GROVER, I. S. Demonstration of centromeric heterochromatin in *Allium cepa* chromosomes by MNNG treatment. **Chromosome Information Service.** v. 37, p. 3-4, 1984.
- DI FULVIO, T. E. El cariotipo de *Habranthus melanopotamicus* (Amaryllidaceae). **Kurtziana.** v. 18, p. 77-80, 1986.
- DI FULVIO, T. E. Estudio cromosómico en *Hieronymiella* (Amaryllidaceae). **Kurtziana.** v. 8, p. 144, 1975.
- DÍAZ, D.; NAVA, H.; CASADO, M. A. F. Estudio de *Narcissus* gr. *asturiensis* (ser. *Minores* Pugsley) en la Cordillera Cantábrica. **Monografías del Instituto Pirenaico de Ecología.** v. 5, p. 247-254, 1990.
- DIMITRI, P. et al. Constitutive heterochromatin: A surprising variety of expressed sequences. **Chromosoma.** v. 118, n. 1-2, p. 419-435, 2009.
- DIMITRI, P. et al. The paradox of functional heterochromatin. **BioEssays.** v. 27, n. 1, p. 28-41, 2004.
- DIOSDADO, J. C. et al. Números cromosómicos para la flora Española. **Lagascalia.** v.17, p. 173-184, 1993.

DJUPEDAL, I.; EKWAL, K. The paradox of silent heterochromatin. **Science**. v. 320, n. 5876, p. 624-625, 2008.

DMITRIEVA, S. A. **Karyology of the flora of Byelarus**. 2000. 42 f. Thesis- *Philosophiae Doctor* in the Biological Sciences, Minsk, 2000.

DOBEA, C.; HAHN, B.; MORAWETZ, W. Chromosomenzahlen zur gefässpflanzen-flora Österreichs. **Linzer biologische Beiträge**. v. 29, n. 1, p. 5-43, 1997.

DOBEA, C.; KIEHN, M.; VITEK, E. Beiträge zur gefässpflanzen-flora von Österreich: Chromosomenzählungen III. **Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien**. v. 133, p. 301-318, 1996.

DORDA ALCARAZ, E. Estudios cromosomáticos en el género *Narcissus* L. **Fontqueria**. v. 4, p. 11-20, 1983.

D'OIDIO, R. Numeri cromosomici per la flora Italiana: 1082--1093. **Informatore Botanico Italiano**. v. 18, p. 168-175, 1986.

DRUSKOVIC, B.; LOVKA, M. IOPB chromosome data 9. **International Organization of Plant Biosystematists Newsletter**. v. 24, p. 15-19, 1995.

DU, W. F.; XIONG, J. Q.; XU, X. Studies on karyotypes of four *Chinese scallions* (*Allium chinensis* G. Don). **Plant Science Journal**. v. 11, n. 3, p. 199-203, 1993.

DUBOUZET, J. G. et al. Studies on the development of new ornamental *Allium* spp. through interspecific hybridization II. Utilization of *Allium chinense* x *A. thunbergii* hybrids and *A. tuberosum* 'Tender-Pole' to develop heat tolerant ornamental *Allium* spp. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**. v. 61, p. 901-910, 1993.

DUTILH, J. H. A. Amaryllidaceae. In: **Lista de espécies da flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2010. Disponível em: <[http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB0\\_40347](http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB0_40347)>. Acesso em: 12 ago. 2014.

DUTILH, J. H. A. Morphological variation in a population of *Hippeastrum* Herb. **Herbertia**. v. 45, p. 152-155, 1989.

DUTILH, J. H. A. Neotropical Alliaceae. In: MILLIKEN, W., KLITGÅRD, B. & BARACAT, A. (Eds.). 2009 em diante, **Neotropikey – Interactive key and information resources for flowering plants of the Neotropics**. Disponível em: <<http://www.kew.org/science/tropamerica/neotropikey/families/Alliaceae.htm>>. Acesso em 29 ago. 2014.

DUTILH, J. H. A. Ornamental bulbous plants of Brazil. **Acta Horticulturae**, v. 683, p. 37-42, 2005.

EBERHARTER, A.; BECKER, P. B. Histone acetylation: a switch between repressive and permissive chromatin. Second in review series on chromatin dynamics. **EMBO Reports**. v.3, n. 3, p. 224-9, 2002.

EFIMOV, K. F. Chromosome numbers of some species of the families Amaryllidaceae, Asteraceae, Fabaceae in North Osetia. **Karyology, Karyosystematics and Molecular Phylogeny**. p. 33-35, 2005.

- ELENA ROSSELLO, J. A.; ZAPATERO, M. A. G.; ANDRES, F. N. Numeros cromosomaticos de plantas occidentales. **Anales del Jardín Botánico de Madrid**. v. 43, p. 417-424, 1987.
- EL-GADI, A.; ELKINGTON, T. T. Comparison of the giemsa C-band karyotypes and the relationships of *Allium cepa*, *A. fistulosum* and *A. galanthum*. **Chromosoma**. v. 51, p. 19-23, 1975.
- ETOH, T. Fertility of the garlic clones collected in Soviet central Asia. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*. v. 55, p. 312-319, 1986.
- EVIDENTE, A. et al. Lycorine structure– activity relationships. **Phytochemistry**. v. 22, p. 581-584, 1983.
- FAN, X. F.; GUO, X. Q.; LI, S. W. The studies on the karyotype diversity of 4 species of Liliaceae in Ziwu Mountain. **Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica**. v. 20, n. 5, p. 882-888, 2000.
- FAY, M. F. et al. Phylogenetic studies of Asparagales based on four plastid DNA regions. *In*: WILSON, K. L.; MORRISON, D. A. (Eds.), **Monocots: systematics and evolution**. Collingwood: CSIRO Publishing, 2000. p. 360-371.
- FEITOZA, L. L. et al. Cytogenetics of Alismataceae and Limnocharitaceae: CMA/DAPI banding and 45S rDNA sites. **Plant systematics and evolution**. v. 286, n. 3-4, p. 199-208, 2010.
- FEITOZA, L.; GUERRA, M. Different types of plant chromatin associated with modified histones H3 and H4 and methylated DNA. **Genetica**. v. 139, n. 3, p. 305-314, 2011.
- FELIX, L. P.; GUERRA, M. Chromosome analysis in *Psycmorchis pusilla* (L.) Dodson e Dressler: the smallest chromosome number known in Orchidaceae. **Caryologia**. v. 52, n. 3-4, p. 165-168, 1999.
- FELIX, W. J. P. et al. Cytogenetics of Amaryllidaceae species: heterochromatin evolution in different ploidy levels. **Plant Systematics and Evolution**. v. 292, n. 3-4, p.215-221, 2011a.
- FELIX, W. J. P. et al. Intrapopulational chromosome number variation in *Zephyranthes sylvatica* Baker (Amaryllidaceae: Hippeastreae) from northeast Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**. v. 31, n. 2, p. 371-375, 2008.
- FELIX, W. J. P. et al. Karyotype variability in species of the genus *Zephyranthes* Herb. (Amaryllidaceae–Hippeastreae). **Plant Systematics and Evolution**. v. 294, n. 3-4, p. 263-271, 2011b.
- FENNELL, C. W.; VAN–STADEN, J. *Crinum* species in traditional and modern medicine. **Journal of Ethnopharmacology**. v. 78, n. 1, p. 15-26, 2001.
- FERNANDES, A. Contribution à la connaissance de la bio systématique de quelques espèces du genre *Narcissus* L. **Portugalia Acta Biologica**. v. 9, p. 1-44, 1967.
- FERNANDES, A. Estudos nos cromosomas das Liliáceas e Amarilidáceas. **Boletim da Sociedade Broteriana**. v. 7, p. 3-110, 1931.

FERNANDES, A. Études sur les chromosomes. **Boletim da Sociedade Broteriana**. v. 6, p. 294-308, 1929.

FERNANDES, A. Summary of work on cytology of *Narcissus* L. **Herbertia**. v. 9, p. 126-133, 1942.

FERNANDES, A. Sur la caryologie du *Narcissus serotinus* L. **Collectanea Botanica**. v. 7, n. 18, p. 381-392, 1968.

FERNANDES, A. Sur le nombre et la forme des chromosomes chez *Amaryllis belladonna* L., *Pancratium maritimum* L., et *Ruscus aculeatus* L. **Comptes Rendus Sociedade Biology**. v. 105, p. 138-139, 1930.

FERNANDES, T. et al. An uncommon H3/Ser10 phosphorylation pattern in *Cestrum strigilatum* (Solanaceae), a species with B chromosomes. **Genome**. v. 51, n. 9, p. 772-777, 2008.

FERNÁNDEZ CASADO, M. A.; NAVA, H. S.; PÉREZ, F. J. S. *Narcissus* x *somedanus*, nothosp. nov. **Fontqueria**. v. 48, p. 29-34, 1997.

FERNÁNDEZ CASAS, J. De *Narcissis hispanicis* notulae sparsae. **Boletim da Sociedade Broteriana**. v. 53, p. 645-646, 1980.

FERNÁNDEZ CASAS, J. Narcissorum notulae, II. **Fontqueria**. v. 44, p. 253-262, 1996.

FERNÁNDEZ CASAS, J. Numeros cromosomaticos de plantas occidentales, 70-72. **Anales del Jardín Botánico de Madrid**. v. 37, p. 203-204, 1980a.

FERNÁNDEZ CASAS, J. Recuentos cromosómicos en plantas vasculares Españolas. **Saussurea**. v. 8, p. 33-56, 1977.

FERNÁNDEZ CASAS, J. Recuentos cromosómicos en plantas vasculares Españolas. **Saussurea**. v. 9, p. 45-50, 1978.

FERNÁNDEZ CASAS, J.; GUARDIA, G. G.; PAJARON, S. In Numeros cromosomicos para la flora Espanola. **Lagascalía**. v. 9, p. 115-130, 1979.

FERNÁNDEZ CASAS, J.; PAJARON, S.; PASCUAL, M. L. R. In Numeros cromosomicos para la flora Espanola. **Lagascalía**. v. 8, p. 105-125, 1978.

FERNÁNDEZ CASAS, J.; SANTAMARIA, C. M. In Numeros cromosomicos para la I flora Espanola. **Lagascalía**. v. 7, p. 191-216, 1978.

FERNÁNDEZ CASAS, J.; VILLARACO, A. G. Numeros cromosomicos de plantas occidentales, 73-76. **Anales del Jardín Botánico de Madrid**. v. 38, p. 245-247, 1981.

FERNÁNDEZ, A. Recuentos cromosomicos en Malvaceas. **Bulletin of the Botanical Society of Argentina**. v. 15, p. 403-410, 1974.

FERNÁNDEZ, A. Recuentos cromosómicos en Malvales. **Bonplandia**. v. 5, n. 10, p. 63-71, 1981.

FERNÁNDEZ, A. Sur le rôle de la triploidie dans l'évolution chez la section *Bulbocodii* DC. du genre *Narcissus* L. **Boletim da Sociedade Broteriana**. v. 60, p. 273-322, 1987.

FERNÁNDEZ, M. P. et al. J. Números cromosómicos de plantas occidentales, 892--906. **Anales del Jardín Botánico de Madrid**. v. 58, n. 2, p. 344-345, 2001.

FERRARELLA, A.; RAIMONDO, F. M.; TRAPANI, S. Numeri cromosomici per la flora Italiana: 447-456. *Informatore Botanico Italiano*. v.10, p. 129-140, 1978.

FERRERO, L. M.; FUENTE, V. D. Aportaciones al estudio cariológico de algunas especies del género *Festuca* L. endémicas del Mediterráneo Occidental. **Boletim da Sociedade Broteriana**. v. 67, p. 303-308, 1996.

FERRI, S.; FRANCHI, G.; PIERI, M. Variazioni cariologiche e chimiche in *Allium sativum* L. **Nuovo Giornale Botanico Italiano**. v. 110, p. 319-330, 1976.

FICI, S.; RAIMONDO, F. M.; MAZZOLA, P. Segnalazione di *Crinum stuhlmannii* Bak. in Somalia ed osservazioni sua biologia e carilogia. **Nuovo Giornale Botanico Italiano**. v. 122, n. 1, p. 46, 1988.

FISCHLE, W. *et al.* Regulation of HP1-chromatin binding by histone H3 methylation and phosphorylation. **Nature**. v. 438, n. 7071, p. 1116-1122, 2005.

FISCHLE, W.; WANG, Y.; ALLIS, C. D. Binary switches and modification cassettes in histone biology and beyond. **Nature**. v. 425, n. 6957, p. 475-479, 2003.

FISKESJO, G. Chromosomal relationships between three species of *Allium* as revealed by C-banding. **Hereditas**. v. 81, p. 23-32, 1975.

FLAGG, R. O.; FLORY, W. S. "*Zephyranthes*". in *Flora of North America*. Oxford University Press. v. 26, p. 281-303, 1962.

FLAGG, R. O.; FLORY, W. S. Origins of three Texas species of *Zephyranthes*. **Amaryllis Year Book**. v. 32, p. 67-80, 1976.

FLORY, W. S. A new basic chromosome number in *Amaryllis* (Amaryllidaceae) of suggestive evolutionary importance. **ASB Bull.** v. 27, p. 33, 1980.

FLORY, W. S. Chromosome complements of some *Cyrtanthus* species in subgenus *Monella* compared with that of *C.sanguineus* in subgenus *Gastronema*. **Virginia Journal of Science**. v. 6, p. 250, 1955.

FLORY, W. S. Chromosome diversity in species, and in hybrids, of tribe Zephyrantheae. **Nucleus**. v. 11, p. 79-95, 1968.

FLORY, W. S. Distribution, chromosome numbers and types of various species and taxa of *Hymenocallis*. **Nucleus**. v. 19, p. 204-227, 1976.

FLORY, W. S. Overview of chromosome evolution in the Amaryllidaceae. **The Nucleus**. v. 20, p. 70-88, 1977.

FLORY, W. S.; COULTHARD, R. F. New chromosome counts, numbers and types in genus *Amaryllis*. **Plant Life**. v. 37, p. 43-56, 1981.

- FLORY, W. S.; SCHMIDHAUSER T. P. Mitotic chromosome numbers in *Hymenocallis* with a consideration of factors possibly affecting number and karyotypes. **Genetics**. v. 42, p. 369-370, 1957.
- FLORY, W. S.; SMITH, G. L. The chromosomes of *Habranthus martinezii* and *H. robustus* and their hybrid. **Plant Life**. v. 36, p. 54-62, 1980.
- FLORY, W. S.; SMITH, G. The chromosomes of *Amaryllis caupolicanensis* Cardenas. **Amaryllis Year Book**. v. 32, p. 44-47, 1976.
- FLORY, W. S. Cytology of *Zephyranthes*. **Texas AgriLife (Agricultural Experiment Station) Reports**. v. 53, p. 2, 1940.
- FOGGI, B.; FIORINI, G.; DI FAZIO, L.; FERLI, S. Su *Narcissus etruscus* Parl. (sect. Tazettae DC., Amaryllidaceae) ritrovato nei pressi di Settignano (Firenze). **Webbia**. v. 58, n. 2, p. 459-470, 2003.
- FONSÊCA, A. et al. Epigenetic analyses and the distribution of repetitive DNA and resistance genes reveal the complexity of common bean (*Phaseolus vulgaris* L., Fabaceae) Heterochromatin. **Cytogenetic and Genome Research**. v. 143, n. 1-3, p. 168-78, 2014.
- FRANSZ, P. F.; DE JONG, J. H. Chromatin dynamics in plants. **Current Opinion in Plant Biology**. v. 5, n. 6, p. 560-567, 2002.
- FRANSZ, P.; HOOPEN, R.; TESSADORI, F. Composition and formation of heterochromatin in *Arabidopsis thaliana*. **Chromosome Research**. v. 14, n. 1, p. 71-82, 2006.
- FREGONEZI, J. N. et al. The occurrence of different Bs in *Cestrum intermedium* and *C. strigilatum* (Solanaceae) evidenced by chromosome banding. **Cytogenetic and Genome Research**. v. 106, n. 2-4, p.184-188, 2004.
- FRIEBE, B. 1989. Nucleolar activity of B-chromosomes in *Allium cernuum* (Alliaceae). **Plant Systematics and Evolution**. v. 163, p. 87-92, 1989.
- FRIEBE, B.; ENDO, T. R.; GILL, B. S. Chromosome-banding methods. In: FUKUI K, NAKAYAMA S. (Eds.) **Plant Chromosome – Laboratory Methods**, Tokyo: CRC Press, 1996. p. 123-154.
- FRIESEN, N. V. A new species of the genus *Allium* (Alliaceae) from the Altai. **Botanicheskii Zhurnal**. v. 72, p. 815-820, 1987.
- FRIESEN, N. V. Chromosome numbers in some members of the Alliaceae family from Siberia. **Botanicheskii Zhurnal**. v. 76, p. 141-142, 1991.
- FRIESEN, N. V. Chromosome numbers in the representatives of the family Alliaceae from Siberia. **Botanicheskii Zhurnal**. v. 70, n. 7, p. 1001-1002, 1985.
- FRIESEN, N. V. Chromosome numbers of the representatives of the family Alliaceae from Siberia. **Botanicheskii Zhurnal**. v. 71, p. 113-115, 1986.
- FRIESEN, N.; BORISJUK, N.; MES, T. H. M.; KLAAS, M.; HANELT, P. Allotetraploid origin of *Allium altynolicum* (Alliaceae, *Allium* sect. *schoenoprasum*) as investigated by

karyological and molecular markers. **Plant Systematics and Evolution**. v. 206, p. 317-335, 1997.

FRIESEN, N.; HERRMANN, N. Taxonomy, chorology and evolution of *Allium lusitanicum*--the European "A. senescens". **Linzer biologische Beiträge**. v. 30, n. 2, p. 815-830, 1998.

FRITSCH, R. M.; ASTANOVA, B. Uniform karyotypes in different sections of *Allium* L. subgenus *Melanocrommyum* (Webb & Berth.) Rouy from central Asia. **Feddes Repertorium**. v. 109, p. 539-549, 1998.

FRITSCH, R. M.; KHASSANOV, F. O.; FRIESEN, N. W. New taxa, new combinations, and taxonomic remarks on *Allium* L. from Fergan depression, Middle Asia. **Linzer biologische Beiträge**. v. 30, n. 1, p. 281-292, 1998.

FRIZEN, N. V.; GRANKINA, V. P.; ERSHOVA, E. A. LUK EDUARDA. *Allium eduardii* Stearn. **Bioekologicheskie Osobennosti Rastanii Sibiri**. p. 89-99, 1988.

FRIZEN, N. W. Cytotaxonomical study of some species of *Allium* L. **Siberian Division of the Academy of Sciences of the USSR**. v. 1, p. 48-53, 1983.

FRIZZI, G. Numeri cromosomici per la flora Italiana: 1003--1006. **Informatore Botanico Italiano**. v. 16, p. 243-245, 1984.

FU, C. X.; CHANG, Y. Studies of chromosomal karyotypes of 3 species in Liliaceae (s.l.). **Acta Agriculturae Zhejiangensis**. v. 17, n. 1, p. 93-98, 1991.

FUCHS, J. et al. Chromosomal histone modification patterns – from conservation to diversity. **Trends in Plant Science**. v. 11, n. 4, p. 199-208, 2006.

FUCHS, J.; BRANDES, A.; SCHUBERT, I. Telomere sequence localization and karyotype evolution in higher plants. **Plant Systematics and Evolution**. v. 196, p. 227-241, 1995.

FUJIEDA, K. et al. Studies on the intraspecific differentiation of *Allium wakegi* Araki. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**. v. 49, p. 180-188, 1980.

FUJISHIMA, H. A modified method for observing mitosis of plants in a school lesson (50 min.). **Journal of Biology Education**. v. 23-22, p. 18-27, 1982.

FUJISHIMA, H. Karyotypes of some species in the genus *Crinum*. **Kromosomo**. v. 99, p. 3063-3071, 1975.

FUKUDA, I. et al. Chromosome analysis and ethnobotanical consideration of *Lycoris radiata* in Nepal. **Tokyo Woman's Christian University**. v. 48-52, p. 617-621, 1979.

FURUTA, Y.; NISHIKAWA, K.; SUGIHARA, M. Chromosomal evolution in the genus *Lycoris*. **Herbertia**. v. 45, p. 156-162, 1989.

GABRIELIAN, C.; NAZAROVA, A.; GABRIELIAN, E.; NAZAROWA, E. A. On the morphology and karyology of the species of *Galanthus* in Armenia. **Flora Rastitel'n. Rastitel'n. Resursy Armenii**. v. 14, p. 48-53, 2002.

GADNIDZE, R. I. et al. Chromosome numbers of the species of the Georgian flora. **Botanicheskii Zhurnal**. v. 83, n. 10, p. 143-147, 1998.



- GAGNIDZE, R. I.; GVINIASHVILI, T. N. Chromosome numbers of some high mountain species from Georgia. **Botanicheskii Zhurnal**. v. 69, n. 12, p. 1703-1704, 1984.
- GAGNIDZE, R. J.; CHKHEIDZE, P. B. The chromosome numbers of some species of Greater Caucasus flora. **Soobshcheniya Akademii Nauk Gruzinskoi SSR**. v. 79, p. 433-435, 1975.
- GAGNIDZE, R. J.; GRINIASHVILI, T. N.; DZHINDZHOLIA, L. D. Chromosome numbers of some species of the Georgian flora. **Botanicheskii Zhurnal**. v. 91, n. 12, p. 1928-1929, 2006.
- GAGNIDZE, R. J.; GVINIASHVILI, T.; TSCHURADSE, M. Numeri chromosomatum specierum nonnularum endemicarum florum Caucasian. **Notulae Systematicae Institute of Geography and Botanical Tbilissi**. v. 41, p. 80-84, 1986.
- GAGNIDZE, R.; GVINIASHVILI, T. IOPB chromosome data 11. **International Organization of Plant Biosystematists**. v. 27, p. 20-21, 1997.
- GAGNIDZE, R.; JINJOLIA, LIA. IAPT/IOPB chromosome data 2. **Taxon**. v. 55, n. 3, p. 757, 2006.
- GALL, G.; PARDUE, M. L. Formation and detection of RNA–DNA hybrid molecules in cytogenetical preparations. **Proceedings of the National Academy of Sciences**. v. 63, n. 2, p. 378-381, 1969.
- GALLAND, N. Recherche sur l'origine de la flore orophile du Maroc étude caryologique et cytogéographique. **Travaux de l'Institut Scientifique, Université Mohammed V. Série Botanique**. v. 35, p. 1-168, 1988.
- GARBARI, F. II genere *Allium* L. in Italia. IX. *Allium sardoum* Moris. **Informatore Botanico Italiano**. v. 8, p. 197-200, 1976.
- GARBARI, F., CORSI, G.; MASINI, A. Anatomical investigations in the *Allium cupanii*–*A. hirtovaginatum* complex. **Botanika Chronika**. v. 10, p. 805-808, 1991.
- GARBARI, F.; CRISMAN, E. Cytotaxonomical contributions to the Jordanian flora. 1. **Webbia**. v. 42, p. 21-41, 1988.
- GARBARI, F.; GREUTER, W.; MICELI, P. The *Allium cupanii* group: a preliminary taxonomic, caryological and leaf anatomical study. **Webbia**. v. 34, p. 459-480, 1979.
- GARCÍA M, X. R. Números cromosómicos de plantas occidentales, 855--862. **Anales del Jardín Botánico de Madrid**. v. 58, n. 2, p. 341, 2001.
- GARCÍA, M, X. R. Números cromosómicos de plantas occidentales, 727--733. **Anales del Jardín Botánico de Madrid**. v. 55, n. 1, p. 135-136, 1997.
- GARCÍA, N. et al. Testing deep reticulate evolution in Amaryllidaceae Tribe Hippeastreae (Asparagales) with ITS and chloroplast sequence data. **Systematic Botany**. v. 39, n. 1, p. 75-89, 2014.

- GE, C. J. Y. K. L.; WAN, P.; LI, Y. X.; JIANG, F. H. Observations on the chromosome numbers of medicinal plants from Shandong Province (V). **J. Shandong University of Traditional Chinese Medicine**. v. 12, p. 55-57, 1988.
- GERVAIS, C. Documentation chromosomique. Contribution no 1. **Ludoviciana**. v. 29, p. 74-79, 2000.
- GERVAIS, C., TRAHAN, R.; GAGNON, J. IOPB chromosome data 14. **Newsletter international Organ Plant Biosyst**. v. 30, p. 10-15, 1999.
- GHAFFARI, S. M. Chromosome studies in some flowering plants of Iran. **Revue de cytologie et de biologie végétales - le botaniste**. v. 10, p. 3-8, 1987.
- GHAFFARI, S. M. New or rare chromosome counts of some angiosperm species from Iran. **The Iranian Journal of Botany**. v. 11, n. 2, p. 185-192, 2006.
- GOHIL, R. N.; KOUL, A. K. Seed progeny studies in *Allium*. II. Male meiosis in the progeny plants of tetraploid *Allium tuberosum* Rottl. ex Spreng. **Cytologia**. v. 48, p. 109-118, 1983.
- GOHIL, R. N.; KOUL, A. K. Structural hybridity in *Allium consanguineum*. **Cytologia**. v. 43, p. 243-247, 1978.
- GOHIL, R. N.; KOUL, A. K. The cause of multivalent suppression in *Allium ampeloprasum* L. **Beiträge zur Biologie der Pflanzen**. v. 53, p. 473-478, 1977.
- GOLCZYK, H. Cytological changes in tissue culture of *Allium sibiricum* L. **Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica**. v. 36, p. 31-36, 1994.
- GOLDBLATT, P. Chromosome cytology of *Hessea*, *Strumaria*, and *Carpolyza* (Amaryllidaceae). **Annals of the Missouri Botanical Garden**. v. 63, p. 314-320, 1976e.
- GONZÁLEZ AGUILERA, J.; LUDEÑA, P.; FERNÁNDEZ, A. Método de análisis cariotípico por ordenador: su aplicación en especies de sect. *Bulbocodii* DC. de *Narcissus* L. **Anales de la Estación Experimental de Aula Dei**. v. 19, p. 151-168, 1988.
- GONZÁLEZ, C.; DURÁN, T.; DÍAZ, M. A.; BORGES, T. Estudio cariológico e isoenzimático en tres especies del género *Zephyranthes*. **Revista del Jardín Botánico Nacional - Universidad de La Habana**. v. 1, p. 125-152, 1980.
- GONZÁLEZ-AGUILERA, J. J.; REYES, P. L.; FERNÁNDEZ-PERALTA, A. M. Intra- and interspecific variations in nuclear parameters of two closely related species of *Narcissus* L. **Genética**. v. 82, p. 25-31, 1990.
- GOTO, J. A technique for the microscopic observation of somatic division. **Collect. & Breed**. v. 39, p. 306-310, 1977.
- GOUWS, J. B. Karyology of some South African Amaryllidaceae. **Plant Life**. v. 5, p. 54 -81, 1949.
- GRÄFF, J.; MANSUY, I. M. Epigenetic codes in cognition and behaviour. **Behavioural Brain Research**. v. 192, n. 1, p. 70-87, 2008.

- GRAU, J.; BAYER, E. Zur systematischen stellung der gattung *Traubia* Moldenke (Amaryllidaceae). **Mitteilungen der Botanischen Staatssammlung München**. v. 30, p. 479-484, 1991.
- GREGOR, T.; R. HAND. Chromosomenzahlen von farn- und samenpflanzen aus deutschland 1. **Kochia**. p. 135-140, 2006.
- GREGOR, T.; R. HAND. Chromosomenzahlen von farn- und samenpflanzen aus deutschland 2. **Kochia**. v. 2, p. 31-35, 2007.
- GREILHUBER J. Chromosomal evidence in taxonomy. In: **Systematics Association**. London: Academic Press, 1984. v. 25, p. 157-177.
- GREILHUBER J. Chromosomes of the monocotyledons (General aspects). In: **Monocotyledons: Systematics and Evolution**. Whitstable: Royal Botanic Gardens– Kew, 1995. p. 379-414.
- GREIZERSTEIN, E.; NARANJO, C. Estudios cromosomicos en especies de *Zephyranthes* (Amaryllidaceae). **Darwiniana**. v. 28, p. 169-186, 1987.
- GREUTER, W. et al. **Código Internacional de Nomenclatura Botânica (Código de Saint Louis)**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2003. p. 162.
- GREWAL, S. I.; JIA, S. Heterochromatin revisited. **Nature Reviews Genetics**. v. 8, n. 1, p. 35-46, 2007.
- GREWAL, S. I.; MOAZED, D. Heterochromatin and epigenetic control of gene expression. **Science**. v. 301, n. 5634, p. 798-802, 2003.
- GRITSENKO, P. P.; GURZENKOV, N. N. Kariosistematischeskoe isuchenie dalnevostochnykh vidov luka. Tezisy Dokl. 7 Delegat. S"ezda Vsesojusn. **Donetsk Botanical Garden**. p. 16, 1983.
- GROVER, I. S.; MALHI, P. K. Genotoxic effects of some organophosphorus pesticides III. In vivo chromosomal aberration bioassay in root meristems of *Allium* and *Hordeum*. **Cytologia**. v. 53, p. 181-191, 1988.
- GU, Z. J.; WANG, L.; SUN, H.; WU, S. G. A cytological study of some plants from qinghai-xizang plateau. **Acta Botanica Yunnanica**. v. 15, p. 377-384, 1993.
- GU, Z.; SUN, H. A cytological study of some plants from qinghai-xizang plateau. In: International symposium on floristic characteristics and diversity of east asian plants n. 25-27, 1996. July, 1996, Kunming. **Anais...** Kunming: Botanical Society of China, 1996. p. 84-85.
- GUERN, M.; CORFF, J. L.; BOSCHER, J. Caryologie comparée des *Allium* du groupe ampeloprasum en France. **Bulletin of the botanical society of France**. v. 138, p. 303-313, 1991.
- GUERRA, M. Chromosome number variation and evolution in monocots. In: WILSON, KL; MORRISON, DA. (Eds.). **Monocots: systematics and evolution**. Melbourne: CSIRO, 2000. p. 127-136.

- GUERRA, M. Chromosome numbers in plant cytotaxonomy: concepts and implications. *Cytogenet. Cytogenetic and Genome Research*. v. 120, n. 3-4, p. 339-350, 2008.
- GUERRA, M. Cytogenetics of Rutaceae IV. Structure and systematic significance of interphase nuclei. *Cytologia*. v. 52, n. 2, p. 213-222, 1987.
- GUERRA, M. FISH-Conceitos e aplicações na citogenética. In: PEDROSA-HARAND, A; GUERRA, M. (Eds.). **Contribuições da FISH para a citogenética de plantas**. Ribeirão Preto: SBG, 2004. p. 33-59.
- GUERRA, M. Introdução a Citogenética Geral. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. p. 24-35.
- GUERRA, M. S. Citogenética de Angiospermas coletadas em Pernambuco, I. **Revista Brasileira de Genética**. v. 9, p. 21-40, 1986.
- GUERRA, M. et al. Heterochromatin banding patterns in Rutaceae-Aurantioidae. A case of parallel chromosomal evolution. **American Journal of Botany**. v.87, p. 735-747, 2000.
- GUERRA, M.; FELIX, L. P. O cariótipo de *Nothoscordum pulchellum* (Alliaceae), com Ênfase na heterocromatina e nos sítios de DNAr. **Bulletin of the Botanical Society of Argentina**. v. 35, n. 3-4, p. 283-289, 2000.
- GUERRA, M.; NOGUEIRA, M. T. M. The cytotaxonomy of *Emilia* spp. (Asteraceae: Senecioneae) species occurring in Brazil. **Plant Systematic And Evolution**. v. 170, n. 3, p. 229-236, 1990.
- GUERRA, M.; SOUZA M. J. Como Observar os Cromossomos: Um guia de técnicas em citogenética vegetal, animal e humana. In: GUERRA M., SOUZA M. J. (Eds.) **Como analisar os cromossomos mitóticos**. São Paulo: FUNPEC, 2002. p. 23-38.
- GUHA, S. Cytological studies in the genus *Amaryllis*. **Bulletin of the Botanical Survey of India**. v. 21, p. 18-21, 1979.
- GUILLÉN, A.; REJÓN, M. R. The B-chromosome system of *Allium sphaerocephalon* L. (Liliaceae): types, effects and origin. **Caryologia**. v. 37, p. 259-267, 1984.
- GUSTAVSSON, L. A. Floristic reports from the high mountains of sterea ellas, Greece, 1. **Botaniska Notiser**. v. 131, p. 7-25, 1978.
- HALKKA, L. Chromosome counts of finnish vascular plants. **Annales Botanici Fennici** . v. 22, p. 315-317, 1985.
- HAMOUD, M. A.; BADR, A.; TURKI, Z. Cytotaxonomic relationships of some taxa of Egyptian *Allium* L. **Cytologia**. v. 55, p. 161-167, 1990.
- HANELT, P. et al. *Allium* L. sect. Porphyroprason ekberg- merkmale und systematische stellung. **Flora**. v. 182, n. 1-2, p. 69-86, 1989.
- HANETT, P.; OHLE, H. Die perizwiebeln des gaterslebener sortiments und bemerkungen zur systematik karyologie dieser sippe. **Kulturpflanze**. v. 26, p. 339-348, 1978.
- HARRIS, J. C. et al. Antimicrobial properties of *Allium sativum* (garlic). **Applied Microbiology and Biotechnology**. v. 57, n. 3, p. 282-286, 2001.

- HAUSE, B. Immunolocalization. In: **The samual roberts noble foundation**. Medicago truncatula handbook. 2006. Disponível em: <<http://www.noble.org/global/medicagohandbook/pdf/Immunolocalization>>. Acesso em: 10 jul. 2014.
- HAYASHI, A. et al. Genetic variations in *Lycoris radiata* var. radiata in Japan. **Genes & Genetic Systems**. v. 80, n. 3, p. 199-212, 2005.
- HAYAT, M. A. **Microscopy immunohistochemistry, and antigen retrieval methods: for light and electron microscopy**. New York: Kluwer Academic, 2002. 355p.
- HE, Q. Q.; DENG, T. Study on the karyotype of *Clivia nobilis* Lindl. **Journal of Beijing Agricultural College**. v. 4, p. 110-111, 1989.
- HE, X. J.; XU, J. M. Karyotypes of 4 species in *Allium* sect. Haplostemon Boiss. from China. **Acta Phytotaxonomica Sinica**. v. 39, n. 5, p. 423-432, 2001.
- HEITZ, E., Das Heterochromatin der Moose. **Jahrbücher für Wissenschaftliche Botanik**. v. 69, p. 762-818, 1928.
- HESLOP-HARRISON, J.S. et al. *In situ* hibridization with automated chromosome denaturation. **Methods in Cell Biology**. v. 3, n. 3, p. 109-116, 1991.
- HINDAKOVA, M. In Index of chromosome numbers of Slovakian flora. Part 6. **Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae, BotanicaBotanica**. v. 26, p. 1-42, 1978.
- HINDAKOVA, M. In Index of chromosome numbers of Slovakian flora. Part 5. **Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae, BotanicaBotanica**. v. 25: 1-18. 1976.
- HIRSCHEGGER, P. Characterization of a novel form of fertile great headed garlic (*Allium* sp.). **Plant Breed**. v. 125, n. 6, p. 635-637, 2006.
- HIZUME, M.; KONDO, K.; GE, S.; HONG, D. Y. A new locus of 18S rRNA gene in chromosomes of a cultivated clone of *Allium sativum* in China. **CIS: Chromosome information service**. v. 59, p. 26-28, 1995.
- HOLLINGSWORTH, P. M.; GORNALL, R. J.; BAILEY, J. P. Contribution to a cytological catalogue of the British and Irish flora, 2. **Watsonia**. v. 19, p. 134-137, 1992.
- HOLMQUIST, G. The mechanism of C-banding: depurination and  $\beta$ -elimination. **Chromosoma**. v. 72, n. 2, p. 203-224, 1979.
- HONG, D. Cytotype variation and polyploidy in *Scilla autumnalis* L. (Liliaceae). **Hereditas**. v. 97, n. 2, p. 227-235, 1982.
- HONG, D. Y.; ZHU, X. Y. Cytotaxonomical studies on Liliaceae (s.l.) (1) report on karyotypes of 10 species of 6 genera. **Acta Phytotaxonomica Sinica**. v. 25, p. 245-253, 1987.
- HONGGUAN, T. et al. Origin of the qinghai-tibetan plateau endemic *Milula* (Liliaceae): further insights from karyological comparisons with *Allium*. **Caryologia**. v. 58, n. 4, p. 320-331, 2005.

- Houben, A. et al. Methylation of histone H3 in euchromatin of plant chromosomes depends on basic nuclear DNA content. **The Plant Journal**. v. 33, p. 967-973, 2003.
- Houben, A. et al. Phosphorylation of histone H3 in plants—A dynamic affair. **Biochimica et Biophysica Acta**. v. 1769, n. 5-6, p. 308-315, 2007.
- Hruaovská-Osuská, L. Karyological study of some taxa of the flora of the northern part of Považský Inovec. Part I. **Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae, BotanicaBotanica**. v. 35, p. 69-79, 1988.
- Huang, R.; Shen, S.; Lu, X. Studies on the chromosome number and polyploidy for a number of plants in the north-east Qinghai-Xizang plateau. **Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica**. v. 16, n. 3, p. 310-318, 1996.
- Huang, R.; Wei, R.; Yan, Y. Discovery of spontaneous triploid of *Allium tuberosum*. **Journal of Wuhan Botanical Research**. v. 3, p. 429-431, 1985.
- Huang, R.; Xu, J.; Hong, Y. A study on karyotypes and their evolutionary trends in *Allium* sect. *Bromatorrhiza* Ekberg (Liliaceae). **Cathaya**. v. 7, p. 133-145, 1995.
- Huang, S.; Zhao, Z. Karyotype of *Haemanthus multiflorus*. **Guihaia**. v. 18, n. 1, p. 32-34, 1998.
- Hussain, L. A. A.; Elkington, T. T. Giemsa C-band karyotypes of diploid and triploid *Allium caeruleum* and their genomic relationship. **Cytologia**. v. 43, n. 2, p. 405-410, 1978.
- Iatrou, G.; Tzanoudakis, D. *Allium ritsii* (Alliaceae) a new autumn-flowering species from S. Peloponnisos (Greece). **Phyton**. v. 35, p. 247-253, 1995.
- Inada, I.; Endo, M. C-Banded karyotype analysis of *Allium fistulosum* and *A. altaicum* and their phylogenetic relationship. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**. v. 63, p. 593-602, 1994.
- Inada, I.; Endo, M. Cytogenetic relationship between *Allium fistulosum* L. and *A. schoenoprasum* L. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**. v. 68, p. 960-966, 1999.
- Inariyama, S. **Cytological studies in Lycoris**. 105. ed. Tokyo: Botanical Institute, 1951. 27 p.
- Inariyama, S. Cytological studies in the genus *Lycoris*. **The Botanical Magazine**. v. 45, p. 11-26, 1931.
- Inariyama, S. Karyotype studies in Amaryllidaceae. I. **Science Reports Tokyo University**. v. 3, p. 95-113, 1937.
- Irifune, K. Chromosomal location of rDNA in *Allium fistulosum*. **CIS : Chromosome information service**. v. 59, p. 25-26, 1995.
- Ising, G. 1970. Evolution of karyotypes in *Cyrtanthus*. **Hereditas**. v. 65, p. 1-28, 1970.
- Ising, G. Chromosome balance in *Cyrtanthus*. **Plant Life**. v. 18, p. 95-128, 1962.

- ISING, G. Cytogenetic studies in *Cyrtanthus*. I. Segregation in an allotetraploid. **Hereditas**. 56: 27-53, 1966.
- ISING, G. Cytogenetic studies in *Cyrtanthus*. IV. Chromosome morphology in *Cyrtanthus luteus* Baker (*Anoiganthus luteus* Baker) and *Cyrtanthus breviflorus* Harvey (*Anoiganthus breviflorus* Baker). **Hereditas**. v. 63, p. 352-384, 1969.
- ITO, M. *et al.* Phylogenetic relationships of Amaryllidaceae based on matK sequence data. **Journal of Plant Research**. v. 112, n. 1106, p. 207-216, 1999.
- ITO, T. Role of histone modification in chromatin dynamics. **The Journal of Biochemistry**. v. 141, n. 5, p. 609-614, 2007.
- JACOBKUTTY, M. I.; BHAVANANDAN, K. V. Karyomorphological studies in *Allium sativum*. **Journal Cytology and genetics**. v. 31, n. 1, p. 49-54, 1996.
- JACOBSEN, T. D.; OWNBEY, M. In IOPB chromosome number reports LI. **Taxon**. v. 25, p. 155-164, 1976.
- JACOBSEN, T. D.; OWNBEY, M. In IOPB chromosome number reports LVI. **Taxon**. v. 26, p. 257-274, 1977.
- JAMILENA, M.; REJÓN, C. R.; REJÓN, M. R. Variation in the heterochromatin and nucleolar organizing regions of *Allium subvillosum* L. (Liliaceae). **Genome**. v. 33, n. 6, p. 779-784, 1990.
- JARA-ARANCIO, P. *et al.* Karyological study in fifteen *Leucocoryne* taxa (Alliaceae). **Biologia**. v. 67, n. 2, p. 289-295, 2012.
- JARA-SEGUEL, P. *et al.* Chromosome colocalisation of nucleolar organizer region in *Rhodophiala bagnoldii* (Herb.) Traub (Asparagales: Amaryllidaceae) determined by silver nitrate staining. **Gayana Botanica**. v. 69, n. 1, p. 201-203, 2012.
- JASENCAKOVA, Z. *et al.* Histone modifications in *Arabidopsis*: high methylation of H3 lysine 9 is dispensable for constitutive heterochromatin. **The Plant Journal**. v. 33, n. 3, p. 471-480, 2003.
- JAVURKOVA, V. In Chromosome number reports LXIX. **Taxon**. v. 29, p. 713-714, 1980.
- JEE, G., PREMALETHA, D. S.; VIJAYAVALLI, B. Karyomorphological studies in *Hippeastrum*. **Journal Cytology and genetics**. v. 30, n. 1, p. 71-77, 1995.
- JEE, G.; VIJAYAVALLI, B. Karyomorphological studies in *Crinum* from south India. **Journal Cytology and genetics**. v. 32, n. 2, p. 145-149, 1997.
- JEE, G.; VIJAYAVALLI, B. Karyomorphology of eight taxa of *Hymenocallis* from south India. **Caryologia**. v. 52, p. 59-64, 1999.
- JEE, V., DHAR, U.; KACHROO, P. Cytoecography of some endemic taxa of Kashmir Himalaya. **Proc Indian National Science Academy**. v. 55, p. 177-184, 1989.
- JIN, W. *et al.* Histone modifications associated with both A and B chromosomes of maize. **Chromosome Research**. v. 16, n. 8, p. 1203-1214, 2008.

JIN, Z. Amaryllidaceae and Sceletium alkaloids. **Natural Products Reports**. v. 28, n. 6, p. 886-905, 2007.

JING, W.; XU, J.; YANG, L. A study on cytotaxonomy of Sect. Anguinum of *Allium*. **Acta Phytotaxonomica Sinica**. v. 37, n. 1, p. 20-34, 1999.

JOACHIMIAK, A. In further studies in chromosome numbers of Polish angiosperms, part 23. **Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica**. v. 32, p. 178-182, 1990.

JOACHIMIAK, A. In further studies in chromosome numbers of Polish angiosperms, part 24. **Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica**. v. 33, p. 27-37, 1991.

JOACHIMIAK, A., A. KORNAS & J. KRAWCZYK. Alterations in chromosome morphology after sequential aceto-orceine staining and C-banding. **Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica**. v. 36, p. 2-3, p. 23-30, 1994.

JOHANSEN, K. M.; JOHANSEN, J. Regulation of chromatin structure by histone H3S10 phosphorylation. **Chromosome Research**. v. 14, n. 4, p. 393-404, 2006.

JOHN, H. A., BIMSTIEL, M. L.; JONES, K. W. RNA-DNA hybrids at the cytological level. **Nature**. v. 223, n. 5206, p. 582-587, 1969.

JOHNSON, M. A. T. Cytology of three new geophytes from Turkey. **Kew Bulletin**. v. 49, p. 491-498, 1994.

JOHNSON, M. A. T. In B. Mathew, *Sternbergia pulchella*. **Garden**. v. 118, n. 1, p. 36-37, 1993.

JOHNSON, M. A. T. Karyotypes of some Greek species of *Allium*. **Annales Musei Goulandris**. v. 5, p. 107-119, 1982.

JOHNSON, M. A. T.; BRANDHAM, P. E. New chromosome numbers in petaloid monocotyledons and in other miscellaneous angiosperms. **Kew Bulletin**. v. 52, n. 1, p. 121-138, 1997.

JOHNSON, M. A. T.; N. ÖZHATAY. Cytology of *Allium* sect. *Allium*. In: B. MATHEW. A Review of *Allium* sect. *Allium*. **International Board for Plant Genetic Resources**, 1996. 182p.

JONES, A. G. A study of wild leek, and the recognition of *Allium burdickii* (Liliaceae). **Systematic Botany**. v. 4, p. 29-43, 1979.

JONES, K.; SMITH, J. B. Chromosome evolution in the genus *Crinum*. **Caryologia**. v. 20, n. 2, p. 163-179, 1967.

JOSHI, C. P.; RANJEKAR, P. K. Visualization and distribution of heterochromatin in interphase nuclei of several plant species as revealed by a new Giemsa banding technique. **Cytologia**. v. 47, p. 471-480, 1982.

KALKMAN, E. R. Analysis of the C-banded karyotype of *Allium cepa* L. standard system of nomenclature and polymorphism. **Genetica**. v. 65, p. 141-148, 1984.



KAMARI, G. A biosystematic study of the genus *Galanthus* (Amaryllidaceae) in Greece. Part I. **Taxonomy. Botanische Jahrbücher für Systematik.** v. 103, p. 107-135, 1982.

KAMARI, G. A biosystematic study of the genus *Galanthus* L. in Greece. Part II. (Cytology). **Botanika Cbronika.** v.1, p. 60-98, 1981.

KAMARI, G.; ARTELARI, R. Karyosystematic study of the genus *Sternbergia* (Amaryllidaceae) in Greece. I. South Aegean Islands. **Willdenowia.** v. 19, n. 2, p. 367-388, 1990.

KAMENETSKY, R.; OKUBO, H. **Ornamental Geophytes: From Basic Science to Sustainable Production.** 1. ed. USA: CRC Press, 2012. 597 p.

KAMIZYO, A.; TANAKA, N. Studies on the generative nuclear division II. Behavior of the chromosomes during the generative nuclear division in *Allium fistulosum*. **Cytologia.** v. 46, p. 649-659, 1981.

KAMMACHER, P.; AKE-ASSI, L. Un cas de modification spontanee du nombre chromosomique de base dans le genre *Crinum* en Afrique de l'Ouest. **Boissiera.** v. 24, p. 207-213, 1975.

KANDEMIR, N. A karyological investigation on the two varieties of *Galanthus fosteri* Baker (Amaryllidaceae). **Biological Diversity and Conservation.** v. 3, n. 2, p. 20-25, 2010.

KAPOOR, B. M.; TANDON, S. L. Contributions to the cytology of endosperm in some Angiosperms. V. *Zephyranthes lancasteri*. Traub. **Pyton.** v. 21, p. 37-43, 1964.

KARA, N.; ÖKTEN, G. Samsun Kurupelit çevresinde doğal olarak yetişen *Allium scorodoprasum* subsp. *jajlae* alt türünde morfolojik ve karyotipik araştırmalar. **Turkish Biyoloji Dergisi.** v. 16, n. 2, p. 125-134, 1992.

KARAVOKYROU, E.; TZANOUDAKIS, D. The genus *Allium* in Greece: II. A cytotaxonomical study of the Aegean species. **Botanika Cbronika.** v. 10, p. 777-784, 1991.

KARIHALOO, J. L. Variation in the karyotype of three cultivars of *Narcissus tazetta* L. (Amaryllidaceae). **Genetica.** v. 73, p. 217-221, 1987.

KARIHALOO, J. L.; KOUL, A. K. The naturalised *Narcissus tazetta* of Kashmir. **Daffodils.** v. 4, p. 61-63, 1983.

KARIHALOO, J. L.; KOUL, A. K. Cytogenetic studies in the genus *Narcissus* L. II. Cytology of *N. jonquilla* L. and its hybrids with *N. pseudonarcissus* L. **Journal Cytology and genetics.** v. 15, p. 186-190, 1980.

KARIHALOO, J. L.; KOUL, A. K. Cytogenetic studies in the genus *Narcissus* L. VII. Karyotype and nucleolar condition in some *N. pseudonarcissus* L. cultivars. **Cytologia.** v. 54, p. 589-595, 1989.

KARTASHOVA, N. N. et al. Chisla chromosom u rjada polesnykh rastenij is prirodnykh populjacij flory Priob'ja. **Biologiya y Biofizika Tomsk.** p. 47-53, 1974.

- KARTASHOVA, N. N.; MALAKHOVA, L. A.; KOZLOVA, A. A. Study of the chromosomes of the representatives of the Ob region flora. I. Number of chromosomes of the Tomsk district. **Nauchnye Doki Vyss Shkoly Biol Nauki**. v. 4, p. 114-119, 1974a.
- KATOCH, D. et al. Simultaneous quantification of Amaryllidaceae alkaloids from *Zephyranthes grandiflora* by UPLC–DAD/ESI–MS. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**. v. 71, p. 92-187, 2012.
- KAUL, A. K. Cytology of the tetraploid *Allium chinense* G. Don. **Caryologia**. v. 34, p. 73-81, 1981b.
- KAUL, C. L. Cytology of a spontaneously occurring desynaptic *Allium cepa*. **Cytologia**. v. 40, p. 243-244, 1975.
- KAUL, A. R. In Chromosome number reports LXXII. **Taxon**. v. 30, p. 707, 1981a.
- KAUL, R. Studies on male and female meiosis in Indian *Allium*. I. four diploid species. **Chromosoma**. v. 77, p. 213-217, 1980a.
- KAWANO, S.; NAGAI, Y. The productive and reproductive biology of flowering plants. I. Life history strategies of three *Allium* species in Japan. **Botanical Magazine**. v. 88, p. 281-318, 1975.
- KAWANO, S.; NAGAI, Y.; HAYASHI, K. Life-history monographs of Japanese plants. 3. *Allium monanthum* Maxim. (Alliaceae). **Plant Species Biology**. v. 20, p. 155-165, 2005.
- KE, L.; SUN, Y.; ZHENG, Y.; ZHANG, D. Karyotype analysis of three species of *Lycoris* Herb. **Journal of Anhui Normal University Natural Science**. v. 21, n. 4, p. 343-348, 1998.
- KHALEEL, T. F. In IOPB chromosome number reports LXI. **Taxon**. v. 27, p. 375-392, 1978.
- KHALEEL, T. F.; MITCHELL, B. B. Cytoembryology of *Allium textile* Nels. & Macbr. **American Journal of Botany**. v. 69, p. 950-956, 1982.
- KHATOON, S.; ALI, S. I. **Chromosome Atlas of the Angiosperms of Pakistan**. Karachi: University of Karachi, 1993. 232p.
- KHOSHOO, T. N.; RAINA, S. N. An interchange heterozygote in garden *Crinum*. **Journal Cytology and genetics**. v. 2, p. 6-9, 1967.
- KIEFER, J. C. Epigenetics in Development. **Developmental Dynamics**. v. 236, n. 4, p. 1144-1156, 2007.
- KIM, E. S.; PUNINA, E. O.; RODIONOV, A. V. Chromosome CPD(PI/DAPI)- and CMA/DAPI-banding patterns in *Allium cepa* L. **Genetica**. v. 38, n. 4, p. 489-496, 2002.
- KIM, J. H. The study on scattering of chromosomes in cells Scattering of chromosomes by treatment with potassium ferricyanide solution under light. **Korean Journal of Botany**. v. 17, p. 113-117, 1974.
- KIM, M.; LEE, S. A taxonomical study of the Korean *Lycoris* (Amaryllidaceae). **Korean Journal of Plant Taxonomy**. v. 21, p. 123-139, 1991.

KIRSCHNER, J.; TĚPÁNEK, J. In: MĚSÍČEK, J.; JAVŮRKOVÁ-JAROLÍMOVÁ, V. **List of Chromosome Numbers of the Czech Vascular Plants**. Praha: Academia, 1992. 144p.

KOERPERICH, J. Etude comparative du noyau, des chromosomes et de leur relation avec le cytoplasme. **La Cellule**. v. 39, p. 309-398, 1930.

KOJIMA, A.; HINATA, K.; NODA, S. An improvement of squash method for cytological study of female meiosis in *Allium tuberosum*, Liliaceae. **CIS: Chromosome information service**. v. 50, p. 5-7, 1991.

KOLLMANN, F.; BOTHMER, R. *Allium affine* Ledeb: taxonomy and karyotype. **Israel Journal of Botany**. v. 38, p. 47-57, 1989.

KOLLMANN, F.; OZHATAY, N.; KOYUNCU, M. New *Allium* taxa from Turkey. **Notes from the Royal Botanic Garden**. v. 41, p. 245-267, 1983.

KOMISSAROV, W. A.; TARASSOVA, E. M. Investigation of karyotype *Allium rubens* Schrad. **Izvestiya Timiryazevskoi Sel'Skokhozyaistvennoi Akademii**. v. 4, p. 191-193, 1980.

KOUL, A. K. Structural hybridity in *Allium atropurpureum* Waldst. & Kit. **Journal Cytology and genetics**. v. 1, p. 87-89, 1966.

KOUL, A. K.; GOHIL, R. N.; LANGER, A. Prospects of breeding improved garlic in the light of its genetic and breeding systems. **Euphytica**. v. 28, p. 457-464, 1979.

KOUL, A. K.; KHAN, A. U. Karyotype study of *Sternbergia fischeriana* Rupr. **Journal Cytology and genetics**. v. 4, p. 69-73, 1969.

KOUZARIDES, T. Chromatin modifications and their function. **Cell**. v. 128, n. 4, p. 693-705, 2007.

KOYUNCU, M.; OZHATAY, N. Cytotaxonomic studies on some *Allium* species (Sect. Melanocrommyum) of south Anatolia. **Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University**. v. 13, p. 159-169, 1983.

KRAHULCOVÁ, A. Chromosome numbers in selected monocotyledons (Czech Republic, Hungary, and Slovakia). **Preslia**. v. 75, p. 97-113, 2003.

KRASNIKOV, A. A.; LOMONOSOVA, M. N. Chromosome numbers in representatives of some families of vascular plants in the flora of the Novosibirsk region. I. **Botanicheskii Zhurnal**. v. 75, p. 116-118, 1990.

KRASNIKOVA, S. A. et al. Chromosome numbers of some plant species from the south of Siberia. **Botanicheskii Zhurnal**. v. 68, n. 6, p. 827-835, 1983.

KRASNIKOVA, S. A. et al. Khromosomnye chisla tsvetkovykh rastenii i sibiri dal'nego vostoka. **Izdatel'stvo "Nauka", Sibirskoe Otdelenie, Novosibirsk**, 1984.

KRASNOBOROV, I. M.; ROSTOVTSEVA, T. S. Chromosome numbers of some plant species from the south of Siberia. **Botanicheskii Zhurnal**. v. 60, n. 6, p. 853-860, 1975.

- KRASNOBOROV, I. M.; ROSTOVTSEVA, T. S.; LIGUS, S. A. Chromosome numbers of some plant species of South Siberia and the Far East. **Botanicheskii Zhurnal**. v. 65, n. 5, p. 659-668, 1980.
- KRICHFALUSHIJ, V. V.; SVESHNIKOVA, L. I. A comparative-karyological study of natural populations of *Narcissus angustifolius* (Amaryllidaceae) of the Ukrainian Carpathians. **Botanicheskii Zhurnal**. v. 70, n. 6, p. 806-814, 1985.
- KRICHPHALUSHI, V. V. Sravnitelno-karyologicheskoe issledovanie prirodnykh populacij efemeroidov Karpat. **Plant Karyology**, 1989. p. 25-27.
- KRIEMADI, E.; BAREKA, P.; KAMARI, G. Mediterranean chromosome number reports 12 (1278--1283). **Flora Mediterranea**. v. 12, p. 444-450, 2002.
- KROGULEVICH, R. E. Chromosome numbers of plant species from the Tunkinsky Alps (East Sayan). **News Sib. Department Academy Science**. v. 15, n. 3, p. 46-52, 1976.
- KROGULEVICH, R. E. Karyological analysis of the species of the flora of eastern Sayana. In: Malyshev, L. I.; Peshlcova, G. A. (eds.) **Flora of the Prebaikal**. Novosibirsk, 1978. p. 19-48.
- KROGULEVICH, R. E. The role of polyploidy in the genesis of the alpine flora of the Stanovoye Nagorye Mountains. Pp. 115-214. In: **The ecology of the flora of the Trans-Baikal region**. Irkutsk: Akademia Nauk, 1971. p. 115- 214.
- KUBOTA, T. A technique for the observation of meiosis. **Collect. & Breed**. v. 39, p. 306-307, 1977.
- KUDRYASCHOVA, G. L. Caryosystematic notes on the caucasian species of the genus *Allium* (Alliaceae). **Botanicheskii Zhurnal**. v. 75, p. 829-832, 1990.
- KUDRYASHOVA, G. L. The genus *Allium* of the section *Codonoprasum* (the subsection *Longistamineum*) of the flora of the USSR. **Botanicheskii Zhurnal**. v. 73, p. 1397-1401, 1988.
- KURITA, S. Variation and evolution of the karyotype of *Lycoris*, Amaryllidaceae V. Chromosomal variation in *L. sanguine* Maxim. **Plant Species Biology**. v. 4, p. 47-60, 1989.
- KURITA, S. Variation and evolution in the karyotype of *Lycoris*, Amaryllidaceae. I. General karyomorphological characteristics of the genus. **Cytologia**. v. 51, p. 803-815, 1986.
- KURITA, S. Variation and evolution in the karyotype of *Lycoris*, Amaryllidaceae III. Intraspecific variation in the karyotype of *L. traubii* Hayward. **Cytologia**. v. 52, p. 117-128, 1987b.
- KURITA, S. Variation and evolution in the karyotype of *Lycoris*, Amaryllidaceae IV. Intraspecific variation in the karyotype of *L. radiata* Herb. and the origin of this triploid species. **Cytologia**. v. 52, p. 137-149, 1987c.
- KURITA, S. Variation and evolution on the karyotype of *Lycoris*, Amaryllidaceae II. Karyotype analysis of ten taxa among which seven are native in China. **Cytologia**. v. 52, p. 19-40, 1987a.

- KURITA, S.; HSU, P. Hybrid complex in *Lycoris*, Amaryllidaceae. (Abstract). **American Journal of Botany**. v. 83, n. 6, p. 207, 1996.
- KUROKI, Y. Fluorescent chromosome banding in *Caloscordum inutile* (Liliaceae). *Kromosomo*. v. 2, n. 70, p. 2407-2410, 1993.
- KWEMBEYA, E. G.; BJORA, C. S.; STEDJE, B.; NORDAL, I. Phylogenetic relationship in the genus *Crinum* (Amaryllidaceae) with emphasis on tropical African species: evidence from *trnL-F* and nuclear ITS DNA sequence data. *Taxon*. v. 56, p. 801-810, 2007.
- KWON, Y. J. et al. Chromosome numbers of vascular plants of Mt. Baekdu and adjacent area in China. **Korean Journal of Plant Taxonomy**. v. 35, n. 1, p. 47-55, 2005.
- LAAN, F. M. V. In IOPB chromosome number reports LXV. **Taxon**. v. 28, p. 636-637, 1979.
- LAANE, M. M.; LIE, T. Fremstilling av kromosompreparater med enkle metoder. **Blyttia**. p. 7-15, 1985.
- LACHNER, M.; O'SULLIVAN, R. J.; JENUWEIN, T. An epigenetic road map for histone lysine methylation. **Journal of Cell Biology**. v. 116, n. 11, p. 2117-2124, 2003.
- LAKSHMI, N. Cytological studies in two allopolyploid species of the genus *Hymenocallis*. **Cytologia**. v. 43, p. 555-563, 1978.
- LAKSHMI, N. Cytotaxonomical studies in eight genera of Amaryllidaceae. **Cytologia**. v. 45, p. 663-673, 1980.
- LAKSHMI, N. Karyomorphological studies in an interchange heterozygote of *Eurycles sylvestris* Salisb. **CIS: Chromosome information service**. v. 25, p. 7-8, 1978a.
- LAKSHMI, N. Spontaneous chromosome breakage and inversion heterozygosity in a clone of *Tulbaghia violacea* Harv. **Cytologia**. v. 53, p. 157-161, 1988.
- LAKSHMI, N. Cytological studies in two allopolyploid species of the genus *Hymenocallis*. **Cytologia**. v. 43, n. 3-4, p. 555-563, 1978.
- LAKSHMI, N.; MURTHY, T. V. S. R. V. P. A new chromosome number of  $2n = 33$  for *Amaryllis belladonna* L. **Current Science**. v. 53, p. 1154-1155, 1984.
- LAKSHMI, N.; MURTHY, T. V. S. R. V. P. Karyology of triploid *Hippeastrum stylosum* Herb. **Current Science**. v. 49, n. 8, p. 321-322, 1980.
- LAKSHMI, N.; VENKATESWARLU, J. Karyological studies in *Pancratium longiflorum* L. **Current Science**. v. 45, p. 840-841, 1976.
- LAN, T.; ALBERT, V. A. Dynamic distribution patterns of ribosomal DNA and chromosomal evolution in *Paphiopedilum*, a lady's slipper orchid. **BMC Plant Biology**. v. 11, p. 126, 2011.
- LANGER, A.; KOUL, A. K. Studies on nucleolus and nucleolar chromosomes in angiosperms. I. Nucleolar organization in *Allium consanguineum* Kunth. **CIS: Chromosome information service**. v. 23, p. 25-26, 1977.

- LANGER, A.; KOUL, A. K. Studies on nucleolus and nucleolar chromosomes in angiosperms. II. An aberrant NOR in *Allium cepa* L. **Chromosome Information Service**. v. 26, p. 13-14, 1979.
- LANGER, A.; KOUL, A. K. Studies on nucleolus and nucleolar chromosomes in angiosperms. VII. Nature of nucleolar chromosome polymorphism in *Allium cepa* var. *viviparum* (Metzg.) Alef. **Cytologia**. v. 48, p. 323-332, 1983.
- LAVRENKO, A. N.; SERDITOV, N. P. Chromosome numbers in some members of the Urals flora (the komi autonomous soviet socialist republic). **Botanicheskii Zhurnal**. v. 72, p. 846-847, 1987.
- LAVRENKO, A. N.; SERDITOV, N. P.; ULLE, Z. G. Chromosome numbers in some species of vascular plants from the Pechoro-Ilychsky Reservation (Komi ASSR). **Botanicheskii Zhurnal**. v. 76, p. 473-476, 1991.
- LAVRENKO, A. N.; SERDITOV, N. P.; ULLE, Z. G. Chromosome numbers in some species of flowering plants of the Urals (the komi autonomous soviet socialist republic). **Botanicheskii Zhurnal**. v. 74, p. 1059-1061, 1989.
- LAW, J. A.; JACOBSEN, S. E. Establishing, maintaining and modifying DNA methylation patterns in plants and animals. **Nature Genetics**. v. 11, n. 3, p. 204-220, 2010.
- LEAL PEREZ-CHAO, J. et al. In Numeros cromosomicos para la flora Espanola 121-182. **Lagasalia**. v. 9, p. 249-284, 1980.
- LEE, C.; IAFRATE, A. J.; BROTHMAN, A. R. Copy number variations and clinical cytogenetic diagnosis of constitutional disorders. **Nature Genetics**. v. 39, n. 7, p. S48-S54, 2007.
- LEE, Y. N. Chromosome numbers of flowering plants in Korea. **Journal of the Korean Cultural Research Institute (Ewha Women's University)**. v. 11, p. 455-478, 1967.
- LEIGHTON, F. M. The genus *Agapanthus* L'Hérit. **Journal of South African Botany**. v. 4, n. 1, p. 1-50, 1965.
- LEKHAK, M. M.; YADAV, S. R. Karyotype studies in two critically endangered and endemic *Crinum* species (Amaryllidaceae) from Northern-Western ghats of India. **Nucleus**. v. 54, n. 1, p. 25-30, 2011.
- LEWIN, B. **Genes VIII**. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2004. 1027 p.
- LI, J.; LU, X. Karyotype analysis of two cultivars of *Narcissus tazetta* L. var. *chinensis* Roem. **Journal Shanghai Agricultural College**. v. 15, n. 3, p. 243-247, 1997.
- LI, R. **Studies on karyotypes of vegetables in China**. Wuhan University Print Agency, 1989.
- LI, R.; LIU, L.; WANG, X. Karyotype analysis on the different cultivars of *Allium tuberosum* Rottle. **Chinese Bulletin of Botany**. v. 3, n. 5, p. 43-46, 1985.

- LI, R. et al. Studies on karyotypes and phylogenetic relationship of *Allium* sect. *Caloscordum* (Liliaceae) from China. **Acta Phytotaxonomica Sinica**. v. 34, n. 3, p. 288-295, 1996.
- LI, S.; YU, Z.; GUO, X. Studies on the karyotype of *Tricyrtis*, *Notholirion* and 2 species of *Allium* from the Qinling Range. *Advances Pl. Taxon*. v. 1, p. 94-100, 1992.
- LIMA-DE-FARIA, A. The chromosome Field: I. Prediction of the location of ribosomal cistrons. **Hereditas**. v. 83, p. 1-22, 1976.
- LIPPERT, W. Chromosomenzahlen von pflanzen aus bayern und anderen gebieten. **Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft**. v. 76, p. 85-110, 2006.
- LIU, C. et al. Molecular and cytogenetic identification of new wheat-*Dasypyrum breviaristatum* additions conferring resistance to stem rust and powdery mildew. **Breeding Science**. v. 61, n.4, p. 366-372, 2011.
- LIU, K. et al. Comparison of the photosynthetic characteristics of four *Lycoris* species with leaf appearing in autumn under field condition. **Photosynthetica**. v. 50, n. 4, p. 570-576, 2012.
- LIU, N.; ZHOU, Y. Observations on meiosis of pollen mother cell in green Chinese onion and its intact-staining method. *J. Guizhou Agric. Coll.* v. 1, p. 29-33, 1988.
- LIU, Y.; XU, B. Mechanism of sterility of diploid hybrid in genus *Lycoris*. **Acta Agriculturae Shanghai**. v. 6, p. 27-30, 1990.
- LOHE, A. R.; HILLIKER, A. J.; ROBERTS, P. A. Mapping simple repeated DNA sequences in heterochromatin of *Drosophila melanogaster*. **Genetics**. v. 134, n. 4, p. 1149-1174, 1993.
- LOIDL, J. C-band proximity of chiasmata and absence of terminalisation in *Allium flavum* (Liliaceae). **Chromosoma**. v. 73, p. 45-51, 1979.
- LOIDL, J. In: Dobeš, C.; Vitek, E. **Documented chromosome number checklist of Austrian vascular plants**. Vienna: Verlag des Naturhistorischen Museums Wien, 2000.
- LOIDL, J. Light microscopical observations on surface spread synaptonemal complexes of *Allium ursinum*. **Caryologia**. v. 37, p. 415-421, 1984.
- LOIDL, J.; JONES, G. H. Synaptonemal complex spreading in *Allium*. I Triploid *A. sphaerocephalon*. **Chromosoma**. v. 93, p. 420-428, 1986.
- LOON VAN, J. C.; OUDEMANS, J. J. M. H. Chromosome numbers of some angiosperms of the southern USSR. **Acta botanica neerlandica**. v. 25, p. 329-336, 1976.
- LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Plantas ornamentais no Brasil**. 3. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2001. 1088 p.
- LOVE, A.; LOVE, D. In Chromosome number reports LXIX. **Taxon**. v. 29, p. 707-709, 1980.
- LOVE, A.; LOVE, D. In Chromosome number reports LXXIII. **Taxon**. v. 30, p. 845-851, 1981.

LOVE, A.; LOVE, D. In: IOPB chromosome number reports LXXVI. **Taxon**. v. 31, p. 583-587, 1982.

LOVKA, M. IOPB chromosome data 9. **International Organ. Plant Biosystems newsletters**. v. 24, p. 21-23, 1995.

LÖVKVIST, B.; HULTGÅRD, U. M. Chromosome numbers in south Swedish vascular plants. **Opera Botanica**. v. 137, p. 1-42, 1999.

LU, L.; CHEN, X.; YU, X.; CHEN, J. Fundamental studies on breeding of resources of *Narcissus* cultivars I. A cytological study on some varieties of polyanthus daffodil (*Narcissus tazetta* L.). **Journal of Fujian Agriculture College**. v. 10, p. 31-36, 1989.

LÜ, L. A study on evolutionary relationship of the basic chromosome number between  $x = 10$  and  $x = 11$  in the polyanthous daffodils (*Narcissus tazetta* L.). **Journal of Wuhan Botanical Research**. v. 8; p. 107-113, 1990.

MA, B. et al. Production of interspecific hybrids between *Lycoris incarnata* and four other *Lycoris* species through embryo culture. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**. v. 70, p. 679-703, 2001.

MA, Y.; CAI, K.; CUI, M. Karyotype analysis of *Zephyranthes candida*. **Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica** v. 12, (special issue), p. 77-80, 1997.

MAGULAEV, A. J. The chromosome numbers of flowering plants of the northern caucasus. **Flora of the North Caucasus**. v. 2, p. 51-62, 1976.

MAGULAEV, A. Y. Chromosome numbers in some species of vascular plants of the northern caucasus flora. **Botanicheskii Zhurnal**. v. 77, n. 10, p. 88-90, 1992.

MÁJOVSKÝ, J.; MURÍN, A. Karyotaxonomisches Studium des *Allium ericetorum* aggr. **Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae, Botanica**. v. 32, p. 3-20, 1985.

MAJOVSKY, J.; MURIN, A. *Sternbergia colchiciflora* W. & K. na Slovensku. **Biologia (Bratislava)**. v. 32, p. 499-503, 1977.

MALAKHOVA, L. A. Kariologoeskij analiz prirodnykh populjacij redkich i ischezajushchikh rastenij na jube Tomskoj Oblasti. **Bjulleten' Glavnogo Botaničeskogo Sada**. v. 155, p. 60-66, 1990.

MALAKHOVA, L. A. Karyological analysis of *Allium nutans* (Alliaceae). 2. The karyotypes of wild plants. **Botanicheskii Zhurnal**. v. 82, n. 11, p. 41-46, 1997.

MALAKHOVA, L. A. Karyological analysis of *Allium nutans* (Alliaceae). 3. The karyotypes of clone plants. **Botanicheskii Zhurnal**. v. 83, n. 10, p. 51-56, 1998.

MALAKHOVA, L. A.; MARKOVA, G. A. Chromosome numbers in the flowering plants of Tomsk region. Monocotyledones. **Botanicheskii Zhurnal**. v.79, n. 7, p. 134-135, 1994.

MALAKHOVA, L. A.; VORONOVA, O. L.; KOZLOVA, A. A. Chromosome numbers of some species of the flora of Siberian lime-forests. **Chernevaja Tajga i Problema Reliktov**. p. 47-51, 1979.



- MANDAL, S. K.; BASU, R. K. Radiosensitivity of diploid and triploid *Allium cepa*. **Indian Science Congress Association**. v. 65, p. 102, 1978.
- MARCHI, P.; CAPINERI, R.; D'AMATO, G. Numeri cromosomici per la flora Italiana: 182-189. **Informatore Botanico Italiano**. v. 6, p. 303-312, 1974.
- MARCHI, P.; ILLUMINATI, O. Notizie e considerazioni su i *Leucanthemum* (Compositae) della flora d'Italia. **Annali di Botanica**. v. 33, p. 167-194, 1974.
- MARCON-TAVARES, A. B. et al. Different patterns of chromosomal histone H3 phosphorylation in land plants. **Cytogenetic and Genome Research**. v. 143, n. 1-3, p. 136-43, 2014.
- MARCUCCI, R.; TORNADORE, N. Cariologia di alcuni popolamenti di *Allium tenuiflorum* Ten. provenienti dal Cilento (Italia meridionale). **Nuovo Giornale Botanico Italiano**. v. 128, n. 1, p. 252, 1994.
- MARCUCCI, R.; TORNADORE, N. Cytological and taxonomical notes on *Allium arvense* Guss. (Alliaceae) in Italy. **Webbia**. v. 51, n. 2, p. 189-199, 1997a.
- MARCUCCI, R.; TORNADORE, N. Intraspecific variation of *Allium roseum* L. (Alliaceae). **Webbia**. v. 52, n. 1, p. 137-154, 1997b.
- MARCUCCI, R.; TORNADORE, N. Mediterranean chromosome number reports 7 (878--884). **Flora Mediterranea**. v. 7, p. 262-267, 1997.
- MARCUCCI, R.; TORNADORE, N. Mediterranean chromosome number reports 9 (1089--1098). **Flora Mediterranea**. v. 9, p. 372-378, 1999.
- MARQUES, A. et al. Characterization of eu- and heterochromatin of *Citrus* with a focus on the condensation behavior of 45S rDNA chromatin. **Cytogenetic and Genome Research**. v. 134, n. 1, p. 72-82, 2011.
- MARTIN, C.; ZHANG, Y. The diverse functions of histone lysine methylation. **Nature Reviews Molecular Cell Biology**. v. 6, n. 11, p. 838-849, 2005.
- MASUZAKI, S.; SHIGYO, M.; YAMAUCHI, N. Complete assignment of structural genes involved in flavonoid biosynthesis influencing bulb color to individual chromosomes of the shallot (*Allium cepa* L.). **Genes & Genetic Systems**. v. 81, n. 4, p. 255-263, 2006.
- MATSUURA, H; SUDO, T. Contributions to the ideogram study in phaneromous plants. **Journal of the Faculty of Science, Hokkaido Imperial University**. v. 5, p. 33-75, 1935.
- MATSUZAWA, Y.; HINATA, K. Differential staining of chromosomes by Giemsa in *Habranthus robustus* Herb. **CIS : Chromosome information service**. v. 18, p. 31-33, 1975.
- MCNEAL, D. W. A reappraisal of *Allium cristatum* (Alliaceae) and its allies. **Madroño**. v. 39, n. 2, p. 83-89, 1992.
- MCNEAL, D. W. A revision of the *Allium fimbriatum* (Alliaceae) complex. **Aliso**. v. 13, n. 3, p. 411-426, 1992a.

MCNEAL, D. W. The distribution of leaf morphs in *Allium cratericola* Eastw. **Madroño**. v. 38, p. 57-59, 1991.

MCNEAL, D. W.; OWNBEY, M. Taxonomy of the *Allium lacunosum* complex (Liliaceae). **Madroño**. v. 29, p. 79-86, 1982.

MCNEIL, D. W. J.; OWNBEY, M. Status of *Allium serratum* (Liliaceae) and description of a new species. **Madroño**. v. 24, p. 24-29, 1977.

MCPHERSON, M. A. et al. Parallel loss of a slowly evolving intron from two closely related families in Asparagales. **Systematic Botany**. v. 29, n. 2, p. 296-307, 2004.

MEEROW, A. W. A monograph of the Amazon lilies, *Eucharis* and *Caliphruria* (Amaryllidaceae). **Annals of the Missouri Botanical Garden**. v.76, p.136-220, 1989.

MEEROW, A. W. A. Amaryllidaceae. In: SMITH, N.; MORI, S. A.; HENDERSON, A.; STEVENSON, D. W.; HEALD, S. V. (Eds). **Flowering Plants of the Neotropics**. New Jersey: The New York Botanical Garden, 2004. p. 410-412.

MEEROW, A. W. A. Chromosome cytology of *Eucharis*, *Caliphruria*, and *Urceolina* (Amaryllidaceae). **American Journal of Botany**. v. 74, n. 10, p. 1559-1575, 1987.

MEEROW, A. W. A. Convergence or reticulation? Mosaic evolution in the canalized American Amaryllidaceae. In: SEBERG, O., PETERSEN, G., BARFOD, A. S. DAVIS, J. I. (Eds.) **Diversity, phylogeny and evolution in the monocotyledons**. Aarhus: Aarhus University Press, 2010. p. 145-68.

MEEROW, A. W. A. Neotropical Amaryllidaceae. In: MILLIKEN, W., KLITGÅRD, B.; BARACAT, A. (Eds.). 2009 em diante. **Neotropikey – Interactive key and information resources for flowering plants of the Neotropics**. Disponível em: <<http://www.kew.org/science/tropamerica/neotropikey/families/Amaryllidaceae.hm>> Acesso em: 25 jul. 2014.

MEEROW, A. W. A. Towards a phylogeny of the Amaryllidaceae. In: RUDALL, P. J., CRIBB, P. J., CUTLER, D. F., HUMPHRIES, C. J. (Eds.) **Monocotyledons: systematics and evolution**. Royal Botanic Gardens: Kew, 1995. p. 169-179.

MEEROW, A. W. et al. Phylogeny of the American Amaryllidaceae based on rDNA ITS sequences. **Systematic Botany**. v. 25, n. 4, p. 708-726, 2000.

MEEROW, A. W. Systematics of the amazon lilies, *Eucharis* and *Caliphruria* (Amaryllidaceae). **Annals of the Missouri Botanical Garden**. v. 76, n. 1, p. 136-220, 1989.

MEEROW, A. W.; CLAYTON, J. R. Generic relationships of the baccate-fruited Amaryllidaceae (tribe Haemantheae). **Plant Systematics and Evolution**. v. 244, n. 3-4, p. 141-155, 2004.

MEEROW, A. W.; DEHGAN, B. A new species and a new combination in the genus *Eucrosia* (Amaryllidaceae). **Brittonia**. v. 37, n. 1, p. 47-55, 1985.

MEEROW, A. W.; PREUSS, K. D.; TOMBOLATO, A. F. C. *Griffinia* Amaryllidaceae, a critically endangered Brazilian geophyte with horticultural potential. **Acta Horticulturae**. v. 570, p. 57-64, 2002.

- MEEROW, A. W.; SILVERSTONE-SOPKIN, P. The rediscovery of *Plagiolirion horsmannii* Baker (Amaryllidaceae). **Brittonia**. v. 47, n. 4, p. 426-431, 1995.
- MEEROW, A. W.; SNIJMAN, D. A. Amaryllidaceae. In: KUBITZKI, K. (Eds.). **The families and genera of vascular plants III. Flowering plants. Monocotyledons. Lilianae (except Orchidaceae)**. Berlin: Springer, 1998. p. 83-110.
- MEEROW, A. W.; SNIJMAN, D. A. Phylogeny of Amaryllidaceae tribe Amaryllideae based on nrDNA ITS sequences and morphology. **American Journal of Botany**. v.88, p. 2321-2330, 2001.
- MEHRA, P. N.; PANDITA, T. K. In IOPB chromosome number reports LXI. **Taxon**. v. 27, p. 375-392, 1978.
- MEHRA, P. N.; PANDITA, T. K. In IOPB chromosome number reports LXIV. **Taxon**. v. 28, p. 405, 1979.
- MEHRA, P. N.; SACHDEVA, S. K. Cytological observations on some west Himalayan monocots. III. Alliaceae. **Cytologia**. v. 41, p. 23-30, 1976.
- MEHRA, P. N.; SACHDEVA, S. K. In IOPB chromosome number reports XLIX. **Taxon**. v. 24, p. 501-516, 1975.
- MEHTA, P.; KUMAR, J. Chromosome architecture of *Crinum defixum* ker-gawl. **Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences**. v. 2, n. 4, p. 51-53, 2012.
- MELO, N. F. et al. Cytogenetics and cytotaxonomy of Vellozaceae. **Plant Systematics and Evolution**. v. 204, p. 257-173, 1997.
- MELO, N. F.; CERVI, A. C.; GUERRA, M. Karyology and cytotaxonomy of the genus *Passiflora* L. (Passifloraceae). **Plants Systematics and Evoution**. v. 226, p. 69-84, 2001.
- MELO, N. F.; GUERRA, M. Variability of the 5S and rDNA sites in *Passiflora* l. with species with distinc base chromosome numbers. **Annals of Botany**. v. 92, n. 2, p. 309-316, 2003.
- MĚSÍČEK, J.; JAVŮRKOVÁ-JAROLÍMOVÁ, V. **List of Chromosome Numbers of the Czech Vascular Plants**. Praha: Academia, 1992. 144p.
- MĚSÍČEK, J.; SOJÁK, J. Chromosome numbers of Mongolian angiosperms. I. **Preslia**. v. 64, p. 193-206, 1992.
- MICELI, P.; FICINI, G.; GARBARI, F. The genus *Allium* in Italy. XIII. Morphological, caryological and leaf anatomical study in some C.W. Mediterranean triploid populations of *Allium trifoliatum* Cyr. **Webbia**. v. 38, p. 793-803, 1984.
- MICELI, P.; GARBARI, F. A contribution to cytotaxonomical knowledge of *Allium ebusitanum* Font Quer. **Lagascalia**. v. 15, p. 433-440, 1988.
- MICELI, P.; GARBARI, F. *Allium aethusanum* and *A. francinae* (Alliaceae): comparison between two endemic species from Aegadean Islands (Sicily). **Botanika Chronika**. v. 10, p. 797-803, 1991.

- MICELI, P.; GARBARI, F. *Allium eivissanum* (Alliaceae), a new species from Eivissa (Balearic Isles, Spain). **Willdenowia**. v. 16, p. 383-390, 1987.
- MICELI, P.; GARBARI, F. Numeri cromosomici per la flora Italiana: 255-262. **Informatore Botanico Italiano**. v. 8, p. 207-216, 1976.
- MICHELI, P.; FICINI, G.; GARBARI, F. Triploidia in *Allium trifoliatum* Cyr.: un caso di genesi politopica?. **Nuovo Giornale Botanico Italiano**. v. 115, p. 409-410, 1981.
- MICIETA, K. Zytotaxonomische probleme einiger Pflanzensippen des Javorniky-Gebirges. **Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae, Botanica**. v. 28, p. 95-104. 1981.
- MIGRA, V. Zytotaxonomische probleme ausgewahlter taxa der flora des Babia Hora-Bergmassivs (Gebirge Zapane Beskydy) I. **Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae, Botanica**. v. 29, p. 87-95, 1982.
- MIZIANTY, M.; FREY, L. Chromosome numbers of some vascular plants in the Western Bieszczady Mts. (South-eastern Poland). **Fragmenta Floristica et Geobotanica**. v. 19, p. 265-270, 1973.
- MOHANA, D.; SUBRAMANIAN, D. Cytological studies in four varieties on *Allium cepa* L. **Indian Science Congress Association**. v. 77, n. 3, p. 150-151, 1990.
- MONTEIRO, R. F.; OLIVEIRA, R. S. A família Amaryllidaceae no Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**. v. 28, n. 1, p. 9-13, 2010.
- MONTGOMERY, L. et al. Contributions to a cytological catalogue of the British and Irish flora, 5. **Watsonia**. v. 21, p. 365-368, 1997.
- MONTMOLLIN, B. Étude cytotaxonomique de la flore de la Crète. III. Nombres chromosomiques. **Candollea**. v. 41, p. 431-439, 1986.
- MONTSERRAT MARTI, J. M.; VIVES, P. Números cromosómicos en narcissi (Amaryllidaceae). **Fontqueria**. v. 31, p. 145-148, 1991.
- MOOKERJEEA, A. Cytology of Amaryllids as an AID to the understanding of evolution. **Caryologia**. v. 7, p. 1-71, 1955.
- MORAES, A. P.; SOARES FILHO, W. S.; GUERRA, M. Karyotype diversity and the origin of grapefruit. **Chromosome Research**. v. 15, n. 1, p. 115-121, 2007.
- MORTOLA, W. R.; MCNEAL, D. W. Taxonomy of the *Allium tribracteatum* (Alliaceae) complex. **Aliso**. v. 11, p. 27-35, 1985.
- MORTON, J. K. Chromosome numbers and polyploidy in the flora of Cameroon Mountain. **Opera Botanica**. v. 121, p. 159-172, 1993.
- MOSCONE, E. A. et al. Giemsa C-banded karyotypes in *Capsicum* (Solanaceae). **Plant Systematics and evolution**. v. 186, n. 3-4, p. 213-229, 1993.

- MRAZ, P. Chromosome number and DNA ploidy level reports from central Europe 1. **Biologia (Bratislava)**. v. 60, n. 1, p. 99-103, 2005.
- MRÓZEK, K. et al. Clinical relevance of mutations and gene-expression changes in adult acute myeloid leukemia with normal cytogenetics: are we ready for a prognostically prioritized molecular classification? **Blood Journal**. v. 109, n. 2, p. 431-448, 2007.
- MULLER-DOBLIES, D.; MULLER-DOBLIES, U. De liliifloris notulae. 1. Zum Merkmalsbestand von *Haemanthus* (Amaryllidaceae). **Botanische Jahrbücher für Systematik**. v. 96, p. 324-327, 1975.
- MURIN, A. Index of chromosome numbers of Slovakian flora. Part 5. **Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae, Botanica**. v. 25, p. 1-18, 1976.
- MURIN, A. Index of chromosome numbers of Slovakian flora. Part 6. **Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae, Botanica**. v. 26, p. 1-42, 1978.
- MURÍN, A. Karyological study of the Slovak flora XXIV. **Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae, Botanica**. v. 39, p. 45-51, 1992.
- MURÍN, A.; FERÁKOVÁ, V. Karyological variability of the species *Allium scorodoprasum* L. **Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae, Botanica**. v. 36, p. 65-77, 1988.
- MURÍN, A.; HABEROVA, I.; ZAMSRAN, C. Further karyological studies of thM, 1978e Mongolian flora. *Folia Geobot. Phytotaxa*. v. 19, p. 28-39, 1984.
- MURÍN, A.; HABEROVA, I.; ZAMSRAN, C. Karyological studies of some species of the Mongolian flora. *Folia Geobot. Phytotaxa*. v. 15, p. 395-405, 1980.
- MURÍN, A.; MÁJOVSKÝ, J. Karyological study of the Slovak flora XIX. **Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae, Botanica**. v. 34, p. 3-20, 1987.
- MURÍN, A. et al. Chromosome numbers of some species of the Slovak flora. **Thaiszia**. v. 9, n. 1, p. 31-40, 1999.
- MURRAY, B. G. et al. A new species of *Clivia* (Amaryllidaceae) endemic to the Pondoland centre of endemism, South Africa. **Botanical Journal of the Linnean Society**. v. 146, p. 369-374, 2004.
- MURRAY, B. G.; WONG, C.; HAMMETT, K. R. W. The karyotype of *Clivia mirabilis* analyzed by differential banding and fluorescence *in situ* hybridization. **Plant Systematics and Evolution**. v. 293, p. 193-196, 2011.
- MUZILA, M.; SPIES, J. J. Agapanthaceae. Chromosome counts in the genus *Agapanthus*. **Bothalia**. v. 35, n. 1, p. 109-110, 2005.
- NAGAO, S.; TAKUSAGAWA, H. Über die Chromosome einiger Amaryllidaceen. **Botanical Magazine**. v. 46, p. 473-478, 1932.
- NAIR, J. J. et al. Alkaloids from *Nerine filifolia*. **Phytochemistry**. v. 66, n. 3, p. 373-382, 2005.

NAKATA, M.; STERGIANOU, K.; TANAKA, R. Nucleolar organizing regions (NORs) and small constrictions in the chromosomes of *Narcissus jonquilla*. **CIS: Chromosome information service**. v. 48, p. 18-20, 1990.

NANDI, S. Chromosome studies in several genera of Amaryllidaceae with special reference to the status of the tribe Zephyrantheae. **Journal Cytology and genetics**. v. 7-8. p. 24-35, 1973.

NANDI, S. Studies on the cytogenetic effect of some mercuric fungicides. **Cytologia**. v. 50, p. 921-926, 1985.

NANUSCYAN, E. R.; POLYAKOV, V. J. The dependence between the DNA content, the thickness of mitotic chromosomes and the volume of pollen grains in some species of genus *Allium* L. **Biology Nauki**. v. 8, p. 50-56, 1989.

NARAIN, P.; RAINA, S. N. Cytological assay of C-mitotic potency of colchicine obtained from *Gloriosa superba* L. **Cytologia**. v. 40, n. 3-4, p. 751-757, 1975.

NARANJO, C. A. Cariotipos de nueve especies argentinas de *Rhodophiala*, *Hippeastrum*, *Zephyranthes* y *Habranthus* (Amaryllidaceae). **Kurtziana**. v. 5, p. 67-87, 1969.

NARANJO, C. A. Karyotypes of four Argentine species of *Habranthus* and *Zephyranthes* (Amaryllidaceae). **Phyton**. v. 32, p. 61-71, 1974.

NARANJO, C. A.; ANDRADA, A. B. El cariotipo fundamental en el genero *Hippeastrum* Herb. (Amaryllidaceae). **Darwiniana**. v. 19, n. 2-4, p. 566-582, 1975.

NARANJO, C. A.; POGGIO, L. A comparison of karyotype, Ag-NOR bands and DNA content in *Amaryllis* and *Hippeastrum* (Amaryllidaceae). **Kew Bulletin**. v. 43, p. 317-325, 1988.

NARANJO, C. A.; POGGIO, L. Karyotypes of five *Rhodophiala* species (Amaryllidaceae). **Bulletin of the Botanical Society of Argentina**. v. 35, n. 3-4, p. 335-343, 2000.

NASH, D. L.; MORENO, N. P. Boraginaceae. **Flora de Veracruz**. v. 18, p. 1-149, 1981.

NATARAJAN, G. **Contribution à l'étude caryosystematique des especes de la garrigue languedocienne**. These - Academie de Montpellier, France, 1977.

NATARAJAN, G. Etude caryosystematique de quelques monocotyledones de la garrigue Languedocienne. **Naturalia Monspeliensi**. v. 30, p. 1-27. 1979a.

NATARAJAN, G. In IOPB chromosome number reports LXII. **Taxon**. v. 27, p. 519-535, 1978.

NATARAJAN, G. In IOPB chromosome number reports LXV. **Taxon**. v. 28, p. 629, 1979b.

NIKLAS, L. In: DOBEA, C.; VITEK, E. **Documented chromosome number checklist of australian vascular plants**. Vienna: Verlag des Naturhistorischen Museums Wien, 2000.

NISHIKAWA, K.; FRUTA Y.; ENDO, H. Consideration of the chromosome evolution on the basis of nuclear DNA content and total chromosome length in *Lycoris*. **Japanese Journal of Genetics**. v. 54, n. 5, p. 387-396, 1979.

- NISHIOKA, K. *et al.* Set9, a novel histone H3 methyltransferase that facilitates transcription by precluding histone tail modifications required for heterochromatin formation. **Genes & Development**. v. 16, n. 4, p. 479-489, 2002.
- NISHITANI, S.; YABUNO, T. Cytological studies of *Allium togashii* Hara (Liliaceae). **CIS : Chromosome information service**. v. 41, p. 6-8, 1986.
- NIU, W.; XU, Y.; LIU, J. A preliminary study on the induction of polyploid *Clivia miniata* Regel. **Acta Horticulturae Sinica**. v. 13, p. 61-63, 1986.
- NODA, S.; KAWANO, S. The biology of *Allium monanthum* (Liliaceae) I. Polyploid complex and variations in karyotype. **Plant Species Biology**. v. 3, p. 13-26, 1988.
- NODA, S.; LI, K. Relationships of chromosome constitution for human activity as observed in the three species of Liliaceae. **Monbu-sho Kaigai Gakujutsuchyosa chyukan-hokoku, Kankoku ni okeru Kankyo Hensenshi**. p. 33-55, 1980.
- NODA, S.; ZHU, Y. Cytogenetics of Liliaceae in east Asia. I. External morphology and karyotype of *Allium condensatum* in north-east district of China with special reference to bulblet formation in root system. **Kromosomo**. v. 2, n. 67-68, p. 2320-2328, 1992.
- NORDAL, I.; RORSLETT, B.; LAANE, M. M. Species delimitation within the *Crinum ornatum* group (Amaryllidaceae) in East Africa. **Norwegian Journal of Botany**. v. 24, n. 3, p. 195-212, 1977.
- NORDAL, I.; WAHLSTROM, R. Studies in the *Crinum zeylanicum* complex in East Africa. **Nordic Journal of Botany**. v. 2, n. 5, p. 465-473, 1982.
- NOWAK, S. J.; CORCES, V. G. Phosphorylation of histone H3. A balancing act between chromosome condensation and transcriptional activation. **Trends in Genetics**. v. 20, n. 4, p. 214-220, 2004.
- NUÑEZ, O.; FRAYSSINET, N.; RODRIGUEZ, R. H. Los cromosomas de *Nothoscordum* Kunth (Liliaceae). **Darwiniana**. v. 17, p. 243-245, 1972.
- NWANKITI, O. C. Cytotaxonomic survey of some tropical ornamental species III. *Haemanthus multiflorus* Martyn (Amaryllidaceae). **Cytologia**. v. 49, n. 3, p. 497-500, 1984.
- NWANKITI, O. C. Cytotaxonomic survey of some tropical ornamental species V. Karyotype of two species of the genus *Crinum* and a related genus *Hymenocallis*. **Cytologia**. v. 50, n. 4, p. 797-803, 1985.
- OGANESYAN, G. B. New taxons and combinations in the genus *Allium* (Alliaceae) of Armenia. **Flora Rastitel'n. Rastitel'n. Resursy Armenii**. v. 12, p. 39-41, 1999.
- OGAWA, T. *et al.* Geonome differentiation in *Lycoris* species (Amaryllidaceae) identified by genomic *in situ* hybridization. **Breeding Science**. p. 55, n. 3, p. 265-269, 2005.
- OGURA, H. *et al.* Marking and identification of nucleolar chromosomes in *Allium grayi* tetraploids by Ag-NOR staining and fluorescence *in situ* hybridization. **Chromosome Science**. v. 6, n. 2, p. 27-34, 2002.

- OGURA, H. et al. Polyploidy distribution and karyotype variation in several wild populations of *Allium grayi* Regel (Liliaceae) in Okayama Prefecture, Japan. **Cytologia**. v. 65, n. 4, p. 419-427, 2000.
- OGURA, H. et al. A karyological study of *Allium grayi* Regel and *A. chinense* G. Don in Sichuan Province, China. **Chromosome Science**. v. 3, n. 3, p. 119-122, 1999.
- OHI, M. Studies on the factor of existence in *Allium chinense* guessed from elimination of the constitution of chromosomes. **Journal of the Faculty of Agriculture, Shinshu University**. v. 27, n. 2, p. 49-90, 1990.
- OHRI, D.; FRITSCH, R. M.; HANELT, P. Evolution of genome size in *Allium* (Alliaceae). **Plant Systematics and Evolution**. p. 210, n. 1-2, p. 57-86, 1998.
- OHRI, D.; PISTRICK, K. Phenology and genome size variation in *Allium* L. a tight correlation?. **Plant Biology**. v. 3, n. 6, p. 654-660, 2001.
- OLIVEIRA, R. S. **Flora da Cadeia do Espinhaço: *Zephyranthes* Herb. & *Habranthus* Herb. (Amaryllidaceae)**. 2006. 165 f. Dissertação. (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- OLIVEIRA, V. M. et al. Karyotype characterization of two populations of *Vernonia geminata* (Asteraceae, Vernonieae) using banding and FISH techniques. **Genetics and Molecular Research**. v.11, n. 4, p. 4204-4212, 2012.
- OSUJI, J. O. et al. Molecular cytogenetics of *Musa* species, cultivars and hybrids: Location of 18S-5.8S-25S and 5S rDNA and telomere-like sequences. **Annals of Botany**. v. 82, n. 2, p. 243-248, 1998.
- OYEWOLE, S. O. Karyotype variation in *Pancratium hirtum* A. Chev. (Amaryllidaceae). **Annals of the Missouri Botanical Garden**. v. 75, p. 218-225, 1988.
- ÖZHATAY, N. *Allium* in Turkey: distribution, diversity, endemism and chromosome number. In: DEMIRIZ, H.; ÖZHATAY, N. (eds.), **5th OPTIMA Meeting**. Istanbul: Univ. Press, 1993. p. 247-271.
- ÖZHATAY, N. The genus *Allium* in European Turkey and around Istanbul. **Annales Musei Goulandris**. v. 8, p. 115-128, 1990.
- ÖZHATAY, N. Türkiye'nin *Sternbergia* türleri üzerinde sitotaksonomik çalışmalar.. In: Tubitak, V. I. I. **Bilim Kongresi. Tebliğleri: Biyoloji Seksiyonu**, 1983. p. 117-124.
- ÖZHATAY, N. Yeni bir *Allium* türü: *A. proponticum* Stearn et. In: Özhatay, N.; TUBITAK, V. I. Bilim Kongresi. Tebliğleri: **Biyoloji Seksiyonu**, 1979. p. 203-207.
- ÖZHATAY, N.; JOHNSON, M. A. T. Some karyological remarks on Turkish *Allium* sect. *Allium*, *Bellevalia*, *Muscari*, and *Ornithogalum* subgen. *Ornithogalum*. **Bocconea**. v. 5, p. 239-249, 1996.
- ÖZHATAY, N.; ÜSTÜN, L.; MERICLI, A. H. Comparative morphological, karyological and chemical studies on the *Allium scorodoprasum* complex in European Turkey. **İstanbul Üniversitesi Hukuk Fakültesi Mecmuası**. v. 29, p. 31-42, 1993.



PAJARÓN-SOTOMAYOR, S. Números cromosómicos de plantas occidentales, 356--362. **Anales del Jardín Botánico de Madrid**. v. 42, p. 498, 1986.

PALMA-ROJAS, C. Caracterización citogenética de los géneros *Rhodophiala* Presl. y *Phycella* Lindl. (Amaryllidaceae). In: PEÑAILILLO, P. & SCHIAPPACASSE, F. (eds). **Los geófitos nativos y su importancia en la floricultura**, Fundación para la Innovación Agraria (FIA) y Dirección de Investigación, Universidad de Talca (DIUT), 2000. p. 73-79.

PALOMINO, G.; ROMO, V.; RUENES, R. Fisiones céntricas en cromosomas metacéntricos de *Nothoscordum bivalve* (Alliaceae) de México. **Boletín de la Sociedad Botánica de México**. v. 52, p. 121-124, 1992.

PALOMINO, G.; SANTIAGO, J. Chromosome number reports XCVIII. **Taxon**. v. 37, p. 194, 1988.

PANDITA, T. K. **Cytological investigations of some monocots of Kashmir**. Thesis (*Philosophiae Doctor*), Chandigarh, 1979.

PANGUA, E.; PRADA, C.; PAJARON, S.; SALVO, E. A new *Asplenium* hybrid from Valencia (Spain) related to *A. majoricum* Litard. **Botanical Journal of the Linnean Society**. v. 108, n. 1, p. 1-13, 1992.

PAPANICOLAOU, K. Chromosome Number Reports LXXXII. **Taxon**. v. 33, p. 126-134, 1984.

PAPANICOLAOU, K.; KOKKINI, S. Inheritance of dissected outer perianth-segments in *Tulipa sylvestris* L. subsp. *australis* (Link) Pamp. (Liliaceae). **Feddes Repert.** v. 94, p. 635-637, 1983.

PARFITT, B. D.; BAKER, M. A.; GALLAGHER, M. L. Chromosome Number Reports LXXXVI. **Taxon**. v. 34, p. 159-164, 1985.

PARTRIDGE, J. F. 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, n. 19, p. 1652-1660, 2002.

PASTOR, J. E.; DIOSDADO, J. C. A karyological study of *Allium rouyi* Gautier (Liliaceae), a recently rediscovered endemic species from the south of Spain. **Botanical Journal of the Linnean Society**. v. 117, n. 3, p. 255-258, 1995.

PASTOR, J. Karyology of *Allium* species from the Iberian Peninsula. **Phyton**. v. 22, p. 171-200, 1982.

PASTOR, J.; VALDÉS, B. Citotaxonomía de *Allium chamaemoly* L. **Lagascalía**. v. 15, p. 423-431, 1988.

PASTOR, J.; VALDÉS, B. Números cromosómicos para la flora Española, 485--490. **Lagascalía**. v. 14, p. 297-301, 1986.

PATWARY, M. U.; ZAMAN, M. A. Cytogenetics of Amaryllidaceae VI. Karyomorphology and meiotic behaviour of *Crinum zeylanicum* L. - a new cytotype. **Cytologia**. v. 46, p. 141-148, 1981.

PEDROSA, A. Citogenética de angiospermas coletadas em Pernambuco - V. **Acta Botanica Brasilica**. v. 13, n. 1, p. 49-60, 1999.

PEDROSA, A. et al. Characterization of pericentromeric and sticky intercalary heterochromatin in *Ornithogalum longibracteatum* (Hyacinthaceae). **Chromosoma**. v. 110, n. 3, p. 203-213, 2001.

PEJČINOVIĆ, M. Kariološka analiza pentaploida *Allium neapolitanum* Cyr. iz jadranskog područja Hrvatske i susjednih zemalja. **Acta Botanica Croatica**. v. 54, p. 1-10, 1995.

PERRY, C. M. B.; SCHRADER, O. Karyotype analysis of *Placea amoena* Phil. (Amaryllidaceae) by double fluorescence *in situ* hybridization. **Caryologia**. v. 57, n. 2, p. 200-205, 2004.

PERSSON, K.; WENDELBO, P. The taxonomic position of *Nectaroscordum koeizii* (Liliaceae). **Botaniska Notiser**. v. 132, p. 191-196, 1979.

PETERSON, C. L.; LANIEL, M. A. Histones and histone modifications. **Current Biology**. v. 14, n. 14, p. 546-551, 2004.

PETTIT, G. R. et al. Antineoplastic agents, 120. *Pancratium littorale*. **Journal of Natural Products**. v. 49, n. 6, p. 995-1002, 1986.

PETTIT, G. R.; GADDAMIDI, V.; CRAGG, G. M. Antineoplastic agents, 105. *Zephyranthes grandiflora*. **Journal of Natural Products**. v. 47, n. 6, p. 1018-1020, 1984.

PHITOS, D.; TZANOUDAKIS, D. B. A new species of *Allium* from Euboea (Greece). **Botanika Chronika**. v. 1, p. 11-13, 1981.

PHITOS, D.; KAMARI, G.; ATHANASIOU, K. Chromosome numbers in some species of the Greek flora. **Botanika Chronika**. v. 9, p. 41-47, 1989.

POGAN, E.; JANKUN, A.; MASLECKA, J.; WCISSLO, H. Further studies in chromosome numbers of Polish angiosperms. Part XIX. **Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica**. v. 28, p. 65-85, 1986.

POGGIO, L.; GONZÁLEZ, G.; NARANJO, C. A. Chromosome studies in *Hippeastrum* (Amaryllidaceae): variation in genome size. **Botanical Journal of Linnean Society**. v. 155, n. 2, p. 171-178, 2007.

POGOSIAN, A. I. Cytotaxonomical investigation of the caucasian representatives of the subgenus *Allium* (Alliaceae). **Flora Rastitel'n. Rastitel'n. Resursy Armenii**. v. 13, p. 116-134, 1991.

POGOSIAN, A. I. Analiz morfolozičeskikh parametrov khromosom nekotorykh kavkazskikh vidov roda *Allium* L. Dokl. **Akademii Nauk Armjanskoj**. v. 7, p. 39-58, 1981.

POGOSIAN, A. I. Chromosome numbers in some species of monocotyledons from the Transcaucasia. **Botanicheskii Zhurnal**. v. 82, n. 6, p. 117-118, 1997.

POGOSIAN, A. I. Chromosome numbers of some species of the *Allium* (Alliaceae) distributed in Armenia and Iran. **Botanicheskii Zhurnal**. v. 68, n. 5, p. 652-660, 1983.

- POGOSIAN, A. I. Cytotaxonomic investigation of *Allium aucheri* (Alliaceae). **Biological Journal of Armenia**. v. 43, p. 240-248, 1990.
- POGOSIAN, A. I. Cytotaxonomic study of *Allium callidictyon* (Alliaceae). **Botanicheskii Zhurnal**. v. 74, p. 830-837, 1989.
- POGOSIAN, A. I. Cytotaxonomical studies on *Allium dictyoprasum* C. A. Mey. and *A. viride* Grossh. (Alliaceae). *Flora Rastitel'nost' Rastitel'nye Resursy Armyansk*. v. 11, p. 51-63, 1988.
- POGOSIAN, A. I. Cytotaxonomical study of *Allium affine* and *Allium transcaucasicum* (Alliaceae). **Botanicheskii Zhurnal**. v. 73, p. 669-674, 1988a.
- POGOSIAN, A. I.; TAKHTAJAN, A. Numeri chromosomatum Magnoliophytorum florum URSS, Aceraceae--Menyanthaceae. **Nauka, Leninopoli**, 1990.
- POGOSIAN, A. I.; SEISUMS, A. G. Chromosome numbers in some species of *Allium* (Alliaceae) from the Afganistan, Turkey and states of Middle Asia. **Botanicheskii Zhurnal**. v. 77, n. 9, p. 103-104, 1992.
- PONNAMMA, M. G.; NINAN, C. A. Cytological studies on *Eurycles sylvestris* Salisb. **New Journal of Botany**. v. 5, p. 79-83, 1978b.
- PONNAMMA, M. G.; NINAN, C. A. Cytological studies of *Haemanthus multifloris* Martyn and *Haemanthus lindenii* N.E. Br. Proc. **Indian Science Congress Association** v. 65, p. 106, 1978.
- PONNAMMA, M. G.; NINAN, C. A. Cytology of a triploid *Crinum giganteum* Andr. Proc. **Indian Science Congress Association**. v. 65, p. 106, 1978a.
- PREUSS, K. D. **Systematic investigations in the genus Griffinia Ker Gawler**. 159 f. Unpublished thesis - University Florida, 1999.
- PROBATOVA, N. S. Chromosome numbers of some plant species of the primkorsky territory and the tmur river basin. **Botanicheskii Zhurnal**. v. 91, n. 5, p. 785-804, 2006.
- PROBATOVA, N. S.; RUDYKA, E. G.; SOKOLOVSKAYA, S. A. Chromosome numbers in vascular plants from the islands of Peter the great bay and Muravyov-Amurskiy peninsula (Primorsky territory). **Botanicheskii Zhurnal**. v. 83, n. 5, p. 125-130, 1998.
- PROBATOVA, N. S.; SOKOLOVSKAYA, A. P. Chromosome numbers of the vascular plants from the far east of the USSR. **Botanicheskii Zhurnal**. v. 71, p. 1572-1575, 1986.
- PUIZINA, J.; PAPEA, D. Classical and molecular cytogenetic studies of top onion, *Allium ex proliferum* (Moench) Schrader. **Acta Botanica Croatica**. v. 58, p. 65-77, 1999.
- PUIZINA, J.; PAPEA, D. Cytogenetical evidences for hybrid structure and origin of diploid and triploid shallots (*Allium cepa* var. *viviparum*, Liliaceae) from Dalmatia (Croatia). **Plant Systematics and Evolution**. v. 199, p. 203-215, 1996.
- PUIZINA, J.; PAPEA, D. Further cytogenetic analyses of the Croatian triploid shallot (*Allium cepa* var. *viviparum*, Alliaceae) and its comparison with the Indian triploid 'Pran'. **Plant Systematics and Evolution**. v. 208, p. 11-23, 1997.

PUIZZINA, J.; SOLIC, M. E.; PAPES, D. Mediterranean chromosome number reports 5 (524--527). **Flora Mediterranea**. v. 5, p. 337-340, 1995.

QIN, W. A new chromosome number and karyotype in *Lycoris radiata* in Anhwi Province. **Guihaia**. v. 24, n. 1, p. 29-32, 2004.

RAAMSDONK, L. W. D. *Galanthus elwesii* Hook. f. in de provincie Utrecht. **Gorteria**. v. 11, p. 114-119, 1982.

RAHN, K. Alliaceae. In: KUBITZKI, K. (ed.). **The families and genera of flowering plants**, Berlin: Springer, v. 3, p. 70-78, 1998.

RAINA, S. N. Genetic mechanisms underlying evolution in *Crinum*. **Cytologia**. v. 43, p. 575-580, 1978.

RAN, Y.; HAMMETT, K. R. W.; MURRAY, B. G. Hybrid identification in *Clivia* (Amaryllidaceae) using chromosome banding and Genomic *in situ* Hybridization. **Annals of Botany**. v. 87, n. 4, p. 823-830, 2001.

RAN, Y.; MURRAY, B. G.; HAMMETT, K. R. W. Karyotype analysis of the genus *Clivia* by Giemsa and fluorochrome banding and *in situ* hybridization. **Euphytica**. v.106, n. 2, p. 139-147, 1999.

RANDHA, S. B.; STEPHEN, J.; OMANAKUMARI, N. Cytological investigations on the endosperm in *Zephyranthes citrina* Herb. **Cytologia**.v. 68, p. 231-236, 2003.

RAO, S. R.; PANDEY, R.; CHANDEL, K. P. S. Genetic stability studies in regenerated plants of *Allium tuberosum* Rottl. ex Spreng. a cytological approach. **Cytologia**. v. 57, p. 339-347, 1992.

RAYMÚNDEZ, U. M. B.; HUÉRFANO, A. A.; ENRECH, N. X. Estudios citogenéticos de las Amaryllidaceae en Venezuela: parte I. Número cromosómico y cariotipo de *Crinum jagus* (Thomps.) Dandy. **Acta Botánica Venezuelica**. v. 16, p. 137-141, 1993.

REFAAT, J. et al. *Crinum*; na endless source of bioactive principles: a review. part 1- crinum alkaloids: lycorine-type alkaloids. **International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research**. v. 3, p. 1883-1890, 2012.

RICHARDS, E. J.; ELGIN, S. C. R. Epigenetic codes for review heterochromatin formation and Silencing: Rounding up the Usual Suspects. **Cell**. v. 108, n. 4, p. 489-500, 2002.

RICKARDS, G. K. Prometaphase I and anaphase I in an interchange heterozygote of *Allium triquetrum* (Liliaceae). **Chromosoma**. v. 64, p. 1-23, 1977.

RIESEBERG, L. H. et al. Genetic divergence and isozyme number variation among four varieties of *Allium douglasii* (Alliaceae). **American Journal of Botany**. v. 74, p. 1614-1624, 1987.

ROA, F.; GUERRA, M. Distribution of 45S rDNA sites in chromosomes of plants: Structural and evolutionary implications. **BMC Evolutionary Biology**. v. 12, p.225, 2012.

RODRIGUEZ, R. H. et al. *Nothoscordum montividense* sensu lato: new polyploid cytotypes in Argentina. **Aliso**. v. 11, p. 635-640, 1987.

- ROMERO, A. T.; CASTILLO, P. M. S.; REJON, M. R. Sobre cariólogia, morfología y corología de *Narcissus tortifolius* Fernandez Casas. **Fontqueria**. v. 4, p. 7-10, 1983.
- ROSSELLO, J. A.; MUS, M.; TORRES, N.; MAYOL, M.; IBANDEZ, M. V. De flora balearica adnotaciones, 11--13. **Candollea**. v. 48, n. 2, p. 593-600, 1993.
- ROSSI, R. C.; COELHO, F. A. S. **Estudos Sintéticos visando a Preparação de Intermediários Fenantridônicos para a Síntese de Alcalóides Amaryllidaceae**. In: 23ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, n. 23, 2000, Poços de Caldas. Anais... Poços de Caldas, 2000.
- ROSTOVTSEVA, T. S. Chromosome numbers of some plant species from the south of Siberia. II. **Botanicheskii Zhurnal**. v. 62, n. 7, p. 1034-1042, 1977.
- ROSTOVTSEVA, T. S.; KRASNOBOROV, I. M.; KRASNIKOVA, S. A. Chisla khromosom nekotorych vidov flory Sibiri. Sb. **Novye Dannye o Fitogeografii Sibiri**. p. 215-220, 1981.
- ROTI-MICHELOZZI, G.; SERRATO, G. Numeri cromosomici per la Flora Italiana: 752-759. **Informatore Botanico Italiano**. v. 12, p. 167-172, 1980.
- ROY, S. C. Chromosomal variations in the callus tissues of *Allium tuberosum* and *A. cepa*. **Protoplasma**. v. 102, p. 171-176, 1980.
- ROY, S. C. Polymorphism in Giemsa banding patterns in *Allium sativum*. **Cytologia**. v. 43, p. 97-100, 1978.
- RUDYKA, E. G. 1998. Chromosome numbers of the monocotyledonous plants of the flora of Russian Far East. Pages 135--137 in *Rasteniya v Mussonnom Klimate*. **Vladivostok. Rudyka**, 1998.
- RUDYKA, E. G. Chromosome numbers in some representatives of the Alliaceae, Fabaceae, Malvaceae, Poaceae families. **Botanicheskii Zhurnal**. v. 71, p. 1426-1427, 1986.
- RUDYKA, E. G. Chromosome numbers in vascular plants from the southern part of the Soviet Far East. **Botanicheskii Zhurnal**. v. 69, n. 12, p. 1699-1700, 1984.
- RUIZ REJON, C.; LOZANO, R.; REJON, M. R. Numeros cromosomicos para la flora Espanola, 479--484. **Lagascalia**. v. 14, p. 292-296, 1986.
- RUIZ REJON, C.; REJON, M. R. Nota sobre cariólogia del genero *Narcissus* L. **Fontqueria**. v. 8, p. 19-22, 1985.
- RUIZ REJON, M. In IOPB chromosome number reports LII. **Taxon**. v. 25, p. 341-346, 1976.
- RUIZ REJON, M.; SANUDO, A. Estudios cariológicos en especies españolas del orden Liliales. 1. *Allium*, *Lapiedra*, *Narcissus*. **Lagascalia**. v. 6, p. 225-238, 1976.
- RYAN, K. G. Prometaphase and anaphase chromosome movements in living pollen mother cells. **Protoplasma**. v. 116, p. 24-33, 1983.
- SADISIVAIAH, R. S.; COLLINS, G. B.; DAVIS, D. L. The effect of LSD on mitotic and meiotic plant chromosomes. **Chromosoma**. v. 44, p. 309-318, 1973.

SAINI, S. S.; RAIT, M. S. Breeding tearless onions. In: Kachroo, P. (ed.), **Advancing Frontiers in Cytogenetics**. Delhi: Hindustan Publishing Corporation, 1974. p. 370.

SAINT-HILAIRE, J. H. J. **Exposition des familles naturelles**. 1.ed. Paris: Nabu Press, 1805. 656 p. v. 1.

SALMERI, C. *Allium brulloi* (Alliaceae), a new species from Astypalea (Aegean Islands, Greece). **Willdenowia**. v. 28, p. 69-75, 1998.

SANTOS, E. C. X. R. et al. Chromosome number variation and evolution in Neotropical Leguminosae (Mimosoideae) from northeastern Brazil. **Genetics and Molecular Research**. v. 11, n. 3, p. 2451-2475, 2012.

SAÑUDO, A. Estudios citogenéticos y evolutivos en poblaciones Españolas del género *Narcissus* L. sect. Pseudonarcissi DC. nota previa: números de cromosomas. **Anales del Jardín Botánico de Madrid**. v. 40, p. 361-367, 1984.

SAÑUDO, A. Estudios citogenéticos y evolutivos en poblaciones Españolas del género *Narcissus* L. sect. Pseudonarcissi DC. nota previa: números de cromosomas (continuación). **Anales del Jardín Botánico de Madrid**. v. 42, p. 117-123, 1985.

SARAN, J.; AHMAD, S. S.; KUMAR, A.; JAIN, C. B. Spontaneous lateral asymmetry for banding patterns in chromosomes of *Crinum latifolium*. **Journal Cytology and genetics**. v. 33, n. 2, p. 115-120, 1998.

SATO, D. Karyotype alteration and phylogeny in Liliaceae and allied families. **Japanese Journal of Botany**. v. 12, p. 57-161, 1942.

SATO, D. Karyotype alteration and phylogeny. IV. Karyotypes in Amaryllidaceae with special reference to the SAT-chromosome. **Cytologia**. v. 9, p. 203-242, 1938.

SATO, M. Chromosome variation in the progeny of triploid *Lilium tigrinum*.- **Cytologia**. v. 2, p. 1056-1061, 1937.

SATO, S. Color differential staining of NOR-associated heterochromatic segments using acridine orange. **Stain Technol.** v. 63, p. 235-240, 1988.

SATO, S. Differential staining of C-bands with acridin orange and Hoechst 33258 in chromosomes of *Nothoscordum fragrans*. **Cytologia**. v. 45, p. 127-136, 1980.

SATO, S. Nucleolus-like structures detected in the cytoplasm of *Brodiaea uniflora*: light and electron microscope surveys during mitosis. **Protoplasma**. v. 108, p. 71-82, 1981.

SATO, S.; HIZUME, M.; KAWAMURA, S. Relationship between secondary constrictions and nucleolus organizing regions in *Allium sativum* chromosomes. **Protoplasma**. v. 105, p. 77-85, 1980.

SATO, S.; KAWAMURA, S. Cytological studies on the nucleolus and the NOR-carrying segments of *Allium sativum*. **Cytologia**. v. 46, p. 781-790, 1981.

SATO, S.; KUROKI, Y.; OHTA, S. Two types of color-differentiated C-banding positive segments in chromosomes of *Nothoscordum fragrans*, Liliaceae. **Cytologia**. v. 44, p. 715-725, 1979.

- SATO, S.; OHTA, S.; KUROKI, Y. Heteromorphic appearance of acrocentric nucleolus organizer regions in *Nothoscordum fragrans*. **Cytologia**. v. 45, p. 87-96, 1980a.
- SCHAACK, C. G.; MOREFIELD, J. D.; WINDHAM, W. D. Chromosome number reports LXXXIII. **Taxon**. v. 33, p. 351-354, 1984.
- SCHROEDER-REITER, E.; HOUBEN, A.; WANNER, G. Immunogold labelling of chromosomes for scanning electron microscopic: a closer look at phosphorylated histone H3 in mitotic metaphase chromosomes of *Hordeum vulgare*. **Chromosome Research**. v. 11, n. 6, p. 585-596, 2003.
- SCHUBERT, I.; WOBUS, U. *In situ* hybridization confirms jumping nucleolus organizing regions in *Allium*. **Chromosoma**. v. 92, p. 143-148, 1985.
- SCHWARZACHER, T.; AMBROS, P.; SCHWEIZER, D. Application of Giemsa banding to orchid karyotype analysis. **Plant Systematics and Evolution**. v. 134, n. 3-4, p. 293-297, 1980.
- SCHWEIZER, D. Reverse fluorescent chromosome banding with chromomycin and DAPI. **Chromosoma**. v. 58, p. 307-324, 1976.
- SCHWEIZER, D.; AMBROS, P. F. Chromosome banding. Stain combinations for specific regions. **Methods in Molecular Biology**. v. 29, p. 97-112, 1994.
- SCRUGLI, A.; BOCCHIERI, E. Numeri cromosomici per la flora Italiana: 348-357. **Informatore Botanico Italiano**. v. 9, p. 127-133, 1977.
- ŞENEL, G.; ÖZKAN, M.; KANDEMİR, N. A karyological investigation on some rare and endangered species of Amaryllidaceae in Turkey. **Pakistan Journal of Botany**. v. 34, p. 229-235, 2002.
- SEO, B. B. Cytogenetic studies of some tetraploids in *Allium*. **Korean Journal of Botany**. v. 20, p. 71-76, 1977.
- SEO, B. B.; KIM, H. H. Giemsa C-banded karyotypes in two diploid and two tetraploid *Allium* species. **Korean Journal of Botany**. v. 32, p. 181-188, 1989.
- SEO, B. B.; KIM, H. H.; KIM, J. H. Giemsa C-banded karyotypes and their relationship of four diploid taxa in *Allium*. **Korean Journal of Botany**. v. 32, p. 173-180, 1989.
- SEO, B. B.; KIM, J. H. Karyotypic analyses based on heterochromatin distribution in *Allium fistulosum* and *Allium ascalonicum*. **Korean Journal of Botany**. v. 18, p. 92-100, 1975.
- SERRA, C. et al. Mediterranean chromosome number reports 11 (1254--1263). **Flora Mediterranea**. v. 11, p. 466-473, 2001.
- SHA, W. et al. Chromosome numbers of 20 species from northeast China. **Journal of Wuhan Botanical Research**. v. 32, n. 2, p. 180-182, 1995.
- SHAHBAZIAN, M. D.; GRUNSTEIN, M. Functions of site-specific histone acetylation and deacetylation. **Annual Review of Biochemistry**. v. 76, p. 75-100, 2007.

- SHANG, Z. et al. Studies on chromosomes of eight species of *Allium* from China. **Acta Phytotaxonomica Sinica**. v. 35, n. 5, p. 434-444, 1997.
- SHAO, J. et al. The discovery of diploid *Lycoris radiata* (L'Hér.) Herb. from Anhui. **Acta Phytotaxonomica Sinica**. v. 32, n. 6, p. 549-552, 1994.
- SHARMA, A. K. A new concept of a means of speciation in plants. **Caryologia**. v. 9, p. 93-130, 1956.
- SHARMA, A. K. Annual report, 1967-1968. **Res Bulletin University Calcutta Cytogenetics Lab**. v. 2, p. 1-50, 1970.
- SHARMA, A. K.; GHOSH, C. Further investigation on the cytology of the family Amaryllidaceae and its bearing on the interpretation of its phylogeny. **Genetica**. v. 6. p. 71-100, 1954.
- SHARMA, A. K.; MUKHOPADHYAY, S. Chromosome study in *Agapanthus* and the phylogeny of its species. **Caryologia**. v.16, n. 1, p. 127-137, 1963.
- SHARMA, G.; GOHIL, R. N. Chromosomal chimeras in the male track of *Allium tuberosum* Rottl. ex Spreng. **Caryologia**. v.57, n. 2, p. 158-162, 2004.
- SHARMA, G.; GOHIL, R. N. Cytological of *Allium royrei* Stearn. 1. Meiosis in a population with complex interchanges. **Cytologia**. v. 68, p. 115-119, 2003.
- SHATALOVA, S. A. Chromosome numbers in vascular plants of the Primorsky territory. **Botanicheskii Zhurnal**. v. 85, n. 1, p. 152-156, 2000.
- SHATOKHINA, A. V. Chromosome numbers of some plants of the amur region flora. **Botanicheskii Zhurnal**. v. 91, n. 3, p. 487-490, 2006.
- SHILATIFARD, A. Chromatin modifications by methylation and ubiquitination: implications in the regulation of gene expression. **Annual Review of Biochemistry**. v. 75, p. 243-269, 2006.
- SIKHRUADONG, S. et al. Chromosome staining of *Crinum Lily* (*Crinum asiaticum* L.) Using Natural Dyes. **Cytologia**. v. 74, n. 1, p. 17-22, 2009.
- SILVA, A. F. S. et al. Screening for cytotoxic activity of extracts and isolated alkaloids from bulbs of *Hippeastrum vittatum*. **Phytomedicine**. v. 15, n. 10, p. 882-885, 2008.
- SINGH, M. R. Effects of IAA with maleic hydrazide and colchicine on root tip mitosis. **Cytologia**. v.47, p. 419-426, 1982.
- SINHA, U. Cytotaxonomical investigations in *Cyrtanthus*. **Indian Science Congress Association**. v. 51-52, n. 3, p. 364, 1964.
- SINHA, U. K.; ROY, R. P. Q-Banding in three species of *Crinum* (Amaryllidaceae). **Caryologia**. v. 39, p. 403-407, 1986.
- ŞİRANECİ, Ş. Türkiye'de yetişen *Allium macrochaetum* L. L. üzerinde sitotaksonomik araştırmalar. Fırat Üniversitesi XI. **Ulusal Biyoloji Kongresi Botanik**. p. 277-283, 1992.



- SKALINSKA, M.; Jankun, H.; Wcislo, H. Further studies in chromosome numbers of Polish angiosperms. XI. **Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica**. v. 19, p. 107-148, 1976.
- SMITH, G. L.; FLORY, W. S. Studies on *Hymenocallis henryae* (Amaryllidaceae). **Brittonia**. v. 42, n. 3, p. 212-220, 1990.
- SMITH, G. L.; GARLAND, M. A. Taxonomic status of *Hymenocallis choctawensis* and *Hymenocallis puntagordensis* (Amaryllidaceae). **Sida**. v. 17, n. 2, p. 305-319, 1996.
- SMITH, G. L.; HENRY, J. *Hymenocallis henryae*, a rare endemic of the Florida panhandle. **Herbertia**. v. 54, p. 110-117, 1999.
- SNIJMAN, D. A. Notes on the Strumariinae (Amaryllidaceae-Amaryllideae). Six new taxa in Strumaria and Hessea from the central and northwestern Cape, South Africa, and southern Namibia. **Bothalia**. v. 22, p. 1-11, 1992.
- SNIJMAN, D. A. Systematics of *Hessea*, *Strumaria* and *Carpolyza* (Amaryllideae: Amaryllidaceae). **Control Bolus Herbal**. v. 16, p. 1-162, 1994.
- SOARES-SCOTT, M. D. et al. Análise citológica em híbridos interespecíficos de *Passiflora* L. **Genetics and Molecular Biology**. v. 18, p. 427, 1998.
- SOARES-SCOTT, M. D. et al. Citogenética clássica e molecular em passifloras. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Eds.). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2005, p. 213-240.
- SOLIMAN, M. S. A. Heterochromatic patterns of some species in the genus *Allium* as revealed by the Giemsa C-banding technique. **Egyptian Journal of Botany**. v. 33, p. 141-151, 1990.
- SOLIMAN, M. S. A. Prediction of chromosome order in the genus *Allium* L. **Egyptian Journal of Botany**. v. 39, n. 1, p. 27-40, 1999.
- SOLTIS D. E. et al. Inferring complex phylogenies using parsimony: an empirical approach using three large DNA data sets for angiosperms. **Systematic Biology**. v. 47, n. 1, p. 32-42, 1998.
- SOPOVA, M. Cytological study in the genus *Allium* from Macedonia. **Godishen Zbornik na Institutot za Matematika. Prirodno-Matematichki. Fakultet Universitet**. v. 24, p. 83-102, 1972.
- SOPOVA, M. Variation of the karyotype within the species *Allium scordoprasum* L. **Godishen Zbornik na Institutot za Matematika. Prirodno-Matematichki. Fakultet Universitet**. v. 20, p. 147-157, 1968.
- SOTERO-CAIO, C. G. et al. Phosphorylation of histone H3S10 in animal chromosomes: Is there a uniform pattern? **Cytogenetic and Genome Research**. v. 135, n. 2, p. 111-117, 2011.
- SOUZA, L. G. R. **Citogenética, origem e evolução de *Nothoscordum gracile* (Ailton) Stearn (Alliaceae) e espécies afins da seção *Inodorum***. 2009. 84 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2009.

- 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.; GUERRA, M. The karyotype of *Nothoscordum arenarium* Herter (Gilliesioideae, Alliaceae): a populational and cytomolecular analysis. **Genetics and Molecular Biology**. v. 32, p. 111-116, 2009.
- 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 na tivas e exóticas no Brasil, baseado em APGIII**. 3.ed. São Paulo: Editora Plantarum. 2012, 768 p.
- SPETA, F. Nomenklatorische, morphologische und karyologische Notizen zu *Allium chamaemoly* L. (Alliaceae) nebst einer übersicht über die *Allium*-Zwiebeltypen. **Phyton**. v. 29, p. 227-245, 1989.
- SPETA, F. Über Oberosterreichs wildwachsende Laucharten (*Allium* L., Alliaceae). **Linzer Biologische Beitrage**. v. 16, p. 45-81, 1984.
- STACE, C. A. Cytology and cytogenetics as a fundamental taxonomic resource for the 20th and 21st centuries. **Taxon**. v. 49, p. 451-477, 2000.
- STACK, S. M.; COMINGS, D. E. The chromosomes and DNA of *Allium cepa*. **Chromosoma**. v. 70, p. 161-181, 1979.
- STEARN, W. T. European species of *Allium* and allied genera of Alliaceae: a synonymic enumeration. **Annales Musei Goulandris**. v. 4, p. 83-198, 1978.
- STEPANOV, N. V. Chromosome numbers in some nemoral species of the West Sayan (Krasnoyarsk region). **Botanicheskii Zhurnal**. v. 79, n. 3, p. 125-128, 1994.
- STEVENS, P. F. **Angiosperm Phylogeny Website**. Version 13. 2014 em diante. Disponível em: <<http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>>. Acesso em: 11 jul. 2014.
- STRAHL, B. D.; ALLIS, C. D. The language of covalent histone modifications. **Nature**. v. 403, n. 6765, p. 41-45, 2000.
- STRID, A.; FRANZEN, R. In Chromosome number reports LXXIII. **Taxon**. v. 30, p. 829-842, 1981.
- STRYDOM, A. **Phylogenetic relationships in the family Amaryllidaceae**. 2005. 559 f. Thesis (*Philosophiae Doctor* in the Faculty of Natural and Agricultural Sciences) – University of the Free State, Bloemfontein, 2005.
- SUBRAMANIAN, D. Cytopolymorphism in *Crinum defixum* Ker. **Cult and Science**. v. 45, p. 110-112, 1979.
- SULAIMAN, S. N. et al. Karyotypic analysis of local varieties of *Allium cepa* of Kano, Nigeria. **Nucleus**. v. 34, p. 130-135, 1991.

SULISTYANINGSIH, E.; YAMASTAI, K.; TASHIRO, Y. Genetic characteristics of the Indonesian white shallot. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**. v. 71, p. 504-508, 2002.

SUMNER, A. T. A simple technique for demonstrating centromeric heterochromatin. **Experimental Cell Research**. v. 75, n. 1, p. 304-306, 1972.

SUMNER, A. T. **Chromosomes – Organization and Function**. United Kingdom: Blackwell Publishing, 2003. 304 p.

SUN, Y. et al. Karyotype study of 4 species of *Lycoris* from Anhui. **Bulletin of Botanical Research. Harbin**. v. 18, n. 4, p. 363-367, 1998.

SURAIN, P.; ANEJA, K. R. Anticandidal potential of *Crinum asiaticum* leaves extract against selected oral and vaginal *Candida* pathogens. **Journal of Bio Innovation**. v. 1, p. 027-030, 2014.

SVESHNIKOVA, L. I. The chromosome polymorphism in natural populations of *Galanthus nivalis* (Amaryllidaceae). **Botanicheskii Zhurnal**. v. 76, p. 957-971, 1991.

SVESHNIKOVA, L. I.; KRICHFALUSHIJ, V. V. Chromosome numbers in some representatives of the families Amaryllidaceae and Liliaceae in the flora of Ukraine and Georgia. **Botanicheskii Zhurnal**. v. 70, n. 8, p. 1130-1131, 1985.

SVESHNIKOVA, L. I.; ZEMSKOVA, E. A. Chromosome numbers in some members of the Amaryllidaceae. **Botanicheskii Zhurnal**. v. 73, p. 1207-1208, 1988.

TAE, K. H.; KO, S. C. Cytological evolution in the genus *Lycoris* (Amaryllidaceae). **Journal of Plant Biology**. v. 39, p. 209-214, 1996.

TAE, K. H.; KO, S. C. New taxa of the genus *Lycoris*. **Korean Journal of Plant Taxonomy**. v. 23, p. 233-241, 1993.

TAE, K. H.; KO, S. C.; KIM, Y. S. A cytotaxonomic study on genus *Lycoris* in Korea. **Korean Journal of Plant Taxonomy**. v. 17, n. 3, p. 135-145, 1987.

TAGASHIRA, N.; KONDO, K. Chromosomal phylogeny of *Zamia* and *Ceratozamia* by means of Robertsonian changes detected by fluorescence *in situ* hybridization (FISH) technique of rDNA. **Plant Systematics and Evolution**. v. 227, n. 3-4, p. 145-155, 2001.

TAKAHASHI, Y.; ABE, N.; NAGAI, Y. Notes on the polyploidy and distribution of *Allium grayi* Regel in Toyama Prefecture, Japan. **J. Phytogeogr. Taxon**. v. 36, p. 39-44, 1988.

TALAVERA, S. In Numeros cromosomicos para la flora Espanola. 84-120. **Lagascalía**. p. 115-130, 1979a.

TALAVERA, S. et al. Estudio cariosistemático de algunas monocotiledóneas bulbosas de Marruecos. **Lagascalía**. v. 18, n. 1, p. 83-104, 1995.

TALUKDER, K.; SEM, S. Chromosome characteristics in some *Allium* spp. and assessment of their interrelationship. **Nucleus**. v. 43, n. 1,2, p. 46-57, 2000.

TANAKA, N.; TANAKA, R. Karyograph as a karyotype expression. **CIS: Chromosome information service**. v. 19, p. 11-12, 1975.

TANAKA, R.; OHTA, S. A method for differential staining of centromere regions of plant chromosomes. **Japanese Journal of Genetics**. v. 57, p. 65-73, 1982.

TANAKA, R.; TANIGUCHI, K. A banding method for plant chromosomes. **Japanese Journal of Genetics**. v. 50, p. 163-167, 1975.

TANDON, S. L. Cytological investigations on the endosperm of two species of *Zephyranthes*. **Journal of Cultural Science**. p. 146-147, 1964.

TANDON, S. L.; KAPOOR, B. M. A mitosis in the endosperm of *Zephyranthes ajax*. Sprenger. **Current Science**. v. 30, p. 72-73, 1961.

TANIGUCHI, K.; TANAKA, R. Visualization of replicating bands in plant chromosomes with a monoclonal anti-BrdU antibody method. **Japanese Journal of Genetics**. v. 66, p. 485-489, 1991.

TANIGUCHI, K. et al. Types of banding patterns of plant chromosomes by modified BSG method. **Kromosomo**. v. 100, p. 3123-3135, 1975.

TANKER, N.; KURUCU, S. Cytotaxonomical researches on some species of *Allium* naturally growing in Turkey. **Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University**. v. 9, p. 64-80, 1979.

TARDIF, B.; MORISSET, P. Chromosomal C-band variation in *Allium schoenoprasum* (Liliaceae) in eastern North America. **Plant Systematics and Evolution**. v. 174, p. 125-137, 1991.

TARDIF, B.; P. MORISSET. Relation between numbers of B-chromosomes and C-bands in *Allium schoenoprasum* L. **Cytologia**. v. 57, p. 349-352, 1992.

TAYLOR, W. R. The chromosome morphology of *Veltheimia*, *Allium* and *Cyrtanthus*. **American Journal of Botany**. v. 12, p. 104-105, 1925.

THOIBI DEVI, T.; BORUA, P. K. Meiotic behaviour and pollen fertility in three species of *Zephyranthes* (Amaryllidaceae). **Plant Biology**. v. 39, n. 3, p. 355-360, 1997.

TJIOJ, J. H.; LEVANA, A. The use of oxiquinoline in chromosome analysis. **Anales de La Estacion Experimental de Aula Dei**. v. 2, n. 1, p. 21- 64, 1950.

TOLGOR, H. X.; ZHAO, Y. Karyotype studies of two forage grass species of *Allium*. **Grassl. China**. v. 1, p. 32-34, 1991.

TOLGOR, H. X.; ZHAO, Y. A new variety of *Allium bidentatum* from northeast China and its studies. **Bulletin of Botanical Research**. v. 14, n. 4, p. 4, 1994.

TOLGOR, X. K.; ZHANG, D.; ZOU, T. Study on *Allium* of northeast China. **Journal of Jilin Agricultural University**. v. 15, n. 4, p. 44-48, 1993.

TOLGOR, Y. Z.; XU, J. A chromosomal study of eight species in *Allium* sect. Rhiziridium G. Don in China. **Acta Phytotaxonomica Sinica**. v. 32, n. 2, p. 165-172, 1994.

- TORNADORE, N. Numeri cromosomici per la flora italiana: 806-813. **Informatore Botanico Italiano**. v. 13, p. 151-157, 1981.
- TRAM, N. T. M. et al. *Crinum* L.(Amaryllidaceae). **Fitoterapia**. v. 73, n. 3, p. 183-208, 2002.
- TRIGAS, P.; TZANOUDAKIS, D. *Allium runemarkii* (Liliaceae), a new species from the island of Evvia (W Aegean, Greece). **Nordic Journal of Botany**. v. 20, n. 1, p. 89-92, 2000.
- TSENG, C.; CHEN, Q. Studies on chromosome numbers and nomenclature of narcissi in Zhangzhou, Fujian. **Bulletin of Botanical Research**. v. 4, p. 159-164, 1984.
- TUCCI, G. F. et al. Genetic diversity in *Narcissus poeticus* L. and *N. radiiflorus* Salisb. (Amaryllidaceae) in two different populations: AFLP and karyological studies. **Caryologia**. v. 57, n. 4, p. 405-411, 2004.
- TURNER, B. M. **Chromatin and gene regulation: mechanisms in epigenetics**. Oxford: Blackwell Science, 2001. 284 p.
- TZANOUDAKIS, D. B. A cytotaxonomic study of two Greek mountainous species of *Allium* (sectio Molium). **Botanika Chronika**. v. 2, p. 143-151, 1982.
- TZANOUDAKIS, D. B. *Allium aegilicum* (Alliaceae), a new autumn-flowering species from the island of Antikithira (Greece). **Botanika Chronika**. v. 13, p. 81-86, 2000.
- TZANOUDAKIS, D. B.; IATROÚ, G. A cytogeographical study of *Allium circinatum* Sieber. **Botanika Chronika**. v. 2, p. 152-158, 1982.
- TZANOUDAKIS, D. Chromosome studies in some species of *Allium* sect. *Allium* in Greece. **Annales Musei Goulandris**. v. 7, p. 233-247, 1985.
- TZANOUDAKIS, D. Karyotypes of ten taxa of *Allium* section *Scorodon* from Greece. **Caryologia**. v. 36, p. 259-284, 1983.
- TZANOUDAKIS, D. The genus *Allium* in Cyprus: a preliminary cytotaxonomical study. **Boccone**. v. 11, p. 105-115, 1999.
- TZANOUDAKIS, D.; KOLLMANN, F. *Allium chalkii* (Liliaceae), a new species from the eastern Aegean island of Chalki (Greece). **Israel Journal Of Botany**. v. 40, p. 61-64, 1991.
- TZANOUDAKIS, D. et al. Cytogeographical studies in some Aegean Liliaceae. **Botanika Chronika**. v. 10, p. 761-775, 1991.
- TZANOUDAKIS, D.; KYPRIOTAKIS, Z. *Allium platakisii*, a new species of the Greek insular flora. **Flora Mediterranea**. v. 3, p. 309-314, 1993.
- TZANOUDAKIS, D.; VOSA, C. G. The cytogeographical distribution pattern of *Allium* (Alliaceae) in the Greek peninsula and islands. **Plant Systematics and Evolution**. v. 159, p. 193-215, 1988.
- ÜNAL, F. Karyotyping and localization of Giemsa C-banding in *Sternbergia fischeriana* (Herbert) Rupr. and *S. candida* Mathew and T. Baytop from Turkey. **Cytologia**. v. 62, p. 357-360, 1997.

- ÜNAL, F.; DUMAN, H. Cytotaxonomic studies on four *Allium* L. (Alliaceae) species endemic to Turkey. **Caryologia**. v. 55, p. 175-180, 2002.
- ÜNAL, F.; YUZBASOGLU, D.; DUMAN, H. Karyotyping in *Sternbergia clusiana* and *S. colchiciflora* (Amaryllidaceae) from Turkey. **Hereditas**. v. 126, p. 277-280, 1997.
- ÜNAL, F. et al. A new *Allium* L. species from Anatolia: *Allium goekyigitii* Ekim, H. Duman & Güner. **Karaca Arboretum Magazine**. v. 5, n. 1, p. 27-34, 1999.
- UENO, K. et al. The origin of new form *Lycoris* found in Kagoshima Prefecture. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**. v. 63, p. 409-417, 1994.
- UGBOROGHO, R. E. In IOPB chromosome number reports LXXIX. **Taxon**. v. 32, p. 321, 1983.
- UHRIKOVA, A. In Index of chromosome numbers of Slovakian flora. Part 5. **Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae, Botanica**. v. 25, p. 1-18, 1976.
- UHRIKOVA, A. In Index of chromosome numbers of Slovakian flora. Part 6. **Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae, Botanica**. v. 26, p. 1-42, 1978.
- UHRIKOVA, A. In Index to chromosome numbers of Slovakian flora. Part 4. **Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae, Botanica**. v. 23, p. 1-23, 1974.
- UNVER, N. New skeletons and new concepts in Amaryllidaceae alkaloids. **Phytochemistry Review**. v. 6, n. 1, p. 125-135, 2007.
- URDAMPILLETA, J. D. et al. Karyotype relationships among four south American species of *Urvillea* (Sapindaceae: Paullinieae). **Plant Systematics and Evolution**. v. 258, n. 1-2, p. 85-95, 2006.
- VACHOVA, M.; FERAKOVA, V. In Chromosome number reports LXIX. **Taxon**. v. 29, p. 722-723, 1980.
- VAKHTINA, L. I. Chromosome numbers in some species of the genus *Allium* (Alliaceae) in the flora of the USSR. **Botanicheskii Zhurnal**. v. 70, n. 5, p. 700-701, 1985.
- VAKHTINA, L. I. Issledovanie karyotipa *Allium fibrosum* Regel s pomoshchju differencialnoj okraski. In: **Tesizy II Symp.** Plant Karyology, 1989. p. 53-54.
- VAKHTINA, L. I.; KUDRJASCHOVA, G. L. Cytotaxonomic studies of some *Allium* species in Kazakhstan. **Botanicheskii Zhurnal**. v. 62, n. 4, p. 539-547, 1977.
- VAKHTINA, L. I.; KUDRJASCHOVA, G. L. Cytotaxonomical study in some *Allium* species of the subgenus Rhizirideum (Koch) Wendelbo (section Reticulato-bulbosa R. Kam). **Sistematika i Evolucija Vysshi Phrastenii**. p. 75-82, 1980.
- VAKHTINA, L. I.; KUDRJASCHOVA, G. L. Cytotaxonomical study in some *Allium* species of the section Oreiprason of the subgenus Rhizirideum (Liliaceae). **Botanicheskii Zhurnal**. v. 66, n. 5, p. 695-702, 1981.

- VAKHTINA, L. I.; KUDRYASHOVA, G. L. Karyosystematic investigation of the two Crimean species of the genus *Allium* (Alliaceae). **Botanicheskii Zhurnal**. v. 67, n. 8, p. 1126-1130, 1982.
- VALDÉS, B.; MÜLLER-DOBLIES, D.; MÜLLER-DOBLIES, U. *Narcissus x perezlarae* Font Quer. Morfología, cariología y tipificación. **Lagascalia**. v. 12, p. 253-260, 1984.
- VALDÉS, B.; PASTOR, J.; UBERA, J. In números cromossômicos para La flora Espariola. 1-44. **Lagascalia**. v. 7, p. 1991-216, 1978.
- VALDES-BERMEJO, E. Numeros cromosomaticos de plantas occidentales. 1-34. **Anales del Jardín Botánico de Madrid**. v. 36, p. 373-389, 1980.
- VALDES-BERMEJO, E.; GARCÍA, J. G. Notas cariosistematicas sobre flora espanola. I. **Acta Botanica Malacitana**. v. 2, p. 39-50, 1976.
- VAN LOON, J. C.; KIEFT, B. In Chromosome number reports LXVIII. **Taxon**. v. 29, p. 538-542, 1980.
- VAN LOON, J. C.; OUDEMANS, J. J. M. H. In IOPB chromosome number reports LXXV. **Taxon**. v. 31, p. 343-344, 1982.
- VAN LOON, J. C.; SETTEN, A. K. V. IN: IOPB Plant chromosome number reports. **Taxon**. v. 31, p. 589-592, 1982.
- VAN LOON, J. C.; SNELDERS, H. C. M. In IOPB chromosome number reports LXV. **Taxon**. v. 28, p. 632-634, 1979.
- VANZELA, A. L. L. et al. Characterization of diploid, tetraploid and hexaploid *Helianthus* species by chromosome banding and FISH with 45S rDNA probe. **Genetica**. v. 114, n. 2, p. 105-111, 2002.
- VANZELA, A. L. L.; GUERRA, M. Heterochromatin differentiation in holocentric chromosomes of *Rhynchospora* (Cyperaceae). **Genetics and Molecular Biology**. v. 23, n. 2, p. 453-456, 2000.
- VAQUERO, A.; LOYOLA, A.; REINBERG, D. The constantly changing face of chromatin. **Science of Aging Knowledge Environment**. v. 14, p. RE4, 2003.
- VENKATESWARLU, J.; LAKSHMI, N. Karyotype of *Cytranthus mackenii* Hook. f. **Current Science**. v. 45, p. 148-149, 1976.
- VERLAQUE, R.; REYNAUD, C.; VIGNAL, C. Mediterranean chromosome number reports 5 (545-551). **Flora Mediterranea**. v. 5, p. 350-357, 1995.
- VERMA, S. C.; R. K. MITTAL. Chromosome variation in the common garlic, *Allium sativum* L. **Cytologia**. v. 43, p. 383-396, 1978.
- VIEGI, L.; RENZONI, G. Numeri cromosomici per la Flora Italiana: 831-835. **Informatore Botanico Italiano**. v. 13, p. 168-171, 1981.
- VIJ, S. P.; SHEKHAR, N.; KUTHIALA, R. In IOPB chromosome number reports LXXVII. **Taxon**. v. 31, p. 769, 1982.

VIJAYAVALLI, B.; MATHEW, P. M. **Cytotaxonomy of the Liliaceae and allied families.** Kerala: Continental Publishers, 1990.

VIJAYAVALLI, B.; MATHEW, P. M. Karyomorphology of three species of *Crinum* L. **Cytologia.** v. 57, p. 309-314, 1992.

VIR JEE, D. U.; KACHROO, P. Chromosomal conspectus of some alpine-subalpine taxa of Kashmir Himalaya. **Chromosome Information Service.** v. 39, p. 33-35, 1985.

VOGT, R.; APARICIO, A. Chromosome numbers of plants collected during Iter mediterraneum IV in Cyprus. **Bocconeia.** v. 11, p. 117-169, 1999.

VON BOTHMER, R. Karyotype variation in *Allium commutatum* (Liliaceae s. lato). **Plant Systematics and Evolution.** v. 140, p. 179-189, 1982.

VOSA, C. G. A revised cytotaxonomy of the genus *Tulbaghia* (Alliaceae). **Caryologia.** v. 53, n. 2, p. 83-112, 2000.

VOSA, C. G. Heterochromatic patterns and species relationship. **Nucleus.** v. 20, p. 33-41, 1977.

VOSA, C. G. Heterochromatic banding patterns in *Allium*. 11. Heterochromatin variation in species of the Paniculatum group. **Chromosoma.** v. 57, p. 119-133, 1976.

VOSA, C. G. Notes on *Tulbaghia*. I. A new species from the eastern Cape and a list of new localities. **South African Journal of Botany.** v. 45, p. 127-132, 1979.

VOSA, C. G. The annotated bibliography (1966-2006) of the genus *Tulbaghia* (Alliaceae). **Caryologia.** v. 60, n. 1-2, p. 69-72, 2007.

VOSA, C. G. The cytology of the genus *Haemanthus* L. (Amaryllidaceae). **South African Journal of Botany.** v. 50, p. 237-259, 1984.

VOSA, C. G. The quinacrine-fluorescence patterns of the chromosomes of *Allium carinatum*. **Chromosoma.** v. 33, p. 382-385, 1971.

VOSA, C. G.; MARCHI P. D. Chromosome analysis of *Haemanthus* and *Scadoxus* (Amaryllidaceae). **Plant Systematics and Evolution.** v. 135, p. 119-126, 1980.

WAHLSTROM, R.; LAANE, M. M. Chromosome analysis in African *Crinum* species (Amaryllidaceae). **Hereditas.** v. 91, p. 183-206, 1979.

WAJAHATULLAH, M. K.; VAHIDY, A. A. Karyotyping and localization of nucleolar organizer regions in garlic, *Allium sativum* L. **Cytologia.** v. 55, p. 501-504, 1990.

WALDHERR, M. In: Dobeš, C; Vitek, E. **Documented chromosome number checklist of austrian vascular plants.** Vienna: Verlag des Naturhistorischen Museums Wien, 2000.

WANG, C.; ZHENG, G. The relationship between the intercellular chromatin migration of pollen mother cells and the changes of chromosome numbers during the genesis of male gametes in *Allium cepa*. **Acta Horticulturae Sinica.** v. 29, p. 247-252, 1987.



- WANG, Y.; WANG, S.; LIU, D. The Giemsa C-banding patterns of mini-daffodil (*Narcissus bulbocodium*) chromosomes. **Acta Horticulturae Sinica**. v. 23, n. 3, p. 274-276, 1996.
- WARD, D. E. Chromosome counts from New Mexico and Mexico. **Phytologia**. v. 56, n. 1, p. 55-60, 1984.
- WARD, D. E.; SPELLENBERG, R. Chromosome counts of angiosperms from New Mexico and adjacent areas. **Phytologia**. v. 64, p. 390-398, 1988.
- WCISLO, H. Chromosome numbers of certain Canadian plants. **Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica**. v. 9, p. 19-30, 1987.
- WEI, R. C.; YAN, Y. X.; HUANG, R. F. Cytological studies on the sterility of the Cai (*Allium hookeri* Thwaites) Yunnan Nongye Keji. **Yunnan Agricultural Science Technology**. v. 4, p. 7-9, 1985.
- WEISS-SCHNEEWEISS, H. et al. Karyotype diversification and evolution in diploid and polyploid South American *Hypochaeris* (Asteraceae) inferred from rDNA localization and genetic fingerprint data. **Annals of Botany**. v. 101, n. 7, p. 909-918, 2008.
- WETSCHNIG, W. Chromosomenzahlen Kärntner Gefäßpflanzen (Teil 3): Karyologie und Verbreitung der *Allium*-Arten (Alliaceae) in Kärnten. **Carinthia II**. v. 182, p. 497-533, 1992.
- WETSCHNIG, W. Chromosomenzahlen Kärntner Gefäßpflanzen (Teil 1). **Carinthia II**. v. 178, p. 391-401, 1988.
- WETSCHNIG, W. Giemsa C-banded karyotypes of *Allium ericetorum* and *A. kermesinum* (Alliaceae). **Plant Systematics and Evolution**. v. 195, p. 45-59, 1995.
- WILLIAMS, M. A tetraploid *Amaryllis starkii*. **Plant Life**. v. 38, p. 59-60, 1982.
- WILLIAMS, M. Chromosome count for *Paramongaia weberbaueri* Verlade. **Plant Life**. v. 37, p. 83-89, 1981a.
- WILLIAMS, M. In Chromosome number reports LXX. **Taxon**. v. 30, p. 68, 1981.
- WILLIAMS, M.; DUDLEY, T. R. Chromosome count for *Hippeastrum iguazuianum*. **Taxon**. v. 33, p. 271-275, 1984.
- WILLIS, J. C. Amaryllidaceae. In: SHAW, A.H.K. (Ed.), **A Dictionary of the flowering plants & ferns**. 8.ed. Cambridge: Cambridge University Press. 1988. 847p.
- WILSENACHR, R. A cytotaxonomic study of the genus *Cyrtanthus*. **Cytologia**. v. 28, p. 170-180, 1963.
- WITTMANN, H. Beiträge zur Karyologie der Gattung *Allium* und zur Verbreitung der Arten im Bundesland Salzburg (Österreich). **Linzer Biologische Beiträge**. v. 16, p. 83-104, 1984.
- XU, B.; WENG, R.; ZHANG, M. Chromosome numbers of Shanghai plants I. **Investment Studies National**. v. 12, p. 48-65, 1992.
- XU, J. X.; LUO, D. G.; JIANG, M. C. Young leaves of *Allium tuberosum* are good materials for observing mitotic division. **Journal of Guangxi Agricultural College**. v. 2, p. 24, 1985.

- XU, J. et al. A new species of *Allium* L. from Sichuan and its karyotype. **Acta Phytotaxonomica Sinica**. v. 32, n. 4, p. 356-358, 1994.
- XU, J. et al. A study on karyotype differentiation of *Allium fasciculatum* (Liliaceae). **Acta Phytotaxonomica Sinica**. v. 36, n. 4, p. 346-352, 1998.
- XUE, C.; XU, J.; LIU, J. Karyotype studies of *Allium prattii* among 4 populations in southern Qinghai. **Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica**. v. 20, n. 2, p. 288-293, 2000.
- YAMAMOTO, M. et al. CMA banding patterns of chromosomes in major *Citrus* species. **Journal Japan Society of Horticultural Science**. v. 76, n. 1, p. 36-40, 2007.
- YAMASHITA, K.; TSUKAZAKI, H.; KOJIMA, A. Interspecific hybrids between amphimictic diploid Chinese chive (*Allium ramosum* L.) and *A. scabriscapum* Bois. et Ky. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**. v. 74, p. 127-133, 2005.
- YAN, G. et al. Chromosome numbers and geographical distribution of 68 species of forage plants. **Zhongguo Caoyuan**. v. 4, p. 53-60, 1989.
- YAN, L.; MENG, H.; ZHANG, Y. The study of nuclear type on 5 stolon-plants of *Allium* L. in Inner Mongolia. **Journal Inner Mongolia Agricultural University**. v. 22, n. 2, p. 37-40, 2001.
- YAN, L.; WANG, L.; LI, H. The chromosome number and karyotype analysis of 10 species of *Allium* from Neimongolia. **Zhongguo Caoyuan**. v. 5, p. 72-74, 1999.
- YANG, L. et al. Karyotypical studies of six species on the genus *Allium*. **Acta Phytotaxonomica Sinica**. v. 36, n. 1, p. 36-46, 1998.
- YANG, Y. P.; WU, S. Chromosomal reports on some plants of Hohxil region, Qinghai (1). **Acta Botanica Yunnanica**. v. 15, p. 173-178, 1993.
- YOKOUCHI, Y. Chromosome studies on *Zephyranthes* II. Karyotype of *Z. carinata*. **La Kromosomo**. v. 57-59, p. 1902-1909, 1964.
- YONEZAWA, Y. A revision of the observation of meiosis as a laboratory work at high school. **Seibutsu Kyoiku**. v. 25, p. 50-55, 1984.
- YOO, C. B.; JONES, P. A. Epigenetic therapy of cancer: Past, present and future. **Nature Review Drug Discovery**. v. 5, n. 1, p. 37-50, 2006.
- YÜZBÂSIOĞLU, D.; ÜNAL, F.; DUMAN, H. Giemsa C-banding analysis of *Sternbergia lutea* (L.) Ker-Gawl. ex Sprengel and *S. sicula* Tineo ex Guss. from Turkey. **Cytologia**. v. 62, p. 1-6, 1997.
- YUZBASIOĞLU, D. Karyotyping, C- and NOR banding of *Allium sativum* L. (Liliaceae) cultivated in Turkey. **Pakistan Journal of Botany**. v. 36, n. 2, p. 343-349, 2004.
- ZAKHARJEVA, O. I. A. **Numeri chromosomatum Magnoliophytorum florum URSS, Aceraceae Menyanthaceae**. Nauka: Leninopoli, 1990.
- ZAKIROVA, R. O. Chromosome numbers of some Alliaceae, Salicaceae, Polygonaceae, and Chenopodiaceae of the South Balkhash territory. **Citologija**. v. 41, n. 12, p. 1064, 1999.

ZAKIROVA, R. O.; ABDULINA, S. A. Zitotaxonomicheskoe issledovanie *Allium bajtulinii* (Alliaceae). **Izvestiia Akademii Nauk Kazakhskoi SSR, Serii Biologicheskaiia**. v. 4. p. 75-76, 1990.

ZAKIROVA, R. O.; NAFANAILOVA, I. I. Chromosome numbers in members of some families of the Kazakhstan flora. **Botanicheskii Zhurnal**. v. 77, n. 5, p. 71-72, 1992.

ZAKIROVA, R. O.; NAFANAILOVA, I. I. Chromosome numbers in members of some families of the Kazakhstan flora. **Botanicheskii Zhurnal**. v. 73, p. 452-453, 1988.

ZAKIROVA, R. O.; NAFANAILOVA, I. I. Chromosome numbers in the members of some families of vascular plants in the flora of Kazakhstan. **Botanicheskii Zhurnal**. v. 75, p. 438-439, 1990.

ZAMAN, M. A.; PATWARY, M. U.; CHAKRABORTY, B. N. Cytogenetics of amaryllidaceae part 4 karyo morphology and meiotic behavior of wild crinum stenophyllum. **Bangladesh Journal of Botany**. v. 6, n. 1-2, p. 73-78, 1977.

ZEMSKOVA, E. A.; SVESHNIKOVA, L. I. Karyological study of some representatives of the family Amaryllidaceae. **Botanicheskii Zhurnal**. v. 84, n. 4, p. 86-98, 1999.

ZHANG, C. A preliminary study on making plant chromosomal specimens using peppermint oil compound as pretreatment agent. **Journal of Wuhan Botanical Research**. v. 16, n. 3, p. 280-282, 1998.

ZHANG, C.; SHEN, S.; WANG, M. Observation of chromosome pairing behavior and karyotype analysis in five garlic varieties. **Acta Horticulturae Sinica**. v. 26, n. 4, p. 268-270, 1999.

ZHANG, D.; ZHUO, L.; SHEN, X. Sporogenesis and gametogenesis in *Agapanthus praecox* Willd. *orientalis*(Leighton) Leighton and their systematic implications. **Plant Systematics and Evolution**. v. 288, n. 1-2, p. 1-11, 2010.

ZHANG, D.; SUN, Y.; ZHENG, Y.; SHAO, J. The discovery of triploid *Lycoris sprengeri* Comes ex Baker from Anhui, China. **Acta Phytotaxonomica Sinica**. v. 37, n. 1, p. 35-39, 1999a.

ZHANG, S.; XU, J. A karyotypic study on populations of *Allium hookeri* Thwaites. **Guihaia**. v. 22, n. 4, p. 345-348, 2002.

ZHANG, Y. Studies on chromosomes of some plants from Guandi Mountain, Shanxi. **Journal of Wuhan Botanical Research**. v. 12, n. 2, p. 201-206, 1994.

ZHANG, Y.; ZHANG, X.; XU, J. Studies on *Allium* L. I. A study on karyotypes of 6 samples of *Allium* L. **Journal of Wuhan Botanical Research**. v. 11, p. 193-198, 1993.

ZHANG, Z. Studies on karyotypes and silver staining in cultivated *Allium sativum*. **Botanical Research**. v. 1, p. 435-436, 1993.

ZHANG, Z.; DONG, G.; LU, P. Study on the chromosome N-banding in plants. **Acta Horticulturae Sinica**. v. 24, p. 120-124, 1982.

ZHOU, S. Karyotype studies on *Lycoris radiata* from two populations in Anhui province. **Acta Botanica Yunnanica**. v. 26, n. 4, p. 421-426, 2004.

ZHU, J.; XIE, Z.; WU, K. Isozymes and karyotype analysis of *Zephyranthes candida* (Lindl.) Herb. **Journal of Shanghai Jiaotong Collection**. v. 9, n. 4, p. 290-296, 1991.

ZHU, S.; XU, J. Karyotypic differentiation in *Allium macrostemon* Bunge. **Acta Phytotaxonomica Sinica**. v. 37, n. 3, p. 269-278, 1999.

ZONNEVELD, B. J. M.; GRIMSHAW, J. M.; DAVIS, A. P. The systematic value of nuclear DNA content in *Galanthus*. **Plant Systematics and Evolution**. v. 241, p. 89-102, 2003.

ZOU, D. Q.; JIA, Q. Y. Cytological study on Chinese chive (*Allium tuberosum* Rottl.) and wild chive (*A. ramosum*) Hebei Nongye Daxue Xuebao. **Journal of Agricultural University of Hebei**. v. 8, n. 1, p. 12-17, 1985.

## CAPÍTULO I

---

**Localização cromossômica dos sítios de DNAr e heterocromatina, e suas implicações para a evolução cariotípica em representantes dos gêneros *Habranthus*, *Hippeastrum* e *Zephyranthes* (subtribo Hippeastrinae: Amaryllidaceae)**

**Artigo a ser publicado no periódico Botanical Journal of the Linnean Society**



**BOTANICAL**  
Journal of the  
Linnean Society



1 **4. CAPÍTULO I**

2 **Artigo original**

3

4

5 **Título:**

6 **Localização cromossômica dos sítios de DNAr e heterocromatina, e**  
7 **suas implicações para a evolução cariotípica em representantes dos**  
8 **gêneros *Habranthus*, *Hippeastrum* e *Zephyranthes* (subtribo**  
9 ***Hippeastrinae*: *Amaryllidaceae*)**

10

11 **Autores:**

12 Emmanuely Calina X. R. dos Santos<sup>1</sup>, Felipe Nollet<sup>2</sup>, Julie H. A. Dutilh<sup>3</sup>, Leonardo P. Félix<sup>2</sup>,  
13 Reginaldo de Carvalho<sup>1\*</sup>

14

15 <sup>1</sup>Laboratório de Citogenética Vegetal, Programa de Pós-Graduação em Botânica,  
16 Departamento de Biologia/Genética, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom  
17 Manoel de Medeiros s/nº, Dois Irmãos 52171900, Recife, PE, Brasil;

18

19 <sup>2</sup>Laboratório de Botânica, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Fitotecnia,  
20 Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, Brasil;

21

22 <sup>3</sup>Instituto de Biologia, Departamento de Botânica, Universidade Estadual de Campinas,  
23 Campinas, SP, Brasil.

24

25 \* Para correspondência . e-mail: reginaldo.ufrpe@gmail.com

26

27 **4.1 Resumo**

28

29 A tribo Hippeastreae é monofilética e apresenta 13 gêneros e ca. 180 espécies de distribuição  
30 exclusivamente neotropical. O presente trabalho objetivou, por meio da dupla coloração  
31 CMA/DAPI e FISH, analisar a variação no número e localização dos sítios de DNAr em 10  
32 espécies dos gêneros *Habranthus*, *Hippeastrum* e *Zephyranthes*, identificar padrões de  
33 distribuição da heterocromatina e inferir sobre os possíveis mecanismos de evolução  
34 cariotípica e relações taxonômicas com base em dados citotaxonômicos. Os números

35 cromossômicos variaram de  $2n = 12$  em *Habranthus brachyandrus* e *H. sylvaticus* a  $2n = 26$   
36 em *Zephyranthes mesochloa*. Foram observadas apenas bandas heterocromáticas  
37 CMA<sup>+</sup>/DAPI associadas às RONs. O número de sítios de DNAr 45S variou de dois a quatro,  
38 sempre colocalizados com as bandas heterocromáticas CMA<sup>+</sup>, ocupando preferencialmente as  
39 regiões terminais dos braços cromossômicos curtos, enquanto os sítios de DNAr 5S variaram  
40 de dois a seis, localizados nas regiões terminais, subterminais e proximais. A ocorrência de  
41 duas bandas CMA<sup>+</sup> terminais e duas bandas CMA<sup>+</sup> proximais em *H. brachyandrus*  
42 possivelmente resultou de uma inversão paracêntrica em um dos pares cromossômicos,  
43 modificando o padrão de bandas CMA<sup>+</sup> terminais observado nos demais representantes do  
44 grupo. Além disso, o único par cromossômico com três pares de sítios de DNAr 5S nesta  
45 espécie é um forte indicativo de rearranjos cromossômicos, possivelmente resultado de  
46 translocações, duplicações ou ação de elementos transponíveis. A elevada variação dos  
47 parâmetros cariomorfométricos, o padrão de localização dos sítios de DNAr e distribuição da  
48 heterocromatina, são compatíveis com a hipótese de evolução reticulada em Hippeastrinae. Os  
49 dados do presente trabalho sugerem a transferência das espécies *Zephyranthes flavissima* e *Z.*  
50 *mesochloa* para o gênero *Habranthus*, que se encontram no mesmo clado e apresentam o  
51 mesmo padrão de número e localização de bandas CMA<sup>+</sup> e número de sítios de DNAr 5S.

52

53 **Palavras-chave:** Citotaxonomia – disploidia – fluorocromos – inversão paracêntrica –  
54 número básico – poliploidia – translocação

55

56

## 57 4.2 Introdução

58

59 Alterações cromossômicas geralmente estão envolvidas na especiação e diversificação  
60 das espécies vegetais, e podem promover modificações no número, tamanho e forma dos  
61 cromossomos, bem como em seu padrão de bandas (Lysak *et al.*, 2006; Ziolkowski *et al.*,  
62 2006; Hu *et al.*, 2011). Diversos modelos de evolução cromossômica abordam a importância  
63 do surgimento e fixação de rearranjos cromossômicos em populações naturais, bem como  
64 seus efeitos no processo de especiação em plantas (Rieseberg, 2001). Todo o complemento  
65 cromossômico de um núcleo, o cariótipo, difere de forma peculiar entre organismos  
66 filogeneticamente relacionados, e todo o conteúdo genômico está sujeito a mudanças  
67 evolutivas (Schubert, 2007). Análises cariológicas podem revelar diferentes estratégias de  
68 evolução cromossômica que, diferente de outros caracteres, apresentam fenótipo em metáfase  
69 independente da expressão gênica, condições ambientais, idade ou estágio de

70 desenvolvimento (Guerra, 2012), principalmente quando se dispõe de análises moleculares  
71 que corroborem o contexto filogenético do grupo investigado.

72 Diversas técnicas citogenéticas têm permitido a caracterização mais detalhada da  
73 morfologia e composição dos cromossomos. Dentre as inúmeras aplicações, destacam-se o  
74 mapeamento de sequências repetitivas e genes multicópias em *tandem*, a correlação de grupos  
75 geneticamente ligados a cromossomos, a comparação de distâncias genéticas e físicas e a  
76 identificação de marcadores para cromossomos individuais (Pedrosa *et al.*, 2002). A dupla  
77 coloração com os fluorocromos cromomicina A<sub>3</sub> (CMA) e 4',6-diamidino-2-fenilindol  
78 (DAPI) é a combinação mais frequentemente utilizada para diferenciar bandas cromossômicas  
79 em plantas (Guerra, 2000), permitindo a identificação de diferentes regiões heterocromáticas  
80 ricas em GC e AT, respectivamente (Barros e Silva & Guerra, 2010). Na década de 80, a  
81 hibridização *in situ* fluorescente (FISH) surge como o maior marco na pesquisa citogenética,  
82 permitindo a detecção de sequências específicas nos cromossomos e no núcleo interfásico  
83 (Schubert, 2011), principalmente relacionadas aos sítios de DNA ribossomal. Atualmente, a  
84 utilização, combinada ou não, destas técnicas tem auxiliado na elucidação de eventos  
85 evolutivos importantes em estudos filogenéticos. Souza *et al.* (2012) elucidaram a origem de  
86 *Nothoscordum gracile* e suas relações filogenéticas, por meio da combinação de dados  
87 moleculares e citogenéticos. A utilização de bandeamento cromossômico permitiu a análise  
88 detalhada do pareamento meiótico em *Eleutherine bulbosa*, possibilitando a identificação de  
89 uma relação causal entre duplicação, inversão e reprodução assexuada na manutenção da  
90 heterozigose no par cromossômico I (Guerra, 1988). A simples correlação de números  
91 cromossômicos com análises moleculares possibilitou a identificação de grupos monofiléticos  
92 na tribo Hippeastreae (família Amaryllidaceae), além de suportar a hipótese de origem híbrida  
93 ancestral que precedeu a irradiação deste clado (García *et al.*, 2014).

94 A tribo Hippeastreae é composta por 13 gêneros e ca. 180 espécies de distribuição  
95 exclusivamente neotropical, e seu monofiletismo é fortemente suportado com base em  
96 análises moleculares (Meerow *et al.*, 2000; García *et al.*, 2014). Análises filogenéticas  
97 revelaram a ocorrência de dois cladogramas fortemente suportados, formalmente reconhecidos  
98 como subtribos. O clado A, referente a subtribo *Traubiiinae*, é composta pelos gêneros  
99 *Traubia*, *Placea*, *Phycella*, *Rhodolirium* e *Famatina maulensis*, caracterizado por  $x = 8$  e rara  
100 ocorrência de poliploidia. O clado B, referente a subtribo *Hippeastrinae*, é composto pelos  
101 gêneros *Eithea*, *Habranthus*, *Haylockia*, *Hippeastrum*, *Rhodophiala*, *Sprekelia*, *Zephyranthes*,  
102 e parte de *Famatina*, caracterizado por uma série de números básicos que variam de  $x = 6-11$   
103 e ocorrência mais frequente de poliploidia e aneuploidia (García *et al.*, 2014). A tribo  
104 Hippeastreae é bem estudada citologicamente, sendo conhecidos os números cromossômicos



105 para 97 espécies (ver, por exemplo, Flory & Smith, 1980; Brandham & Bhandol, 1997; Felix  
106 *et al.*, 2011a,b).

107 Estudos envolvendo a comparação entre dados de coloração diferencial, FISH e  
108 propostas de filogenia em representantes da tribo Hippeastreae, subtribo *Hippeastrinae*, ainda  
109 são escassos na literatura. Os dados disponíveis são restritos a alguns representantes de  
110 importância econômica, o que dificulta a compreensão dos mecanismos evolutivos envolvidos  
111 na diversificação do grupo. O presente trabalho objetivou (1) analisar a variação no número e  
112 localização dos sítios de DNAr em representantes dos gêneros *Habranthus*, *Hippeastrum* e  
113 *Zephyranthes*; (2) identificar padrões de distribuição da heterocromatina rica em GC e AT  
114 nestes grupos; (3) inferir sobre os possíveis mecanismos de evolução cariotípica envolvidos  
115 na diversificação cariológica destes táxons; (4) e discutir suas relações taxonômicas com base  
116 em aspectos citotaxonômicos e nas análises filogenéticas propostas por García *et al.* (2014).

117

118

### 119 **4.3 Material e Métodos**

120

#### 121 **Material**

122 Foram analisadas 10 espécies brasileiras da subtribo Hippeastrinae coletadas nos  
123 estados da Bahia, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Sul (Tabela 1). O material vegetal foi  
124 herborizado e as exsiccatas depositadas no acervo do Herbário Prof. Jayme Coelho de Moraes  
125 (EAN) da Universidade Federal da Paraíba.

126

#### 127 **Pré-tratamento e fixação**

128 Pontas de raízes obtidas a partir de plantas adultas cultivadas em vasos plásticos foram  
129 pré-tratadas com colchicina 0,2% por 24 h a 10°C, fixadas em solução Carnoy composta de  
130 etanol:ácido acético (3:1, v/v) e estocadas em *freezer*.

131 Para a preparação das lâminas as pontas de raízes, obtidas como descrito acima, foram  
132 lavadas em água destilada e digeridas em uma solução enzimática contendo 2% de celulase  
133 (Onozuka) e 20% de pectinase (Sigma) (p/v) por 45-120 min a 37°C. Em seguida, as lâminas  
134 foram preparadas pelo método de esmagamento, em uma gota de ácido acético 45%, e as  
135 lamínulas retiradas por congelamento em nitrogênio líquido. As lâminas foram coradas com  
136 uma solução de DAPI (2 µg/ml):glicerol (1:1, v/v) para permitir a seleção daquelas com as  
137 melhores células. Subsequentemente, elas foram descoradas em etanol:ácido acético (3:1) por

138 30 min à temperatura ambiente e mantidas em etanol absoluto a 10 °C até o dia seguinte,  
139 secas ao ar e envelhecidas por três dias à temperatura ambiente.

140

#### 141 **Dupla coloração CMA/DAPI e FISH**

142 A dupla coloração com os fluorocromos CMA<sub>3</sub> e DAPI foi realizada de acordo com  
143 Schweizer & Ambros (1994). Lâminas envelhecidas por três dias foram coradas com CMA<sub>3</sub>  
144 (0,5 mg/ml) por 60 min, em seguida coradas com DAPI (2 µg/ml) por 30 min e montadas em  
145 meio de montagem glicerol:tampão McIlvaine pH 7,0, (1:1, v/v) contendo 2,5 mM de MgCl<sub>2</sub>.  
146 As lâminas foram envelhecidas por mais três dias antes da análise para estabilizar a marcação  
147 fluorescente.

148 Para hibridação *in situ*, utilizou-se as lâminas previamente coradas com CMA/DAPI  
149 que foram descoradas em etanol:ácido acético (3:1, v:v) por 30 min e etanol absoluto por 2 h,  
150 ambos à temperatura ambiente. O procedimento para FISH foi realizado como descrito por  
151 Pedrosa *et al.* (2002) com pequenas modificações. Para localizar os sítios de DNAr por FISH,  
152 o DNA recombinante D2 contendo o segmento DNAr 5S de 500 pb de *Lotus japonicus*  
153 (Pedrosa *et al.*, 2002), foi marcado com Cy3-dUTP (Amersham), e o DNA recombinante R2,  
154 contendo o segmento de um fragmento de 6,5 kb correspondente ao DNAr 45S de  
155 *Arabidopsis thaliana* (Wanzenböck *et al.*, 1997), foi marcado com digoxigenina-11-dUTP. A  
156 sonda de DNAr 45S foi detectada com anti-digoxigenina, produzido em ovelha, conjugado ao  
157 FITC (Roche) e amplificado com anticorpo anti-ovelha conjugado com FITC (Sigma),  
158 produzido em coelho. As lâminas foram pré-tratadas com pepsina a 37°C durante 40 min e  
159 desnaturadas previamente por 10 min a 75°C antes da mistura de hibridização. Lâminas e  
160 sondas foram desnaturadas a 75°C durante 10 min e depois hibridizadas a 37°C durante 2  
161 dias. As melhores células foram digitalizadas com câmera digital DFC 345FX em  
162 microscópio de epifluorescência Leica DM 2500 utilizando-se para processamento das  
163 imagens o software CW 4000. O cariógrama mostrando a posição dos sítios de DNAr e  
164 fluorocromos foi criado usando o software Adobe Photoshop® CS3, que também foi usado  
165 para editar as imagens.

166

#### 167 **Medidas cromossômicas e montagem do idiograma**

168 As medidas cromossômicas foram obtidas utilizando o software Image Tools® 0.8.1, a  
169 partir de cinco metáfases completas das espécies em estudo, onde a localização das  
170 constrições primárias e regiões teloméricas de cada cromossomo foram claramente definidas.

171 Foi adotada a nomenclatura cromossômica sugerida por Guerra (1988) e a assimetria  
 172 cariotípica foi avaliada por meio do índice de assimetria intracromossômica (A1), onde  $A1 =$   
 173  $1 - [\Sigma(b/B)/n]$ , e intercromossômica (A2), sendo  $A2 = S/X$ , proposto por Romero Zarco  
 174 (1986), onde  $b$  = comprimento médio do braço curto de cada par homólogo,  $B$  = comprimento  
 175 médio do braço longo de cada par homólogo,  $n$  = número de pares cromossômicos  
 176 homólogos,  $S$  = desvio padrão do comprimento cromossômico e  $X$  = média do comprimento  
 177 cromossômico.

178

179

#### 180 4.4 Resultados

181 Os dados relacionados às análises cariomorfométricas estão apresentados na Tabela 1.  
 182 Os dados do presente trabalho obtidos da coloração com fluorocromos e FISH, bem como os  
 183 registros prévios da literatura encontram-se sumarizados na Tabela 2. Os números  
 184 cromossômicos variaram de  $2n = 12$  em *Habranthus brachyandrus* (= *Zephyranthes*  
 185 *brachyandra*) e *Habranthus sylvaticus* (= *Zephyranthes sylvatica*) a  $2n = 26$  em *Z. mesochloa*,  
 186 que apresentaram cromossomos metacêntricos, submetacêntricos, com ocorrência de  
 187 cromossomos acrocêntricos em algumas espécies. O índice de assimetria intracromossômica  
 188 (A1) variou de 0,33 a 0,52, com assimetria intercromossômica (A2) variando de 0,13 a 0,28.  
 189 O tamanho cromossômico médio variou de 5,15  $\mu\text{m}$  em *Z. mesochloa* a 9,65  $\mu\text{m}$  em  
 190 *Zephyranthes* aff. *stellaris*. Foram observadas apenas bandas heterocromáticas CMA<sup>+</sup>/DAPI  
 191 associadas às RONS. O número de sítios de DNAr 45S variou de dois a quatro, sempre  
 192 colocalizados com as bandas heterocromáticas CMA<sup>+</sup>, ocupando preferencialmente as regiões  
 193 terminais dos braços cromossômicos curtos, enquanto os sítios de DNAr 5S variaram de dois  
 194 a seis, localizados nas regiões terminais, subterminais a proximais.

195 Todas as espécies de *Hippeastrum* apresentaram  $2n = 22$ , contudo variaram em relação  
 196 as fórmulas cariotípicas: *Hippeastrum glaucescens* 5M+9SM+8A, *H. puniceum* e *H. stylosum*  
 197 6M+14SM+2A, *H. striatum* 8M+12SM+2A e *Hippeastrum* sp.1 2M+18SM+2A. Quanto ao  
 198 bandemaneto cromossômico foram encontradas duas bandas CMA<sup>+</sup>/DAPI terminais no braço  
 199 curto de um par acrocêntrico (Tab. 2, Fig. 1), correspondentes aos sítios de DNAr 45S,  
 200 enquanto um par de sítios de DNAr 5S foi detectado na região subterminal do braço longo de  
 201 um par submetacêntrico em todas as espécies.

202 Dentre as espécies analisadas, *Habranthus brachyandrus*, com  $2n = 12$  e fórmula  
 203 cariotípica 4M+8SM, apresentou duas bandas subterminais e duas proximais heteromórficas  
 204 CMA<sup>+</sup>/DAPI no braço curto de dois pares submetacêntricos (Tab. 2, Fig. 3a), colocalizadas

205 com sítios de DNAr 45S, enquanto três sítios de DNAr 5S foram detectados, um intersticial e  
206 um proximal no braço curto em um par submetacêntrico, e um subterminal no braço longo  
207 (Fig. 3b). Após a FISH foram observadas regiões mais fortemente coradas com DAPI em *H.*  
208 *brachyandrus* (ver inserto, Fig. 3b). *Habranthus sylvaticus*, com  $2n = 12$  e fórmula cariotípica  
209  $2M+10SM$ , apresentou uma banda terminal  $CMA^+/DAPI^-$  no braço longo de um par  
210 submetacêntrico (Tab. 2, Fig. 3c), correspondente ao sítio de DNAr 45S, enquanto o par de  
211 sítios de DNAr 5S foi detectado na região terminal do braço longo de um outro par  
212 submetacêntrico (Fig. 3d). *Zephyranthes flavissima*, com  $2n = 14$  e fórmula cariotípica  
213  $10SM+4A$ , exibiu quatro bandas terminais  $CMA^+/DAPI^-$  no braço longo de dois pares  
214 submetacênticos (Tab. 2, Fig. 3e), correspondentes aos sítios de DNAr 45S, enquanto um par  
215 de sítios de DNAr 5S foi detectado na região terminal do braço longo de um outro par  
216 submetacêntrico (Fig. 3f). Em *Zephyranthes mesochloa*, com  $2n = 26$  e fórmula cariotípica  
217  $6M+20SM$ , foram exibidas duas bandas terminais  $CMA^+/DAPI^-$  no braço longo de um par  
218 submetacêntrico (Tab. 2, Fig. 3g). A FISH revelou a presença de apenas um par de  
219 cromossomos com sítios de DNAr 45S localizados na região terminal do braço longo de um  
220 par submetacêntrico, enquanto dois pares de sítios de DNAr 5S foram detectados na região  
221 terminal do braço longo de dois outros pares submetacênticos (Fig. 3h e 4d). Em  
222 *Zephyranthes aff stellaris*, com  $2n = 20$  e fórmula cariotípica  $8M+10SM+2A$ , foi observada  
223 uma banda terminal  $CMA^+/DAPI^-$  no braço curto de um par submetacêntrico (Tab. 2, Fig. 3i),  
224 colocalizada com os sítios de DNAr 45S, enquanto um par de sítios de DNAr 5S foi detectado  
225 na região intersticial do braço mais longo de um par metacêntrico e um par na região  
226 intersticial do braço curto de outro par submetacêntrico (Fig. 3j). As Figuras 2 e 4 apresentam  
227 cariogramas para todas as espécies analisadas, organizadas de acordo com os tipos de regiões  
228 heterocromáticas e de sítios de DNAr 5S e 45S, em ordem decrescente de tamanho  
229 cromossômico.

230

231

#### 232 **4.5 Discussão**

233 A maioria dos números cromossômicos observados nas espécies analisadas no  
234 presente trabalho confirma as contagens prévias (Greizerstein & Naranjo, 1987; Brandham &  
235 Bhandol, 1997; Daviña, 2001; Felix *et al.*, 2008; 2011a,b; García *et al.*, 2014). Contagens  
236 inéditas são apresentadas para *Hippeastrum glaucescens* e *H. stylosum*, ambas com  $2n = 22$ .  
237 A heterocromatina detectável por meio da dupla coloração CMA/DAPI é constituída por  
238 bandas  $CMA^+$ , colocalizadas com os sítios de DNAr 45S e restringem-se às RONS terminais,

239 com exceção de *H. brachyandrus* que apresentou RONS proximais e terminais. Não foram  
240 observadas bandas DAPI em nenhuma das espécies analisadas. A ocorrência de um padrão  
241 diversificado de bandas DAPI em alguns representantes cultivados de *Habranthus*  
242 *brachyandrus*, oriundos da Argentina (Felix *et al.*, 2011a), pode ser um indicativo de variação  
243 interpopulacional na composição da heterocromatina desta espécie. Por outro lado, a  
244 ocorrência de bandas DAPI pode ser também devido ao efeito de hibridação, uma vez que os  
245 indivíduos analisados por Felix *et al.* (2011a) tratam-se de espécimes cultivados. Todas as  
246 espécies analisadas aqui foram coletadas em populações naturais e não apresentaram bandas  
247 DAPI, exceto em *H. brachyandrus* após a FISH. Barros e Silva & Guerra (2010) verificaram  
248 que bandas DAPI observadas após procedimentos de bandeamento C e FISH, não  
249 necessariamente identificam regiões ricas em AT, porque o DAPI pode corar mais fortemente  
250 as regiões ricas em GC ou bandas neutras após estas técnicas.

251 A subtribo Hippeastrinae apresenta quatro clados monofiléticos, fortemente  
252 suportados com base em análises moleculares, e corroborados por uma série de quatro  
253 números básicos ( $x = 6, 8, 9$  e  $11$ ), que possivelmente representam linhagens de origem  
254 híbrida, com combinações cariológicas diferentes (García *et al.*, 2014). Na filogenia proposta  
255 por García *et al.*, (2014), no clado da subtribo Hippeastrinae com  $x = 6$ , o padrão de bandas  
256  $CMA^+$  observado aqui é sempre terminal e colocalizado com os sítios de DNAr 45S. No  
257 entanto, em *H. brachyandrus* ( $2n = 12$ ) foram observadas duas bandas  $CMA^+$  terminais e duas  
258 bandas  $CMA^+$  proximais, todas colocalizadas com os sítios de DNAr 45S. Este padrão  
259 possivelmente se originou por meio de um evento de inversão paracêntrica em um dos pares  
260 cromossômicos, modificando o padrão de bandas  $CMA^+$  terminais observado nos demais  
261 representantes do grupo (Felix *et al.*, 2011a). Alterações cromossômicas envolvendo regiões  
262 heterocromáticas ricas em GC, especialmente nas RONS, foram observadas em outros grupos  
263 de plantas, a exemplo de inversões pericêntricas em *Eleutherine bulbosa* (Guerra, 1988),  
264 fissões cêntricas em *Tristagma* (= *Ipheion*, Souza *et al.*, 2010) e *Nothoscordum* (Souza *et al.*,  
265 2012). Em contrapartida, a hibridação envolvendo parentais com diferentes padrões de  
266 localização de bandas  $CMA^+$  poderia resultar no cariotipo observado.

267 Uma das características cariológicas mais variáveis na presente amostragem refere-se  
268 ao número e localização dos sítios de DNAr 5S. A maioria dos representantes da subtribo  
269 analisada apresentou sempre dois ou quatro sítios de DNAr 5S, geralmente subterminais, ou  
270 intersticiais, porém em diferentes pares cromossômicos. A variação dos sítios de DNAr 5S  
271 parece estar relacionada principalmente a eventos de poliploidia na subtribo Hippeastrinae. Os  
272 representantes diploides com  $2n = 12, 14$  sempre apresentaram dois sítios 5S, enquanto os  
273 possíveis tetraploides apresentaram  $2n = 20, 26$  sempre com quatro sítios 5S. Esta hipótese é

274 corroborada pela estabilidade cariotípica verificada em *Hippeastrum*, cujos representantes  
275 sempre apresentam  $2n = 22$ , sem registro de variação cromossômica numérica e ocorrência de  
276 apenas dois sítios de DNAr 5S. A única exceção foi encontrada em *Habranthus*  
277 *brachyandrus*, que apresentou um único par cromossômico com três sítios de DNAr 5S (um  
278 subterminal, um proximal e um intersticial). Esta variação na localização dos sítios de DNAr  
279 5S é um forte indicativo de rearranjos cromossômicos em *H. brachyandrus*, possivelmente  
280 resultado de translocações, duplicações ou ação de elementos transponíveis.

281 Os valores de assimetria intracromossômica (A1) (Tabela 1) observados aqui indicam  
282 que os cariótipos são mais assimétricos, inclusive no gênero *Hippeastrum*, considerado  
283 cariotipicamente mais estável, e corroboram os dados cariomorfológicos apresentados por  
284 Poggio *et al.* (2007). Em adição, a variação observada na razão entre o maior e o menor  
285 cromossomo do complemento (R), bem como a variação dos números fundamentais (NF) e as  
286 séries dispolides discretas da presente amostragem, suportam a ocorrência de alterações  
287 estruturais e/ou numéricas nos gêneros analisados. Cariótipos mais assimétricos são  
288 tradicionalmente considerados como derivados de cariótipos mais simétricos (Stebbins,  
289 1971), particularmente ocorrendo em grupos vegetais que apresentam uma história evolutiva  
290 relacionada a hibridação e poliploidia, como em *Nothoscordum* (Souza *et al.*, 2012). A  
291 elevada variação dos parâmetros cariomorfométricos, verificada tanto entre os gêneros quanto  
292 entre as espécies pertencentes aos diferentes gêneros analisados, são compatíveis com a  
293 hipótese de evolução reticulada em Hippeastrinae, proposta por García *et al.*, (2014). Em  
294 complexos de origem híbrida, que também apresentam eventos de poliploidia, é comum a  
295 ocorrência de rearranjos cromossômicos, como foi verificado em *Epidendrum secundum*  
296 (Assis *et al.*, 2013). Em *Nothoscordum gracile*, citótipos com distintos padrões de bandas  
297 CMA em cromossomos acrocêntricos, bem como a ocorrência de diferentes números  
298 cromossômicos, representam um exemplo claro de um complexo de origem híbrida com  
299 formação independente de diferentes citótipos, comprovada por dados cariológicos e  
300 moleculares (Souza *et al.*, 2012). Apesar de certas espécies apresentarem elevada  
301 compatibilidade reprodutiva no início da formação de uma linhagem híbrida, alterações  
302 estruturais podem ser a causa inicial na formação de barreiras pós ou pré-zigóticas entre as  
303 diferentes linhagens, que posteriormente tornam-se reprodutivamente isoladas (Rieseberg e  
304 Willis, 2007).

305 O gênero *Zephyranthes* é polifilético (García *et al.*, 2014), de difícil delimitação  
306 taxonômica, ampla variação cariológica, com registros de poliploidia e de pequenas séries  
307 dispolides, e ocorrência de mecanismos de reprodução assexuada (Greizerstein & Naranjo,  
308 1987; Felix *et al.*, 2008; 2011a,b). Na presente análise destaca-se *Zephyranthes mesochloa*,

309 que apresentou o maior número cromossômico da presente amostragem ( $2n = 26$ ). Esta  
310 espécie também pertence ao clado com  $x = 6$  (García *et al.*, 2014), com registros prévios de  $2n$   
311  $= 12, 24$  e  $48$  (Sharma & Ghosh, 1954; Sharma, 1956; García *et al.*, 2014). O cariótipo  
312 analisado no presente trabalho possivelmente é resultado de um evento de poliploidia seguido  
313 de disploidia. A ocorrência de apenas dois sítios de DNAr 45S nesta espécie pode ser  
314 resultado de ajustes cromossômicos decorrentes de diploidização, por meio da eliminação de  
315 sítios redundantes do genoma, incluindo sequências de DNAr. A eliminação de sequências  
316 altamente repetitivas do genoma após a poliploidia é um fenômeno amplamente conhecido em  
317 plantas (Wolfe, 2001; Leitch & Bennett, 2004; Clarkson *et al.*, 2005; Leitch *et al.*, 2005;  
318 Leitch *et al.*, 2008), a exemplo de *Nicotiana nudicaulis* (Renny-Byfield *et al.*, 2013) e  
319 *Arabidopsis thaliana* (Lysak *et al.*, 2006), onde este fenômeno foi minuciosamente estudado.  
320 Por outro lado, foram visualizados quatro sítios de DNAr 5S terminais que suportam a  
321 hipótese de poliploidia. Apesar de não terem sido visualizados cromossomos acrocêntricos, o  
322 cariótipo exibe um conjunto de cromossomos menores ( $3,06 \mu\text{m}$  de comprimento), que  
323 correspondem a metade do maior cromossomo do complemento ( $7,67 \mu\text{m}$ ), sugerindo a  
324 ocorrência de disploidia ascendente ou descendente. Contudo, na hipótese filogenética  
325 proposta por García *et al.*, (2014), *Z. mesochloa* está posicionada no clado cujo número básico  
326 é  $x = 6$ . Neste contexto, a hipótese de disploidia ascendente para explicar a origem de  $2n = 26$   
327 a partir de um cariótipo com  $2n = 24$  parece mais parcimoniosa. Em contrapartida, diversos  
328 trabalhos atribuem a variação cromossômica numérica observada no gênero *Zephyranthes* a  
329 ocorrência de cromossomos B (Greizerstein & Naranjo, 1987; Felix *et al.*, 2008; 2011a, b).  
330 Porém, não foi identificada nenhuma característica cromossômica distintiva entre os  
331 cromossomos de *Zephyranthes mesochloa*, que possibilitasse a indicação de ocorrência de  
332 cromossomos B na presente análise. Aqui sugerimos a ocorrência de disploidia, suportada  
333 pela análise da variação cromossômica numérica, observada também em outros representantes  
334 do gênero, a exemplo de *Z. flavíssima* com  $2n = 14$ , espécie irmã de *Z. mesochloa* na análise  
335 filogenética proposta por García *et al.*, (2014), que apresenta apenas dois sítios de DNAr 5S, e  
336 ocorrência de quatro cromossomos acrocêntricos. A hipótese de que *Zephyranthes* constitua-  
337 se de um complexo de espécies crípticas, relacionada a ocorrência de alterações  
338 cromossômicas, incluindo a disploidia, foi sugerida por Felix *et al.* (2011a). As espécies  
339 supracitadas pertencem ao clado cujas espécies mais basais apresentam  $2n = 12$ , a exemplo de  
340 *Habranthus pedunculosos*, grupo irmão de todo o clado com  $x = 6$  (García *et al.*, 2014).

341 O gênero *Hippeastrum* apresenta ca. 70 espécies ocorrentes nas regiões tropicais e  
342 subtropicais da América do Sul (Poggio *et al.*, 2007), sendo atualmente considerado o único  
343 gênero monofilético não monotípico da subtribo Hippeastrinae (García *et al.*, 2014). Este

344 clado é fortemente suportado por dados moleculares, pelo número básico  $x = 11$ , cariótipos  
345 moderadamente assimétricos e bimodais (Poggio *et al.*, 2007) e ocorrência de uma série  
346 poliploide regular (Poggio *et al.*, 2007; García *et al.*, 2014). As espécies diploides apresentam  
347 dois sítios de DNAr 45S terminais colocalizados com regiões ricas em GC (CMA<sup>+</sup>)  
348 correspondentes as RONs, bem como por dois sítios subterminais de DNAr 5S, que  
349 corroboram o monofiletismo do gênero. Além disso, alguns autores consideram o número  
350 cromossômico  $2n = 22$  plesiomórfico em Amaryllidaceae (Merrow *et al.*, 1999). O padrão de  
351 localização dos sítios de DNAr em representantes do gênero *Hippeastrum* apresentado no  
352 presente trabalho também foi observado em alguns espécimes dos gêneros *Habranthus* e  
353 *Zephyranthes*, indicando que estas linhagens compartilham ancestrais com características  
354 cariológicas semelhantes. Além disso, altos níveis de compatibilidade reprodutiva envolvendo  
355 a produção de híbridos entre espécies de *Zephyranthes* são bastante conhecidas (Flory, 1977).  
356 Partindo das análises cariológicas observadas aqui, a ocorrência de cariótipo com um par de  
357 sítios de DNAr 45S terminais, e um par de sítios de DNAr 5S poderia ser considerada como o  
358 padrão mais ancestral dentre as linhagens da subtribo Hippeastrinae.

359 A delimitação de alguns gêneros em Hippeastrinae é bastante debatida (Flory, 1977;  
360 Dutilh & Assis, 2005; Meerow *et al.*, 2000; García *et al.*, 2014), principalmente envolvendo  
361 os gêneros *Zephyranthes* e *Habranthus*, em virtude da ausência de caracteres morfológicos  
362 que permitam uma separação clara entre os representantes destes gêneros. As espécies  
363 *Habranthus brachyandrus* e *H. sylvaticus* recentemente foram transferidas para o gênero  
364 *Habranthus*, sendo anteriormente utilizadas as denominações *Zephyranthes brachyandra* e *Z.*  
365 *sylvatica*, respectivamente (Govaerts, 2011), exemplificando a inconsistência taxonômica  
366 destes grupos. As espécies *Zephyranthes flavissima* e *Z. mesochloa*, segundo a filogenia  
367 proposta por García *et al.*, (2014), encontram-se no clado das espécies de *Habranthus* e  
368 apresentam mesmo padrão de número e localização de bandas CMA<sup>+</sup> e número de sítios de  
369 DNAr 5S. Estes dados sugerem que essas espécies sejam transferidas para o gênero  
370 *Habranthus*. Contudo, para as outras espécies do gênero *Zephyranthes*, é necessária uma  
371 análise mais representativa, incluindo outras espécies, para que sejam realizadas decisões  
372 taxonômicas mais coerentes. Estes táxons usualmente são delimitados por meio de algumas  
373 características homoplásicas, a exemplo de simetria da flor: *Zephyranthes* apresentaria flores  
374 actinomorfas eretas, com estames eretos de mesmo comprimento, enquanto *Habranthus*  
375 apresentaria flores zigomorfas declinadas, estames declinados e com diferentes comprimentos  
376 (Dutilh & Assis, 2005). Contudo, ambos os gêneros são polifiléticos, conforme análises  
377 baseadas em sequências de DNA nuclear e plastidial (García *et al.*, 2014). Apesar de ter sido  
378 possível distinguir os principais clados monofiléticos, por meio da associação entre dados



379 moleculares e cromossômicos (García et al., 2014), a variação dispoloide, ocorrência de  
380 poliploidia e cromossomos B em *Zephyranthes* e *Habranthus* tornam inviável, com base em  
381 dados cromossômicos, a diferenciação entre espécies. Neste contexto, análises mais  
382 detalhadas, envolvendo outras técnicas citogenéticas são necessárias, a fim de que se  
383 encontrem marcadores mais úteis para a diferenciação das espécies de ambos os gêneros.

384

385

#### 386 **4.6 Financiamento**

387 Este trabalho foi suportado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e  
388 Tecnológico (CNPq) e Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco  
389 (FACEPE).

390

391

#### 392 **4.7 Agradecimentos**

393 Os autores gostariam de agradecer ao Erton Mendonça de Almeida por seu grande  
394 auxílio na coleta das espécies estudadas neste trabalho.

395

396

#### 397 **4.8 Referências Bibliográficas**

398 **Assis FNM, Souza BCQ, Medeiros-Neto E, Pinheiro F, Silva AEB, Felix LP. 2013.**  
399 Karyology of the genus *Epidendrum* (Orchidaceae: Laeliinae) with emphasis on subgenus  
400 *Amphiglottium* and chromosome number variability in *Epidendrum secundum*. *Botanical*  
401 *Journal of the Linnean Society*. **172**: 329-344

402

403 **Barros e Silva AE, Guerra M. 2010.** The meaning of DAPI bands observed after C-banding  
404 and FISH procedures. *Biotechnic & Histochemistry* **85**: 115–125.

405

406 **Brandham PE, Bhandol PS. 1997.** Chromosomal relationships between the genera  
407 *Amaryllis* and *Hippeastrum* (Amaryllidaceae). *Kew Bulletin* **52**: 973–980.

408

409 **Clarkson JJ, Lim KY, Kovarik A, Chase MW, Knapp S, Leitch AR. 2005.** Long-term  
410 genome diploidization in allopolyploid *Nicotiana* section *Repandae* (Solanaceae). *New*  
411 *Phytologist* **168**: 241–252.

412

413 **Daviña JR. 2001.** Estudios citogeneticos en algunos generos argentinos de Amaryllidaceae.  
414 2001. 184f. *Thesis*, University National of Cordoba, Cordoba.

415

416 **Dutilh JHA, Assis MCD. 2005.** Liliaceae s. l. In: Wanderley MGL, Shepherd GJ, Melhem  
417 TS, Giullietti AM. (Ed.). *Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo*. São Paulo: FAPESP:  
418 RiMa. **4**: 244–256.

- 419 **Felix WJP, Dutilh JHA, Melo NF, Almeida A, Felix LP. 2008.** Intrapopulational  
420 chromosome number variation in *Zephyranthes sylvatica* Baker (Amaryllidaceae:  
421 Hippeastreae) from northeast Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* **32**: 371–375.  
422
- 423 **Felix WJP, Felix LP, Melo NF, Dutilh JHA, Carvalho R. 2011a.** Cytogenetics of  
424 Amaryllidaceae species: heterochromatin evolution in different ploidy levels.  
425 *Plant Systematics and Evolution* **292**: 215–221.  
426
- 427 **Felix WJP, Felix LP, Melo NF, Oliveira MBM, Dutilh JHA, Carvalho R. 2011b.**  
428 Karyotype variability in species of the genus *Zephyranthes* Herb. (Amaryllidaceae –  
429 Hippeastreae). *Plant Systematics and Evolution* **294**: 263–271.  
430
- 431 **Flory WS, Smith GL 1980.** The chromosomes of *Habranthus martinezii* and *H. robustus* and  
432 their hybrid. *Plant Life* **36**: 54–62.  
433
- 434 **Flory WS. 1977.** Overview of chromosome evolution in the Amaryllidaceae. *The Nucleus* **20**:  
435 70–88.  
436
- 437 **García N, Meerow AW, Soltis DE, Soltis PS. 2014.** Testing Deep Reticulate Evolution in  
438 Amaryllidaceae Tribe Hippeastreae (Asparagales) with ITS and Chloroplast sequence Data.  
439 *Systematic Botany* **39**: 75–89.  
440
- 441 **Govaerts RHA. 2011.** World checklist of selected plant families published update. Facilitated  
442 by the Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew.  
443
- 444 **Greizerstein E, Naranjo C. 1987.** Estudios cromosomicos en especies de *Zephyranthes*  
445 (Amaryllidaceae). *Darwiniana* **28**: 169–186.  
446
- 447 **Guerra M. 2000.** Chromosome number variation and evolution in Monocots. In: Wilson, Kl;  
448 Morrison, Da. (eds.). *Monocots: systematics and evolution*. Melbourne: CSIRO, p. 127–136.  
449
- 450 **Guerra M. 2012.** Cytotaxonomy: the end of childhood. *Plant Biosystems*. **146**: 703– 710.  
451
- 452 **Guerra M. 1988.** Introdução à Citogenética Geral. Rio de Janeiro, Guanabara. 142p  
453
- 454 **Hu TT, Pattyn P, Bakker EG, Cao J, Cheng JF, Clark RM, Fahlgren N, Fawcett JA,**  
455 **Grimwood J, Gundlach H, Haberer G, Hollister JD, Ossowski S, Otitlar RP, Salamov**  
456 **AA, Schneeberger K, Spannagl M, Wang X, Yang L, Nasrallah ME, Bergelson J,**  
457 **Carrington JC, Gaut BS, Schmutz J, Mayer KFX, Van de Peer Y, Grigoriev IV,**  
458 **Nordborg M, Weigel D, Guo YL. 2011.** The *Arabidopsis lyrata* genome sequence and the  
459 basis of rapid genome size change. *Nature Genetics* **43**: 476– 481.  
460
- 461 **Leitch IJ, Bennett MD. 2004.** Genome downsizing in polyploid plants. *Biological Journal of*  
462 *the Linnean Society* **82**: 651–663  
463
- 464 **Leitch IJ, Hanson L, Lim KY, Kovarik A, Chase MW, Clarkson JJ, Leitch AR. 2008.**  
465 The ups and downs of genome size evolution in polyploid species of *Nicotiana* (Solanaceae).  
466 *Annals of Botany* **101**: 805–814.  
467
- 468 **Leitch IJ, Soltis DE, Soltis PS, Bennett MD. 2005.** Evolution of DNA amounts across land  
469 plants (Embryophyta). *Annals of Botany* **95**: 207–217.  
470

- 471 **Lysak MA, Berr A, Pecinka A, Schmidt R, McBreen K, Schubert I. 2006.** Mechanisms of  
472 chromosome number reduction in *Arabidopsis thaliana* and related Brassicaceae species.  
473 *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)* **103**: 5224 – 5229.  
474
- 475 **Meerow AW, Fay MF, Guy CL, Li QB, Zaman FQ, Chase MW. 1999.** Systematics of  
476 Amaryllidaceae based on cladistic analysis of plastid rbcL and trnL–F sequence data.  
477 *American Journal of Botany* **86**: 1325–1345.  
478
- 479 **Meerow AW, Guy CL, Li QB, Yang SL. 2000.** Phylogeny of the American Amaryllidaceae  
480 based on rDNA ITS sequences. *Systematic Botany* **25**: 708–726.  
481
- 482 **Pedrosa A, Sandal N, Stougaard J, Schweizer D, Bachmair A. 2002.** Chromosomal map of  
483 the model legume *Lotus japonicus*. *Genetics* **161**: 1661–1672.  
484
- 485 **Poggio L, González G, Naranjo CA. 2007.** Chromosome studies  
486 in *Hippeastrum* (Amaryllidaceae): variation in genome size. *Botanical Journal of Linnean*  
487 *Society* **155**: 171–178.  
488
- 489 **Renny–Byfield S, Kovarik A, Kelly LJ, Macas J, Novak P, Chase MW, Nichols**  
490 **RA, Pancholi MR, Grandbastien MA, Leitch AR. 2013.** Diploidization and genome size  
491 change in allopolyploids is associated with differential dynamics of low– and high–copy  
492 sequences. *Plant Journal* **74**: 829–39.  
493
- 494 **Rieseberg LH, Willis JH. 2007.** Plant speciation. *Science* **317**: 910–914.  
495
- 496 **Rieseberg LH. 2001.** Chromosomal rearrangements and speciation. *Trends in Ecology &*  
497 *Evolution* **16**: 351.  
498
- 499 **Romero Zarco C. 1986.** A new method for estimating karyotype asymmetry. *Taxon* **35**: 526–  
500 530.  
501
- 502 **Schubert I. 2007.** Chromosome evolution. *Current opinion in plant biology* **10**: 109–115.  
503
- 504 **Schubert I. 2011.** Between genes and genomes – future challenges for cytogenetics.  
505 *Frontiers in Genetics* **2**: 30.  
506
- 507 **Schweizer D, Ambros PF. 1994.** Chromosome banding. Stain combinations for specific  
508 regions. *Methods in Molecular Biology* **29**: 97–112.  
509
- 510 **Sharma AK. 1956.** A new concept of a means of speciation in plants. *Caryologia* **9**: 93–130.  
511
- 512 **Sharma, AK, Ghosh, C. 1954.** Further investigation on the cytology of the family  
513 Amaryllidaceae and its bearing on the interpretation of its phylogeny. *Genetica*. **6**: 71–100.  
514
- 515 **Souza LGR, Crosa O, Guerra M. 2010.** Karyological circumscription of *Ipheion*  
516 *Rafinesque* (Gilliesioideae, Alliaceae). *Plant Systematics and Evolution* **287**: 119–127.  
517
- 518 **Souza LGR, Crosa O, Speranza P, Guerra M. 2012.** Cytogenetic and molecular evidence  
519 suggest multiple origins and geographical parthenogenesis in *Nothoscordum gracile*  
520 (Alliaceae). *Annals of Botany* **109**: 987–999.  
521
- 522 **Stebbins GL. 1971.** *Chromosomal evolution in higher plants*. Edward Arnold Ltd,

523 London. 216p.

524

525 **Wanzenböck EM, Schöfer C, Schweizer D, Bachmair A. 1997.** Ribosomal transcription  
526 units integrated via T-DNA trans-formation associate with the nucleolus and do not require  
527 up-stream repeat sequences for activity in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Journal* **11**: 1007–  
528 1016.

529

530 **Wolfe KH. 2001.** Yesterday's polyploids and the mystery of diploidization. *Nature Reviews*  
531 *Genetics* **2**: 333–341.

532

533 **Ziolkowski PA, Kaczmarek M, Babula D, Sadowski J. 2006.** Genome evolution in  
534 *Arabidopsis/Brassica*: conservation and divergence of ancient rearranged segments and their  
535 breakpoints. *The Plant Journal* **47**: 63–74.

**Tabela 1.** Espécies estudadas da subtribo Hippeastrinae, seus respectivos locais de coleta, número cromossômico diploide (**2n**), número fundamental (**NF**), fórmula cariotípica (**FC**), variação no tamanho cromossômico, comprimento cromossômico total do complemento haploide (**tl**), média do comprimento cromossômico (**C**), razão entre o cromossomo maior e o menor cromossomo do complemento (**R**), razão média da relação entre os braços cromossômicos (**r**), índice de assimetria intracromossômica (**A1**) e índice de assimetria intercromossômica (**A2**).

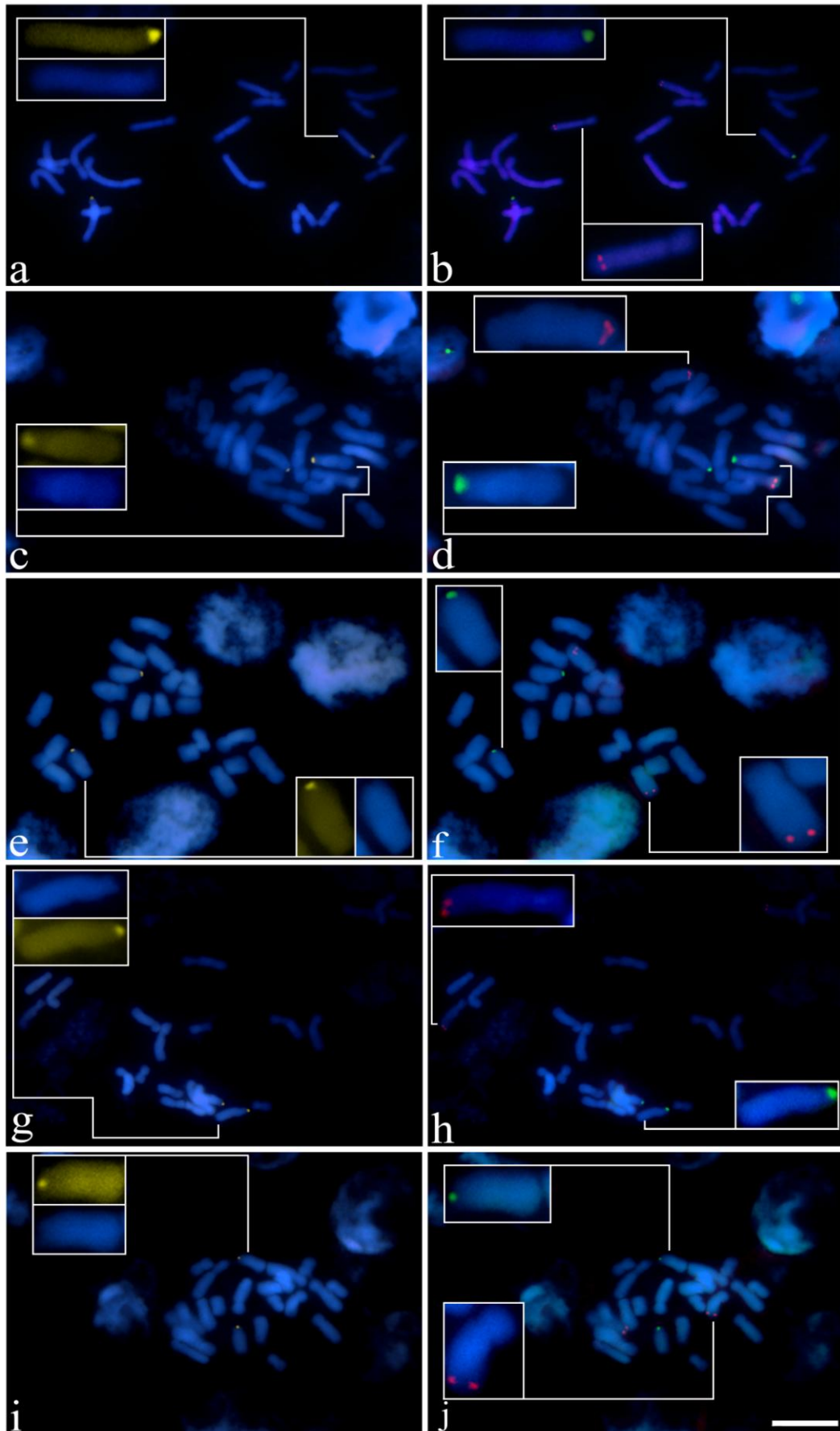
Táxon	Coletor	Procedência*	2n	NF	FC	Variação no tamanho cromossômico (µm)	tl	C	R	r	A1	A2
<i>Habranthus brachyandrus</i> (Baker) Sealy	LPFelix, 14.177	Caçapava do Sul, RS	12	24	4M+8SM	7,53-11,25	106,50	8,76	1,49	1,54	0,33	0,13
<i>Habranthus sylvaticus</i> (Mart. ex Schult. & Schult.f.) Herb.	EMAlmeida 720	Morro do Chapéu, BA	12	24	2M+10SM	5,6-12,4	99,59	9,52	2,21	2,19	0,48	0,28
<i>Hippeastrum glaucescens</i> (Mart. ex Schult. & Schult.f.)Herb.	EMAlmeida, 737	Morro do Chapéu, BA	22	36	5M+9SM+8A	3,92-10,46	154,75	7,15	2,66	2,38	0,50	0,28
<i>Hippeastrum puniceum</i> (Lam.) Kuntze	ECXRSantos, 26	Igarassu, PE	22	42	6M+14SM+2A	4,94-9,8	155,72	7,59	1,98	1,98	0,44	0,22
<i>Hippeastrum striatum</i> (Lam.) Moore	EMAlmeida, 632	Palmeiras, BA	22	42	8M+12SM+2A	3,53-8,1	119,70	5,28	2,29	1,93	0,39	0,25
<i>Hippeastrum stylosum</i> Herb.	LPFelix, 13.673	Rio Tinto, PB	22	42	6M+14SM+2A	4,08-9,14	148,57	7,01	2,24	2,0	0,45	0,26
<i>Hippeastrum</i> sp1.	EMAlmeida, 450	Águas Belas, PE	22	42	2M+18SM+2A	3,0-7,8	119,12	5,49	2,6	2,04	0,45	0,27
<i>Zephyranthes flavissima</i> Ravenna	LPFelix, 14.198	Alegrete, RS	14	24	10SM+4A	5,42-9,03	94,95	7,13	1,66	2,14	0,52	0,16
<i>Zephyranthes mesochloa</i> Herb. ex Lindl.	LPFelix, 14.163	Bagé, RS	26	52	6M+20SM	3,06-7,67	113,49	5,15	2,5	1,99	0,47	0,27
<i>Zephyranthes</i> aff. <i>stellaris</i>	EMAlmeida, 705	Morro do Chapéu, BA	20	38	8M+10SM+2A	6,29-12,99	195,75	9,65	2,06	1,72	0,36	0,26

\*BA= Estado da Bahia; PB= Estado da Paraíba; PE= Estado de Pernambuco; RS= Estado do Rio Grande do Sul.

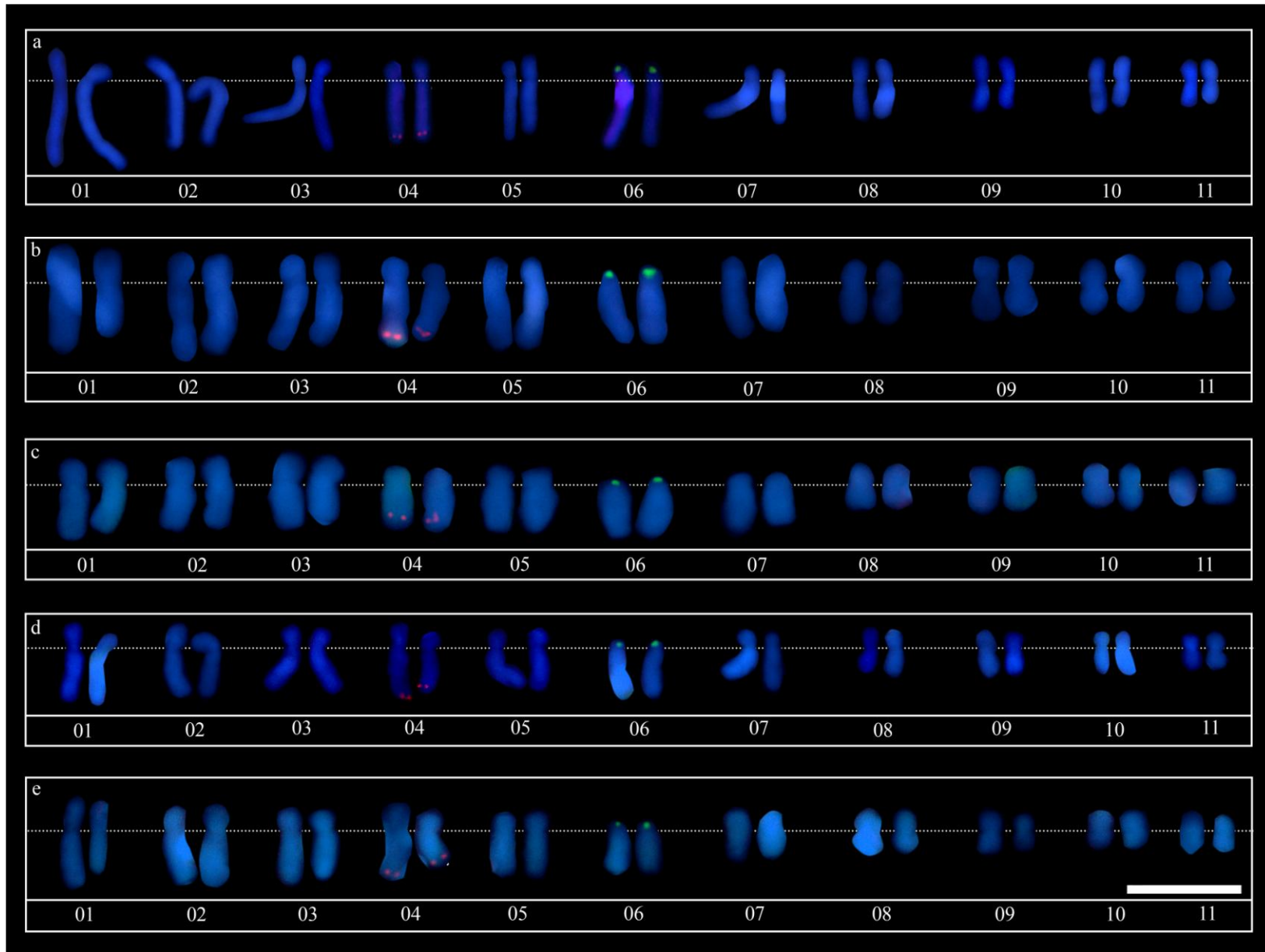
**Tabela 2.** Relação das espécies estudadas, locais de coleta e dados cariotípicos relativos ao número e distribuição de bandas CMA/DAPI e sítios de DNAr. Abreviações: i = intersticial; p = proximal; st = subteloamérica; t = terminal.

Táxon	Procedência*	2n	Figuras	CMA <sup>+</sup> DAPI <sup>17</sup>	DNAr 45S	DNAr 5S
<i>Habranthus brachyandrus</i> (Baker) Sealy	Caçapava do Sul, RS	12	Fig 3a-b	2p+2st	2p+2st	2i +2p+2t
<i>Habranthus sylvaticus</i> (Mart. ex Schult. & Schult.f.) Herb.	Morro do Chapéu, BA	12	Fig 3c-d	2t	2t	2t
<i>Hippeastrum glaucescens</i> (Mart. ex Schult. & Schult.f.)Herb.	Morro do Chapéu, BA	22	Fig 1a-b	2t	2t	2t
<i>Hippeastrum puniceum</i> (Lam.) Kuntze	Igarassu, PE	22	Fig 1c-d	2t	2t	2st
<i>Hippeastrum striatum</i> (Lam.) Moore	Palmeiras, BA	22	Fig 1e-f	2t	2t	2st
<i>Hippeastrum stylosum</i> Herb.	Rio Tinto, PB	22	Fig 1g-h	2t	2t	2st
<i>Hippeastrum</i> sp1.	Águas Belas, PE	22	Fig 1i-j	2t	2t	2st
<i>Zephyranthes flavissima</i> Ravenna	Alegrete, RS	14	Fig 3e-f	4t	4t	2t
<i>Zephyranthes mesochloa</i> Herb. ex Lindl.	Bagé, RS	26	Fig 3g-h	2t	2t	4t
<i>Zephyranthes</i> aff. <i>stellaris</i>	Morro do Chapéu, BA	20	Fig 3i-j	2t	2t	4i

\*BA= Estado da Bahia; PB= Estado da Paraíba; PE= Estado de Pernambuco; RS= Estado do Rio Grande do Sul.

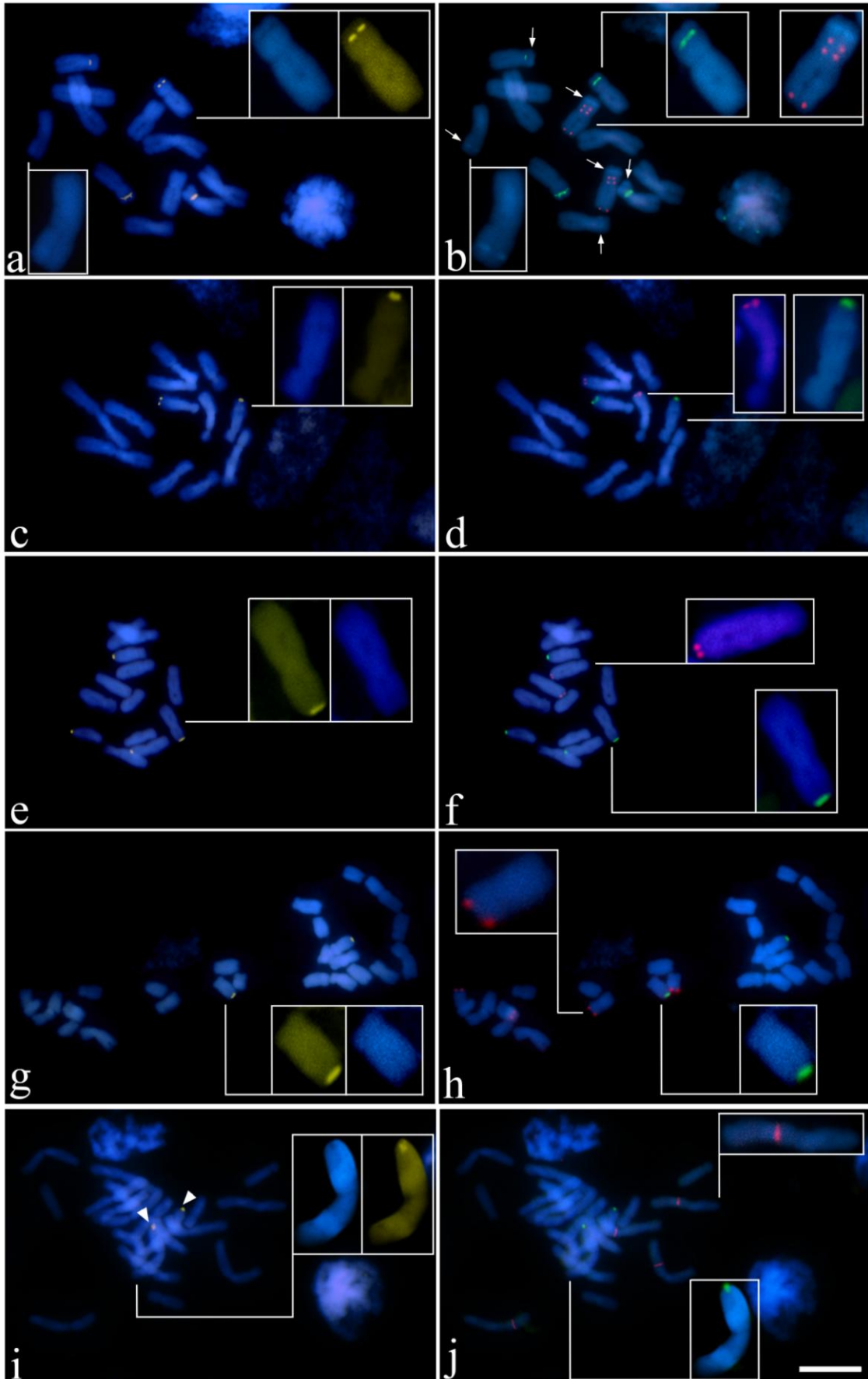


**Figura 1.** Metáfases mitóticas de espécies do gênero *Hippeastrum* ( $2n = 22$ ) coradas com CMA (amarelo), DAPI (azul) e hibridizadas com sondas de DNAr 5S (vermelho) e 45S (verde). (**a-b**) *Hippeastrum glaucescens*; (**c-d**) *H. puniceum*; (**e-f**) *H. striatum* (**g-h**) *H. stylosum*; (**i-j**) *Hippeastrum* sp1. Insertos mostram maior ampliação em **a, c, e, g, i** das bandas CMA<sup>+</sup>/DAPI e em **b, d, f, h, j** dos sítios de DNAr 5S e 45S. Barra em **j** corresponde a 10 $\mu$ m.

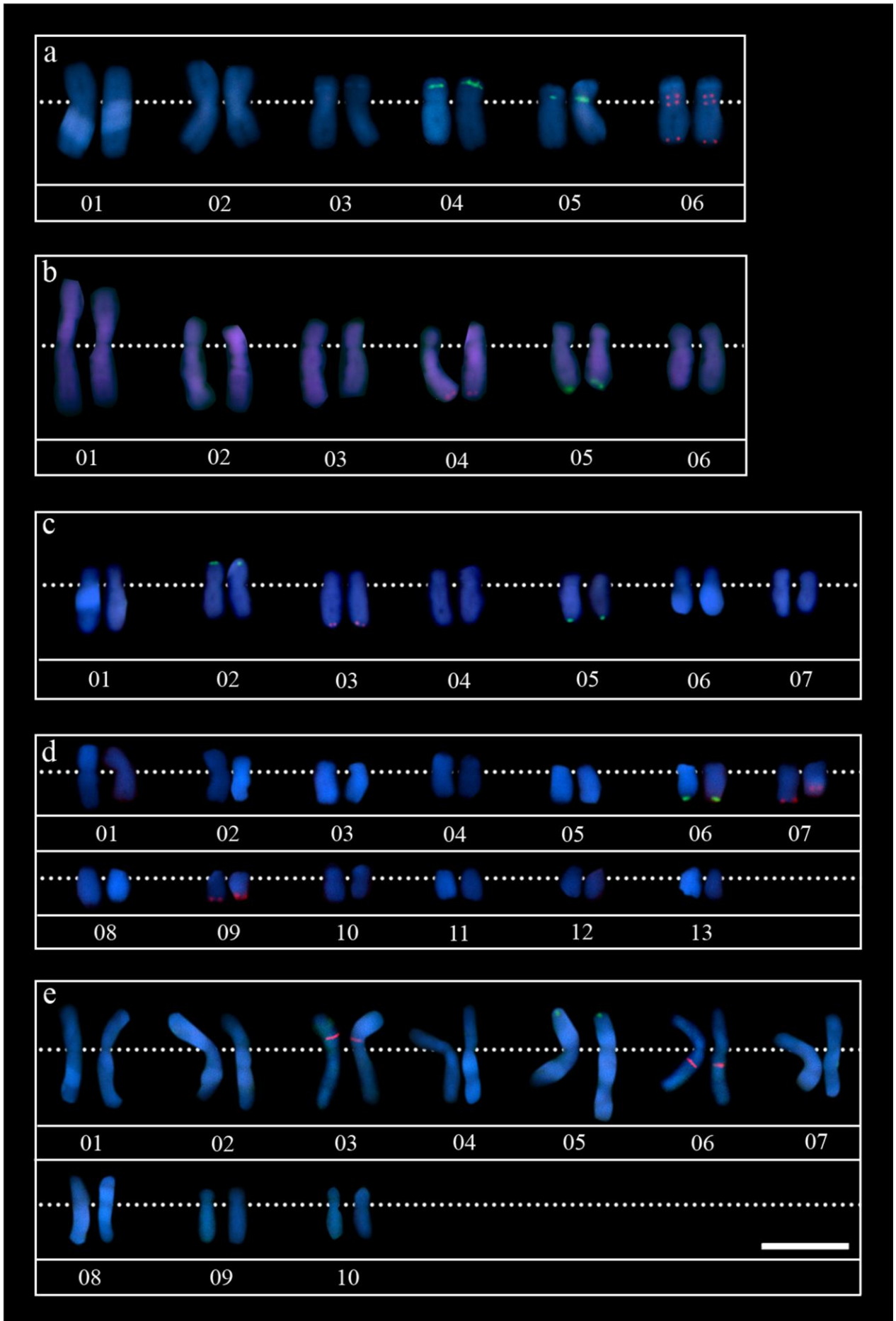


**Figura 2.** Cariogramas das espécies do gênero *Hippeastrum* coradas com DAPI (azul) e hibridizadas *in situ* com sondas de DNAr 5S (vermelho) e 45S (verde). (a) *Hippeastrum glaucescens*; (b) *H. puniceum*; (c); *H. striatum*; (d) *H. stylosum*; (e) *Hippeastrum* sp1. Todos os cariogramas foram organizados por ordem decrescente de tamanho. A barra em e corresponde a 10 µm. A linha pontilhada indica a posição do centrômero.





**Figura 3.** Células metafásicas de espécies dos gêneros *Habranthus* e *Zephyranthes* coradas com CMA (amarelo), DAPI (azul) e hibridizadas com sondas de DNAr 5S (vermelho) e 45S (verde). (**a-b**) *Habranthus brachyandrus* ( $2n = 12$ ); (**c-d**) *H. sylvaticus* ( $2n = 12$ ); (**e-f**) *Zephyranthes flavissima* ( $2n = 14$ ); (**g-h**) *Z. mesochloa* ( $2n = 24$ ); (**i-j**) *Zephyranthes* aff. *stellaris* ( $2n = 20$ ). Insertos mostram maior ampliação em **a, c, e, g, i** das bandas CMA<sup>+</sup>/DAPI e em **b, d, f, h, j** dos sítios de DNAr 5S e 45S. Setas em **b** apontam bandas mais fortemente coradas com DAPI após a FISH (inserto). Cabeça de setas em **i** indicam bandas CMA<sup>+</sup>. Barra em **j** corresponde a 10µm.



**Figura 4.** Cariogramas das espécies do gênero *Habranthus* e *Zephyranthes* coradas com CMA (amarelo) e DAPI (azul) e hibridizadas *in situ* com sondas de DNAr 5S (vermelho) e 45S (verde). (a) *Habranthus brachyandrus*; (b) *H. sylvaticus* (c) *Zephyranthes flavissima*; (d) *Z. mesochloa*; (e) *Zephyranthes* aff. *stellaris*. Todos os cariogramas foram organizados por ordem decrescente de tamanho. A barra em e corresponde a 10 μm. A linha pontilhada indica a posição do centrômero.

## CAPÍTULO II

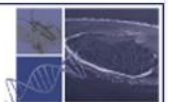
---

### **Marcação de histonas H3 e H4 modificadas em diferentes domínios da cromatina de *Habranthus sylvaticus* (Amaryllidaceae): um caso incomum para espécie com genoma grande**

Artigo a ser publicado no periódico **Biological Journal of the Linnean Society**



**BIOLOGICAL**  
Journal of the  
Linnean Society



## 1 5. CAPÍTULO II

### 2 Artigo original

3

#### 4 Título:

5 **Marcação de histonas H3 e H4 modificadas em diferentes domínios da**  
6 **cromatina de *Habranthus sylvaticus* (Amaryllidaceae): um caso incomum**  
7 **para espécie com genoma grande**

8

#### 9 Autores:

10 Emmanuely Calina X. R. dos Santos<sup>1</sup>, Lidiane L. Feitoza<sup>1</sup>, Nataniel F. Melo<sup>2</sup>, Leonardo P.  
11 Félix<sup>3</sup>, Reginaldo de Carvalho<sup>1,\*</sup>

12

13 <sup>1</sup>Laboratório de Citogenética Vegetal, Programa de Pós-Graduação em Botânica, Departamento  
14 de Biologia/Genética, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de  
15 Medeiros s/nº, Dois Irmãos 52171900, Recife, PE, Brasil;

16

17 <sup>2</sup>Laboratório de Biotecnologia, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de  
18 Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido, Petrolina, PE, Brasil;

19

20 <sup>3</sup>Laboratório de Botânica, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Fitotecnia,  
21 Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, Brasil;

22 \* Para correspondência. e-mail: reginaldo.ufrpe@gmail.com

23

#### 24 5.1 Resumo

25 Estudos epigenéticos sobre a estrutura da cromatina visam compreender a maneira pela qual a  
26 eu- e heterocromatina de espécies com diferentes genomas é organizada e mantida. No presente  
27 trabalho as análises citogenéticas foram baseadas no padrão de distribuição de histonas  
28 modificadas (H4K5ac, H3K9me2, H3K27me2 e H3S10f), coloração convencional com  
29 Giemsa, bandeamentos C e CMA/DAPI, FISH com sondas de DNA ribossomal 5S e 45S e  
30 estimativa de DNA nuclear de *Habranthus sylvaticus*. H4K5ac revelou em cromossomos  
31 prometáfásicos e metáfásicos forte marcação nas regiões terminais e proximais. No ciclo  
32 mitótico, H4K5ac revelou na prometáfase-anáfase, um pequeno bloco hiperacetilado em um  
33 par cromossômico, o qual foi associado às RONS, que em telófase desaparece por completo.  
34 Com a H3K9/K27me2 foi possível observar pequenos blocos mais brilhantes nas regiões  
35 terminais. H3S10f ocorreu na região pericentromérica de todos os cromossomos na fase M,

36 estando ausente na intérfase. As bandas CMA<sup>+</sup> e bandas C foram co-localizadas com a região  
 37 do DNAr 45S, que também foram acetiladas no ciclo-celular dependente. *Habranthus*  
 38 *sylvaticus* parece manter um nível de organização genômico com compartimentos mais  
 39 definidos, em relação aos domínios de cromatina e organização de suas sequências, quando  
 40 comparado a maioria das espécies com genomas grandes. Além disso, a forte acetilação da  
 41 H4K5 na heterocromatina CMA<sup>+</sup>/DNAr 45S restrita a apenas algumas fases do ciclo mitótico,  
 42 mostrou uma dinâmica da RON ciclo celular-dependente.

43

44 **Palavras chave:** Amaryllidaceae – Bandeamento C – cromatina – fluorocromos CMA/DAPI –  
 45 marcadores epigenéticos – FISH – Histone – *Habranthus sylvaticus*.

46

47

## 48 5.2 Introdução

49 *Habranthus* Herb. (Hippeastreae), é um gênero neotropical pertencente à família  
 50 Amaryllidaceae que apresenta aproximadamente 50 espécies, com 18 destas ocorrentes no  
 51 Brasil (Dahlgren, Clifford & Yeo, 1985; Dutilh, 2009; Judd *et al.*, 2009). O gênero é  
 52 constituído por ervas de flores pequenas, brancas, rosas ou vermelhas com grande potencial  
 53 ornamental. Além disso, produzem alcalóides importantes para a indústria farmacêutica, como  
 54 é o caso das espécies *Habranthus tubispatus* (L'Hér.) Traub e *H. jamesonii* (Baker) Ravenna  
 55 (Cavallaro *et al.*, 2014). Recentemente, dados moleculares indicaram uma origem híbrida para  
 56 *Habranthus* e os demais representantes da tripo Hippeastreae (García *et al.*, 2014). Os gêneros  
 57 *Habranthus* e *Zephyranthes* Herb. exibem uma notável inconsistência taxonômica devido a  
 58 falta de caracteres morfológicos que os separem de forma clara, o que leva, ainda hoje, a  
 59 intensos debates entre taxonomistas e uma frequente transferência de espécies entre os gêneros.

60 Citologicamente, apesar de *Habranthus* ser um grupo bastante estudado por meio da  
 61 coloração convencional e bandeamento com fluorocromos, poucos são os trabalhos sobre as  
 62 características citomoleculares de suas espécies (Felix *et al.*, 2008; Felix *et al.*, 2011). Os  
 63 representantes deste gênero possuem genomas grandes, com aproximadamente 2C = 35 pg  
 64 (Royal Botanic Gardens Kew, 2013). Os números cromossômicos básicos variam de 2n = 12 in  
 65 *Habranthus brachyandrus* (Baker) Sealy (Felix *et al.*, 2011) e 2n = 50 in *H. longifolius*  
 66 (Hemsl.) Flagg (Coe, 1954), e com uma série de números cromossômicos para o gênero: x = 6,  
 67 7, 8, 9, 11, 13. Dentre as espécies que compõe o gênero destaca-se *Habranthus sylvaticus* (= *Zephyranthes sylvatica* Baker), uma erva endêmica do bioma Caatinga do Nordeste brasileiro,  
 68 muito resistente às condições de seca extrema (Silva *et al.*, 2014). A poliploidia é o principal  
 69

70 mecanismo evolutivo responsável pela ampla variabilidade cromossômica numérica encontrada  
71 na espécie, com registros na literatura de  $2n = 24$  e  $2n = 48$  (Felix *et al.*, 2008) para algumas  
72 populações.

73         Bandeamento cromossômico com corantes fluorescentes, hibridização *in situ*  
74 fluorescente (FISH) e mais recentemente a imunocoloração com histonas modificadas são  
75 técnicas citológicas amplamente utilizadas para a análise cariotípica. Estas técnicas podem ser  
76 aplicadas de maneira independente ou combinadas, permitindo o entendimento da organização  
77 do genoma e dos mecanismos evolutivos responsáveis por variações cromossômicas em grupos  
78 distintos de plantas (Moraes *et al.*, 2007; Dhar *et al.*, 2009). A primeira constitui-se na  
79 coloração cromossômica diferencial de uso mais frequente na citogenética vegetal. Os  
80 fluorocromos cromomicina  $A_3$  (CMA<sub>3</sub>) e 4,6-diamidino-2-fenilindol (DAPI) ligam-se  
81 preferencialmente em regiões heterocromáticas, com riqueza de guanina e citosina (GC) e  
82 adenina e timina (AT), respectivamente (Sumner, 2003). A FISH, por sua vez, utiliza uma  
83 sequência de DNA como sonda para localizar um segmento de DNA alvo, que pode ser uma  
84 sequência gênica ou repetitiva, possibilitando a marcação de um ou vários cromossomos do  
85 complemento. A localização destes sítios auxilia no reconhecimento dos homólogos, na  
86 identificação de genomas parentais e na investigação das relações filogenética entre grupos de  
87 plantas (revisado por Abbasi *et al.*, 2010).

88         Mais recentemente, a técnica de imunocoloração de histonas em associação com a  
89 coloração convencional, fluorocromos CMA/DAPI e com a FISH, entre outras, tem  
90 proporcionado uma melhor compreensão da estrutura da cromatina e seu papel na organização  
91 dos mais diversos genomas. As histonas apresentam caudas N-terminais que estão sujeitas a  
92 uma série de modificações pós-síntese incluindo acetilação, fosforilação e metilação (ver  
93 Kouzarides, 2007; Law & Jacobsen, 2010). Dependendo do aminoácido modificado, as  
94 histonas podem desempenhar funções diversas nas células, como por exemplo, coesão entre  
95 cromátides, condensação cromossômica, reparo do DNA e expressão/silenciamento gênico por  
96 meio de alterações na estrutura da cromatina e em suas propriedades funcionais (revisado por  
97 Nishioka *et al.*, 2002). A utilização de anticorpos contra histonas modificadas possibilita  
98 identificar diferenças na composição e tipos de organização da cromatina em cromossomos de  
99 diferentes grupos de plantas (Houben *et al.*, 2003; Dhar, Fuchs & Houben., 2009; Schübeler,  
100 2009; Feitoza & Guerra 2011a, Marques *et al.*, 2011).

101         A acetilação da histona H4 na lisina 5 (H4K5) é uma modificação pós-traducional  
102 geralmente associada a uma estrutura de cromatina mais descompactada. Esta descompactação  
103 favorece a expressão gênica e a transcrição de alguns tipos de sequências, desempenhando um  
104 papel chave na função e modulação da estrutura da cromatina (Braunstein *et al.*, 1996;

105 Brownell *et al.*, 1996; Shahbazian & Grunstein, 2007). Além disso, em plantas a intensidade da  
106 acetilação em eucromatina e heterocromatina aumenta durante a replicação (Fuchs *et al.*, 2006).  
107 Ao contrário, a metilação de alguns resíduos de histonas H3 tem sido associada à cromatina  
108 mais compactada e à repressão gênica (revisado por Fransz, Hoopen & Tessadori, 2006). A  
109 dimetilação da histona H3 na lisina 9 (H3K9), por exemplo, é um importante marcador de  
110 heterocromatina em espécies de genomas pequenos (Houben *et al.*, 2003). Entretanto, em  
111 espécies com genomas grandes, o aumento de elementos interespaçados na eucromatina tem  
112 induzido silenciamento por processos de heterocromatinização. Devido a isso, o padrão de  
113 marcação da H3K9 tem se mostrado uniforme sem distinção clara de domínios específicos  
114 (Richards & Elgin 2002; Houben *et al.*, 2003; Fuchs *et al.*, 2006).

115 Embora os processos de metilação sejam associados inicialmente à repressão da  
116 cromatina, a metilação da histona H3 nas lisinas 4 e 27 (H3K4, K27), entre outras, tem  
117 mostrado preferência por domínios de eucromatina (Fischle, Wang & Allis, 2003; Lachner,  
118 O'Sullivan & Jenuwein, 2003; Vaquero, Loyola & Reinberg, 2003, Marques *et al.*, 2011).  
119 Além do mais, um único aminoácido pode ser mono-, di- ou tri-metilado, aumentando a  
120 complexidade do efeito das histonas (revisado por Fransz & De Jong 2002; Fransz, Hoopen &  
121 Tessadori, 2006). Por outro lado, a fosforilação da H3 nas serinas 10 (H3S10), uma das marcas  
122 de histonas mais estudadas, está associada a processos de coesão entre cromátides, condensação  
123 da cromatina e reparo de DNA, entre outras funções, sendo por isso de uma maneira geral ciclo  
124 celular dependente (revisado por Nowak & Corces 2004).

125 Deste modo, o presente trabalho objetivou investigar a distribuição e as características  
126 da eu- e heterocromatina em núcleos interfásicos e cromossomos mitóticos de *Habranthus*  
127 *sylvaticus*. Para tanto, foi analisado o padrão de distribuição das histonas modificadas H4K5  
128 acetilada, H3K9 e H3K27 di-metiladas e H3S10 fosforilada, associada com a técnica de  
129 coloração convencional com Giemsa, fluorocromos CMA e DAPI, bandeamento C,  
130 hibridização *in situ* fluorescente (FISH) com sondas de DNA ribossomal 45S e 5S e avaliação  
131 do tamanho do genoma por citometria de fluxo.

132

133

### 134 **5.3 Material e Métodos**

#### 135 **Material**

136 Cinco indivíduos da espécie *H. sylvaticus* foram coletados em Petrolina, Pernambuco,  
137 Brasil. O material vegetal foi herborizado e as exsiccatas depositadas no acervo do Herbário  
138 Prof. Jayme Coelho de Moraes (EAN) da Universidade Federal da Paraíba.

## 139 **Pré-tratamento e fixação**

140 Pontas de raízes foram pré-tratadas em colchicina 0,2% por 24 h, fixadas em solução  
141 Carnoy composta de etanol:ácido acético (3:1, v/v) e estocadas em freezer. Para a técnica de  
142 imunocoloração de histonas as pontas de raízes pré-tratadas foram fixadas por 45 min à  
143 temperatura ambiente em paraformaldeído 4% diluído em 1x PBS (phosphate buffered saline).

144

## 145 **Coloração convencional com Giemsa e bandeamento C**

146 A coloração convencional seguiu o protocolo de Guerra & Souza (2002). As pontas de  
147 raízes foram hidrolisadas com HCl 5N por 20 min, esmagadas em uma gota de ácido acético  
148 45%, congeladas em nitrogênio líquido para remoção da lamínula e coradas com Giemsa 2%.  
149 O procedimento para banda C foi baseado em Schwarzacher, Ambros & Schweizer (1980)  
150 com pequenas modificações. As raízes foram digeridas em solução enzimática contendo 2%  
151 celulase Onozuka R-10 (Serva) - 20% pectinase (Sigma) a 37° C por 2 h. As lâminas foram  
152 tratadas com ácido acético 45% a 60°C por 10 min, em seguida a uma solução de hidróxido de  
153 bário a 5% a temperatura ambiente por 10 min e incubadas em 2x SSC a 60°C por 80 min.  
154 Após esse tratamento, as lâminas foram coradas com Giemsa 2%.

155

## 156 **Dupla coloração CMA/DAPI e FISH**

157 A dupla coloração com os fluorocromos CMA<sub>3</sub> (Cromomicina A<sub>3</sub>) e DAPI (4,6-  
158 diamidino-2-fenilindol) foi feita de acordo com Schweizer & Ambros (1994). As lâminas  
159 envelhecidas por três dias foram coradas com CMA<sub>3</sub> (0,5 mg/ml) por 60 min, em seguida  
160 coradas com DAPI (2 µg/ml) por 30 min e montadas em meio de montagem glicerol:tampão  
161 McIlvaine pH 7,0, (1:1, v/v) contendo 2,5 mM de MgCl<sub>2</sub>. As lâminas foram envelhecidas por  
162 mais três dias antes da análise para estabilizar a marcação fluorescente.

163 Para hibridação *in situ*, utilizou-se as lâminas previamente coradas com CMA/DAPI que  
164 foram descoradas em etanol:ácido acético (3:1, v:v) por 30 min e etanol absoluto por 2 h,  
165 ambos à temperatura ambiente. O procedimento para FISH foi realizado como descrito por  
166 Pedrosa *et al.*, (2002) com pequenas modificações. Para localizar os sítios de DNAr por FISH,  
167 o DNA recombinante D2 contendo o segmento DNAr 5S de 500 pb de *Lotus japonicus*  
168 (Pedrosa *et al.*, 2002), foi marcado com Cy3-dUTP (Amersham), e o DNA recombinante R2,  
169 contendo o segmento de um fragmento de 6,5 kb correspondente ao DNAr 45S de *Arabidopsis*  
170 *thaliana* (Wanzenböck *et al.*, 1997), foi marcado com digoxigenina-11-dUTP. A sonda de  
171 DNAr 45S foi detectada com anti-digoxigenina, produzido em ovelha, conjugado ao FITC



172 (Roche) e amplificado com anticorpo anti-ovelha conjugado com FITC (Sigma), produzido  
173 em coelho. As lâminas foram pré-tratadas com pepsina a 37°C durante 40 min e desnaturadas  
174 previamente por 10 min a 75°C antes da mistura de hibridização. Cromossomos e sondas foram  
175 desnaturados a 75°C durante 10 min e depois hibridizadas a 37°C durante 2 dias. As melhores  
176 células foram fotografadas com câmera digital DFC 345FX em microscópio de  
177 epifluorescência Leica DM 2500 utilizando-se para processamento das imagens o software CW  
178 4000. As imagens foram editadas no software Adobe Photoshop CS3.

179

### 180 **Imunocoloração com histonas**

181 A técnica de imunocoloração seguiu o protocolo descrito por Feitoza & Guerra (2011a).  
182 As raízes foram fixadas em paraformaldeído 4% e lavadas três vezes em 1x PBS, 10 min cada,  
183 digeridas em solução enzimática contendo 2% celulase Onozuka R-10 (Serva) - 20% pectinase  
184 (Sigma) a 37°C por 2 h. As lâminas selecionadas previamente com DAPI/PBS foram incubadas  
185 em BSA 3% (p/v), contendo 0,1% Triton X-100 em PBS por 10 min. Em seguida foram  
186 adicionados 15 µl de anticorpo primário. Os anticorpos anti-H4K5ac, anti-H3K9me2/K27me2 e  
187 anti-H3S10f foram diluídos 1:300 (coelho policlonal IgG – Upstate Biotechnology, USA) em  
188 1x PBS contendo BSA 3%, adicionados às lâminas selecionadas e incubados *overnight* a 4°C.  
189 Para detecção do anticorpo primário foram adicionados 15 µl do anticorpo secundário goat  
190 anti-rabbit IgG conjugado com FITC (Sigma), diluído 1:60 em BSA 3%, por 3 h à temperatura  
191 ambiente. As preparações foram montadas em DAPI (2µg/mL):Vectashield (1:1, v/v). Imagens  
192 das melhores células foram capturadas como descrito previamente.

193

### 194 **Estimativa do conteúdo de DNA nuclear**

195 A análise do conteúdo de DNA foi realizada em citômetro de fluxo CyFlow SL (Partec)  
196 de acordo com o protocolo de Doležel & Gohde (1995). Pequenas quantidades do tecido de  
197 folha jovem da amostra foram fragmentadas em 1 ml do tampão WPB (woody plant buffer)  
198 juntamente com folhas jovens do controle interno. Posteriormente, a suspensão foi filtrada e  
199 adicionados 50 µl de iodeto de propídeo (1 mg/ml) e 50 µl (100 µg/mL) de RNase. Foi  
200 utilizado como padrão interno *Tulbaghia simmleri* (2C = 38,88 pg) Baez (2012). O conteúdo de  
201 DNA nuclear (2C) foi calculado pela seguinte fórmula: (média do pico da amostra/média do  
202 pico do padrão) x conteúdo de DNA 2C do padrão (pg), conforme histograma apresentado na  
203 figura 5. Para melhor controle, o conteúdo de DNA das folhas de três indivíduos de  
204 *Habranthus sylvaticus* foi medido três vezes em dias diferentes.

205

## 206 **Medidas cromossômicas e Montagem do Idiograma**

207 As medições do comprimento total do cromossomo (CT), a relação dos braços (RB =  
208 braço longo/curto) foram obtidas utilizando o software Image Tools 0.8.1®, a partir de cinco  
209 metáfases completas de *H. sylvaticus*, onde a localização das constrições primárias e regiões  
210 teloméricas de cada cromossomo foram claramente definidas. O idiograma mostrando a  
211 posição dos sítios de DNAr, bandas CMA e DAPI, bandas C e a marcação das histonas  
212 modificadas H4K5ac, H3K9me2/K27me2 e H3S10f para *H. sylvaticus* foi criado usando o  
213 software Adobe Photoshop® CS3, que também foi usado para melhorar o brilho e contraste das  
214 imagens.

215

216

## 217 **5.4 Resultados**

### 218 **Coloração convencional com Giemsa, bandejamento C e CMA/DAPI, FISH e valor 2C**

219 *Habranthus sylvaticus* apresentou  $2n = 12$ , fórmula cariotípica 2M+10SM, núcleos  
220 interfásicos do tipo reticulado, com presença de alguns blocos de cromatina discretamente mais  
221 condensados (Fig. 1a) e cromossomos com condensação homogênea (Fig. 1b-c). O  
222 bandejamento com fluorocromos revelou uma banda terminal CMA<sup>+</sup>/DAPI no braço longo de  
223 um par submetacêntrico, que coincidiu com o mesmo bloco revelado no bandejamento C (Fig.  
224 1d-e).

225 A hibridização *in situ* fluorescente revelou a presença de apenas um par de  
226 cromossomos com sítios de DNAr 45S localizado na região terminal do braço longo de um par  
227 submetacêntrico, que representa a heterocromatina CMA<sup>+</sup>/C, enquanto o par de sítios de DNAr  
228 5S foi detectado na região terminal do braço longo de um outro par submetacêntrico (Fig. 1f).  
229 *Habranthus sylvaticus* apresentou comprimento médio cromossômico de 8,25 µm e um  
230 complemento cromossômico total de 99,02 µm (Fig. 4). O conteúdo de DNA foi estimado pela  
231 primeira vez para *Habranthus sylvaticus*, que apresentou  $2C = 22,32$  pg (Fig 5).

232

### 233 **Distribuição cromossômica das histonas H3 e H4 modificadas**

234 O anticorpo contra H4K5ac revelou marcação uniforme na cromatina dos núcleos  
235 interfásicos e da prófase, sendo os nucléolos hipoacetilados (Fig. 2a, b). Na prometáfase,  
236 grandes blocos hiperacetilados foram observados na região terminal e proximal de alguns  
237 cromossomos (Fig. 2c). A imunocoloração com H4K5ac em cromossomos metafásicos com

238 pré-tratamento marcou na região terminal e proximal (Fig. 1g). Durante o ciclo mitótico, a  
239 H4K5ac revelou na metáfase e anáfase, um pequeno bloco mais intensamente marcado em um  
240 cromossomo, o qual foi associado, após coloração sequencial com os fluorocromos  
241 CMA/DAPI, à região organizadora de nucléolo (NOR) (ver Fig. 2). Nos núcleos interfásicos e  
242 nas fases iniciais e terminais do ciclo, prófases e telófases, o sinal não foi visualizado (Fig. 2a,  
243 b, f).

244 Os anticorpos contra as histonas H3 dimetiladas nas lisinas 9 e 27 (H3K9me2 e  
245 H3K27me2, respectivamente) mostraram resultados semelhantes entre si. A marcação ocorreu  
246 fracamente ao longo de toda a cromatina, entretanto, foi possível observar pequenos blocos  
247 mais brilhantes nas regiões terminais de alguns cromossomos na maioria das células analisadas  
248 (Fig. 3a-f). Os núcleos interfásicos foram marcados uniformemente com presença de alguns  
249 pequenos pontos mais brilhantes.

250 A fosforilação da H3S10 revelou blocos brilhantes na região pericentromérica de todos  
251 os cromossomos, sendo o tamanho e o brilho dos blocos similar nos diferentes cromossomos.  
252 Os núcleos interfásicos não apresentaram sinais de marcação, mas grandes blocos de  
253 fosforilação foram visualizados nos cromossomos profásicos iniciais ainda bastante  
254 descondensados, sugerindo uma rápida fosforilação entre o final da intérfase e o início da  
255 prófase mitótica (Fig. 3g-i). Na metáfase, os blocos pericentroméricos permaneceram com  
256 brilho intenso, que desaparecem no final da telófase.

257

258

## 259 **5.5 Discussão**

260 *Habranthus sylvaticus* apresenta um padrão de condensação da cromatina uniforme  
261 durante a prófase. A heterocromatina detectável nessa espécie é muito reduzida, restrita apenas  
262 a uma pequena porção terminal no braço longo de um par submetacêntrico revelada por  
263 diferentes tipos de bandeamentos e co-localizando também com o DNAr 45S. Em conjunto,  
264 essas técnicas permitiram entender melhor a distribuição das duas frações da cromatina (eu- e  
265 heterocromatina) dessa espécie, e associar com os padrões de distribuição das histonas, que  
266 também se relacionam com esses domínios.

267 A marcação com anticorpos contra H4K5ac nos cromossomos de *H. sylvaticus* foi  
268 restrita a domínios específicos de eucromatina, com presença de grandes blocos fortemente  
269 acetilados em algumas regiões proximais e terminais dos cromossomos, além de marcar  
270 fortemente apenas uma das RONS. Padrões variáveis de H4K5ac ao longo dos cromossomos de  
271 plantas e animais com diferenças no tamanho do genoma ou na organização da cromatina têm

272 sido observados também. Em humanos, diferentes regiões hiperacetiladas e hipoacetiladas  
273 geram um padrão que se assemelha aos bandeamentos R e G, respectivamente, além da  
274 hipoacetilação quase total de um dos cromossomos X das fêmeas (Jeppesen & Turner, 1993;  
275 Jeppesen, 1997). Diferenças no padrão de acetilação são observadas entre cromossomos A  
276 (transcricionalmente ativos) e B (inativos) em *Brachycome dichromosomatica* (Houben *et al.*,  
277 1997). Em *Vicia faba*, uma planta que apresenta genoma grande, a marcação ocorreu ao longo  
278 dos cromossomos e RONS, mas não foi observada nos demais blocos heterocromáticos  
279 (Houben *et al.*, 1996). Por outro lado, plantas como *Silene latifolia* (Vyskot *et al.*, 1999),  
280 *Costus spiralis* e *Eleutherine bubosa* (Feitoza & Guerra 2011a), com cromossomos pequenos e  
281 nítida diferenciação profásica da cromatina, apresentaram um padrão de marcação da H4K5ac  
282 restrito à eucromatina de condensação tardia. Em *H. sylvaticus*, com genoma ( $2C = 22 \mu\text{g}$ ) e  
283 cromossomos grandes (total do complemento de  $99,02 \mu\text{m}$ ), o padrão entretanto, não foi  
284 uniforme e apresentou grandes blocos acetilados em domínios específicos de eucromatina. É  
285 interessante observar que a heterocromatina em *H. sylvaticus* coincide com a RON e  
286 corresponde apenas a uma pequena porção terminal do braço curto de um par submetacêntrico,  
287 enquanto a eucromatina clássica (negativa para banda C e bandeamento com fluorocromos  
288 CMA e DAPI) corresponde a toda a fração restante do genoma. Nesse caso, a hiperacetilação  
289 de apenas um segmento da eucromatina parece indicar diferenças na organização de um mesmo  
290 domínio considerado citologicamente.

291 Embora a acetilação da H4K5 tenha sido uma marca universalmente associada à  
292 eucromatina (Wako, Youko & Fukui, 2002; Zhang *et al.*, 2009), alguns trabalhos tem mostrado  
293 sua presença também nas RONS heterocromáticas (Wako, Youko & Fukui, 2002; Wako,  
294 Youko & Fukui, 2005) e na heterocromatina centromérica (Feitoza & Guerra 2011b). No ciclo  
295 mitótico de *H. sylvaticus*, observou-se que a forte acetilação da H4K5 em apenas uma das  
296 RONS começou na prometáfase e terminou na anáfase tardia. Em *Vicia faba* (Houben *et al.*,  
297 1996; Belyaev *et al.*, 1997; Jasencakova *et al.*, 2000) e cevada (Jasencakova, Meister &  
298 Schubert, 2001; Wako, Youko & Fukui, 2002) as RONS também foram transitoriamente  
299 acetiladas no ciclo celular. Uma possível explicação para a acetilação da RON restrita a  
300 algumas fases do ciclo mitótico é que, embora os cromossomos em geral estejam totalmente  
301 condensados na metáfase, as RONS ainda permanece parcialmente descondensada  
302 transcrevendo sequências de RNAr antes do final da fase M (Wako, Youko & Fukui, 2002).  
303 Aparentemente, as sequências em tandem de DNAr 45S são bastante conservadas nos  
304 diferentes grupos de plantas (Roa & Guerra 2012) a despeito de sua variação em relação a  
305 marcação da H4K5ac (Houben *et al.*, 1996; Feitoza & Guerra 2011a).

306 As histonas H3 dimetiladas nas lisinas 9 e 27 marcaram os cromossomos de *H.*  
307 *sylvaticus* fracamente, sendo observados pequenos blocos brilhantes nas regiões terminais.  
308 Segundo Fuchs, Jovtchev & Schubert, (2008), Sharma *et al.*, (2008) e Fuchs & Schubert  
309 (2012), essas marcas são associadas a cromatina transcricionalmente inativa, mas seus padrões  
310 não são totalmente conservados em plantas. Em genomas pequenos, como *Arabidopsis*, a  
311 H3K9me2 se concentra nos domínios heterocromáticos, enquanto em plantas com genomas  
312 grandes, distribuem-se de maneira dispersa ao longo dos cromossomos (Houben *et al.*, 2003).  
313 Aparentemente, padrões de distribuição de mesmos resíduos de histonas metiladas podem  
314 variar inclusive em plantas com tamanhos genômicos similares. Em *Vicia faba*, que apresenta  
315 genoma de  $2C = 26,9$  pg, por exemplo, a H3K27me2 apresentou marcação na heterocromatina,  
316 enquanto em *Arabidopsis thaliana* com genoma de  $2C = 0,34$  pg e *Hordeum vulgare* com  
317 genoma de  $2C = 10,88$  pg, a marcação ocorreu nos domínios considerados eucromáticos (Fuchs  
318 *et al.*, 2006). Em *H. sylvaticus* com genoma  $2C = 22,32$  pg, mais similar em tamanho ao de  
319 *Vicia faba*, a marcação ocorreu nos domínios de eucromatina e RONS heterocromáticas.

320 Diferentemente dos resultados obtidos para H4K5ac, H3K9me2 e H3K27me2 que  
321 foram associados à domínios de eu- e heterocromatina, a distribuição da H3S10f ocorreu  
322 apenas na região pericentromérica durante a fase M e foi ausente na intérfase, como observado  
323 também em trabalhos anteriores (revisado por Marcon-Tavares *et al.*, 2014) embora com  
324 algumas exceções (Fernandes *et al.*, 2008; Sotero-Caio *et al.*, 2011). Em *H. sylvaticus*, a  
325 fosforilação na região pericentromérica coincidiu com o início da condensação cromossômica  
326 no ciclo mitótico e segue os mesmos padrões observados em plantas superiores. Estudos  
327 prévios apontam que em eucariotos, a H3S10f pode estar relacionada a eventos críticos da  
328 divisão celular como a condensação cromossômica na mitose (Hendzel *et al.*, 1997) e coesão  
329 entre cromátides na meiose (Kaszás & Cande 2000; Manzanero *et al.*, 2000) ou associada a  
330 outros eventos importantes da célula como reparo do DNA e ativação gênica em organismos  
331 como *Drosophila* (Adams *et al.*, 2001).

332 Diferentemente de estudos prévios, nos quais genomas grandes apresentaram um padrão  
333 de distribuição uniforme de marcas de histonas na eu- e heterocromatina, a espécie *H.*  
334 *sylvaticus* parece manter um nível de organização genômico com compartimentos mais  
335 definidos, em relação aos domínios de cromatina e organização de suas sequências, quando  
336 comparado a maioria das espécies de tamanho genômico elevado. Além disso, observou-se  
337 também que a eucromatina clássica é diferencialmente acetilada com anti-H4K5, sugerindo que  
338 essa fração da cromatina pode não ser tão conservada e apresentar variações quanto aos padrões  
339 de modificações das histonas H3 e H4. A forte acetilação da H4K5 na heterocromatina  
340 CMA<sup>+</sup>/DNAr 45S restrita a apenas algumas fases do ciclo mitótico, mostrou uma dinâmica da

341 RON ciclo celular-dependente, entretanto, com resultados mais similares quando comparado a  
342 outros grupos previamente analisados.

343

344

## 345 **5.6 Financiamento**

346 Este trabalho foi suportado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e  
347 Tecnológico (CNPq) e Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco  
348 (FACEPE).

349

350

## 351 **5.7 Agradecimentos**

352 Nós agradecemos ao Prof. Dr. Luiz Gustavo R. Souza por seus comentários críticos e  
353 por sua atenciosa assistência na versão anterior deste manuscrito.

354

355

## 356 **5.8 Referências Bibliográficas**

357 **Abbasi FM, Khan MT, Perveen F, Masood R, Khan U, Tabassum S, Shah M. 2010.**  
358 Historical perspective of *in situ* hybridization for the analysis of genomic constitution of plants.  
359 *African Journal of Biotechnology* **9**: 9142-9147.

360

361 **Adams RR, Maiato H, Earnshaw WC, Carmena M. 2001.** Essential roles of *Drosophila*  
362 *Inner* centromere protein (Incenp) and aurora B in histone H3 phosphorylation, metaphase  
363 chromosome alignment, kinetochore disjunction, and chromosome segregation. *Journal of Cell*  
364 *Biology* **153**: 865-880.

365

366 **Baez MA. 2012.** Estudios citomoleculares en especies del género *Tulbaghia* L. (Alliaceae) y s  
367 relaciones con generous sudamericanos de la familia. **Monograph**, Universidad Nacional de  
368 Misiones, The Argentina.

369

370 **Belyaev ND, Houben A, Baranczewski, P, Schubert, I. 1997.** Histone H4 acetylation in plant  
371 heterochromatin is altered during the cell cycle. *Chromosoma* **106**: 193-197.

372

373 **Braunstein M, Sobel RE, Allis CD, Turner BM, Broach JR. 1996.** Efficient transcriptional  
374 silencing in *Saccharomyces cerevisiae* requires a heterochromatin histone acetylation pattern.  
375 *Molecular Cell Biology* **16**: 4349-4356.

376

377 **Brownell JE, Zhou J, Ranalli T, Kobayashi R, Edmondson DG, Roth SY, Allis CD. 1996.**  
378 Tetrahymena histone acetyltransferase A: A homolog to yeast Gcn5p linking histone  
379 acetylation to gene activation. *Cell* **84**: 843-851.

380

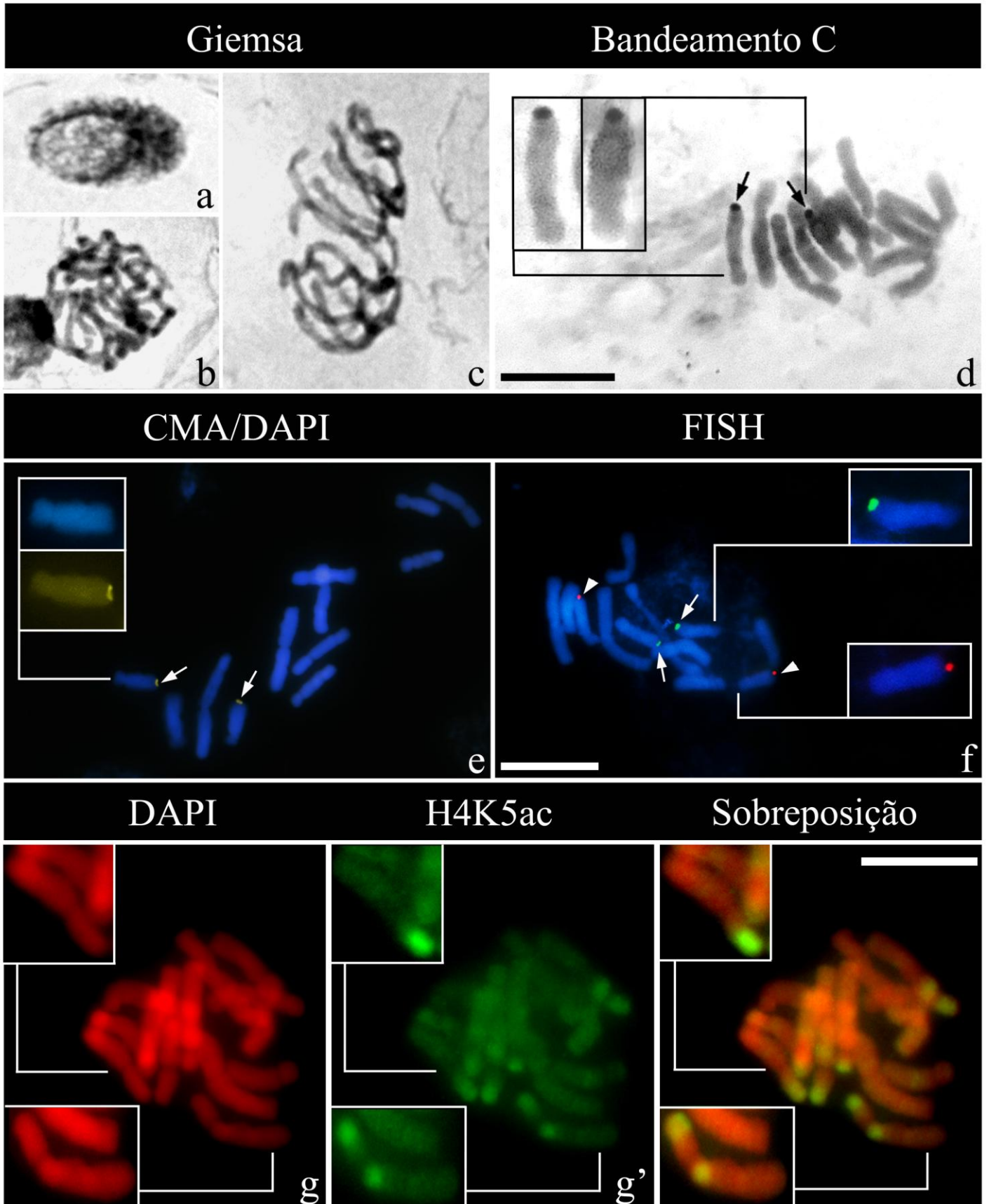
- 381 **Cavallaro V, Alza NP, Murray MG, Murray AP. 2014.** Alkaloids from *Habranthus*  
382 *tubispathus* and *H. jamesonii*, two amaryllidaceae with acetyl- and butyrylcholinesterase  
383 inhibition activity. *Natural Product Communications* **9**: 159-162.  
384
- 385 **Coe GE. 1954.** Chromosome numbers and morphology in *Habranthus* and *Zephyranthes*.  
386 *Torrey Botanical Society*. **81**: 141-148.  
387
- 388 **Dahlgren RMT, Clifford HT, Yeo PF. 1985.** *The families of monocotyledons: structure,*  
389 *evolution, and taxonomy.* New York: Springer-Verlag.  
390
- 391 **Dhar MK, Fuchs J, Houben A. 2009.** Distribution of eu- and heterochromatin in *Plantago*  
392 *ovata*. *Cytogenetic and Genome Research* **125**: 235-240.  
393
- 394 **Doležel J, Gohde W. 1995.** Sex determination in dioecious plants *Melandrium album* and *M.*  
395 *rubrum* using high-resolution flow cytometry. *Cytometry* **19**: 103-106.  
396
- 397 **Dutilh, JHA. 2010.** Amaryllidaceae. In: *Lista de espécies da flora do Brasil.* Jardim Botânico  
398 do Rio de Janeiro. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB040347>. Accessed 12 ago. 2014.  
399
- 400 **Feitoza L, Guerra M. 2011a.** Different types of plant chromatin associated with modified  
401 histones H3 and H4 and methylated DNA. *Genetica* **139**: 305-314.  
402
- 403 **Feitoza L, Guerra M. 2011b.** The centromeric heterochromatin of *Costus spiralis*: poorly  
404 methylated and transiently acetylated during meiosis. *Cytogenetic and Genome Research* **135**:  
405 160-166.  
406
- 407 **Felix WJP, Dutilh JHA, Melo NF, Almeida A, Felix LP. 2008.** Intrapopulational  
408 chromosome number variation in *Zephyranthes sylvatica* Baker (Amaryllidaceae:  
409 Hippeastreae) from northeast Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* **32**: 371-375.  
410
- 411 **Felix WJP, Felix LP, Melo NF, Oliveira MBM, Dutilh JHA, Carvalho R. 2011.** Karyotype  
412 variability in species of the genus *Zephyranthes* Herb. (Amaryllidaceae –Hippeastreae).  
413 *Plant Systematics and Evolution* **294**: 263-271.  
414
- 415 **Fernandes T, Yuyama PM, Moraes AP, Vanzela ALL. 2008.** An uncommon H3/Ser10  
416 phosphorylation pattern in *Cestrum strigilatum* (Solanaceae), a species with B chromosomes.  
417 *Genome* **51**: 772-777.  
418
- 419 **Fischle W, Wang Y, Allis CD. 2003.** Binary switches and modification cassettes in histone  
420 biology and beyond. *Nature* **425**: 475-479.  
421
- 422 **Franz P, Hoopen R, Tessadori F. 2006.** Composition and formation of heterochromatin in  
423 *Arabidopsis thaliana*. *Chromosome Research* **14**: 71-82.  
424
- 425 **Franz PF, Jong JH. 2002.** Chromatin dynamics in plants. *Current Opinion in Plant Biology*  
426 **5**: 560-567.  
427
- 428 **Fuchs J, Demidov D, Houben A, Schubert I. 2006.** Chromosomal histone modification  
429 patterns– from conservation to diversity. *Trends in Plant Science* **11**: 199-208.  
430
- 431 **Fuchs J, Jovtchev G, Schubert I. 2008.** The chromosomal distribution of histone methylation  
432 marks in gymnosperms differs from that of angiosperms. *Chromosome Research* **16**: 891-898.

- 433 **Fuchs J, Schubert I. 2012.** Chromosomal distribuição and functional interpretation of  
434 epigenetic histone marks in plants. In: Bass H, Birchler JA, eds. *Plant cytogenetics: Genome*  
435 *structure and chromosome function. Plant genetics and genomics: Crops and models*, vol. 4.  
436 New York: Springer-Verlag.
- 437
- 438 **García N, Meerow AW, Soltis DE, Soltis PS. 2014.** Testing deep reticulate evolution in  
439 Amaryllidaceae tribe Hippeastreae (Asparagales) with ITS and chloroplast sequence data.  
440 *Systematic Botany* **39**: 75–89.
- 441
- 442 **Guerra MS, Souza MJ. 2002.** *Como observar os cromossomos: Um Guia de técnicas em*  
443 *citogenética vegetal, animal e humana*. São Paulo: FUNPEC.
- 444
- 445 **Hendzel MJ, Wei Y, Mancini, MA, et al. 1997.** Mitosis-specific phosphorylation of histone  
446 H3 initiates primarily within pericentromeric heterochromatin during G2 and spreads in an  
447 ordered fashion coincident with mitotic chromosome condensation. *Chromosoma* **106**: 348-  
448 360.
- 449
- 450 **Houben A, Belyaev ND, Turner BM, Schubert I. 1996.** Differential immunostaining of plant  
451 chromosomes by antibodies recognizing acetylated histone H4 variants. *Chromosome Research*  
452 **4**:191-194.
- 453
- 454 **Houben A, Belyaev ND; Leach CR, Timmis JN. 1997.** Differences of histone H4 acetylation  
455 and replication timing between A and B chromosomes of *Brachycome dichromosomatica*.  
456 *Chromosome Research* **5**: 233-237.
- 457
- 458 **Houben A, Demido VD, Gernand D, Meister A, Leach CR, Schubert I. 2003.** Methylation  
459 of histone H3 in euchromatin of plant chromosomes depends on basic nuclear DNA content.  
460 *The Plant Journal* **33**: 967-973.
- 461
- 462 **Jasencakova Z, Meister A, Schubert I. 2001.** Chromatin organization and its relation to  
463 replication and histone acetylation during the cell cycle in barley. *Chromosoma* **110**: 83-92.
- 464
- 465 **Jasencakova Z, Meister A, Walter J, Turner BM, Schubert I. 2000.** Histone H4 acetylation  
466 of euchromatin and heterochromatin is cell cycle dependent and correlated with replication  
467 rather than with transcription. *The Plant Cell* **12**: 2087-2100.
- 468
- 469 **Jeppesen P. 1997.** Histone acetylation: a possible mechanism for the inheritance of cell  
470 memory at mitosis. *BioEssays* **19**: 67-74.
- 471
- 472 **Jeppesen P, Turner BM. 1993.** The inactive X chromosome in female mammals is  
473 distinguished by a Lack of histone H4 acetylation, a cytogenetic marker for gene expression.  
474 *Cell* **74**: 281-299.
- 475
- 476 **Judd WS, Campbell CS, Kellogg EA, Stevens PF. 2009.** *Plant Systematics: a phylogenetic*  
477 *approach*. Massachusetts: Sinauer Associates.
- 478
- 479 **Kaszas E, Cande WZJ. 2000.** Phosphorylation of histone H3 is correlated with changes in the  
480 maintenance of sister chromatid cohesion during meiosis in maize, rather than the condensation  
481 of the chromatin. *Journal of Cell Science* **113**: 3217-3226.
- 482
- 483 **Kouzarides T. 2007.** Chromatin modifications and their function. *Cell* **128**: 693-705.
- 484

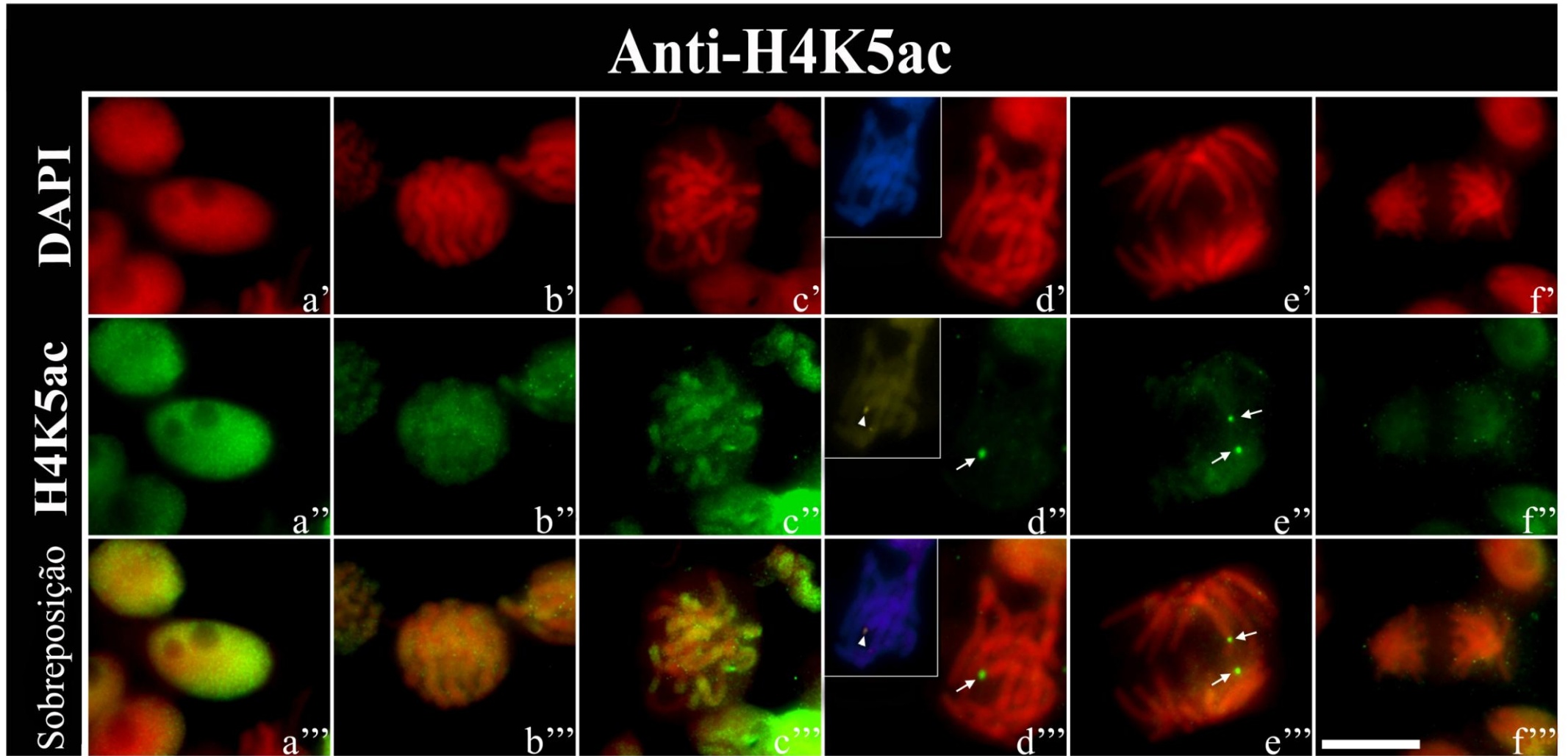


- 485 **Lachner M, O'Sullivan RJ, Jenuwein T. 2003.** An epigenetic road map for histone lysine  
486 methylation. *Journal of Cell Biology* **116**: 2117-2124.  
487
- 488 **Law JA, Jacobsen SE. 2010.** Establishing, maintaining and modifying DNA methylation  
489 patterns in plants and animals. *Nature Genetics* **11**: 204-220, 2010.  
490
- 491 **Manzanero S, Arana P, Puertas MJ, Houben A. 2000.** The chromosomal distribution of  
492 phosphorylated histone H3 differs between plants and animals at meiosis. *Chromosoma* **109**:  
493 308-317.  
494
- 495 **Marcon-Tavares AB, Felinto F, Feitoza L, Barros e Silva AE, Guerra M. 2014.** Different  
496 patterns of chromosomal histone H3 phosphorylation in land plants. *Cytogenet and Genome*  
497 *Research*. **143**: 136-143.  
498
- 499 **Marques A, Fuchs J, Ma L, Heckmann S, Guerra M, Houben A. 2011.** Characterization of  
500 eu- and heterochromatin of *Citrus* with a focus on the condensation behavior of 45S rDNA  
501 chromatin. *Cytogenetic and Genome Research* **134**: 72-82.  
502
- 503 **Moraes AP, Soares Filho WS, Guerra M. 2007.** Karyotype diversity and the origin of  
504 grapefruit. *Chromosome Research* **15**:115-121.  
505
- 506 **Nishioka K, Chuikov S, Sarma K, et al. 2002.** Set9, a novel histone H3 methyltransferase that  
507 facilitates transcription by precluding histone tail modifications required for heterochromatin  
508 formation. *Genes & Development* **16**: 479-489.  
509
- 510 **Nowak SJ, Corces VG. 2004.** Phosphorylation of histone H3. A balancing act between  
511 chromosome condensation and transcriptional activation. *Trends in Genetics* **20**: 214-220.  
512
- 513 **Pedrosa A, Sandal N, Stougaard J, Schweizer D, Bachmair A. 2002.** Chromosomal map of  
514 the model legume *Lotus japonicus*. *Genetics* **161**: 1661-1672.  
515
- 516 **Richards EJ, Elgin SCR. 2002.** Epigenetic codes for review heterochromatin formation and  
517 Silencing: Rounding up the Usual Suspects. *Cell* **108**: 489-500.  
518
- 519 **Roa F, Guerra M. 2012.** Distribution of 45S rDNA sites in chromosomes of plants: structural  
520 and evolutionary implications. *BMC Evolutionary Biology* **12**: 225.  
521
- 522 **Royal Botanic Gardens Kew. 2008.** Seed Information Database (SID). Version 7.1. Available  
523 from: <http://data.kew.org/sid/>. Accessed 10 June 2013.  
524
- 525 **Sarma K, Margueron R, Ivanov A, Pirrotta V, Reinberg D. 2008.** Ezh2 requires PHF1 to  
526 efficiently catalyze H3 lysine 27 trimethylation in vivo. *Molecular and Cellular Biology* **28**:  
527 2718-2731.  
528
- 529 **Schübeler D. 2009.** Epigenomics: Methylation matters. *Nature* **462**: 296-297.  
530
- 531 **Schwarzacher T, Ambros P, Schweizer D. 1980.** Application of Giemsa banding to orchid  
532 karyotype analysis. *Plant Systematics and Evolution* **134**: 293-297.  
533
- 534 **Schweizer D, Ambros PF. 1994.** Chromosome banding. Stain combinations for specific  
535 regions. *Methods in Molecular Biology* **29**: 97-112.  
536

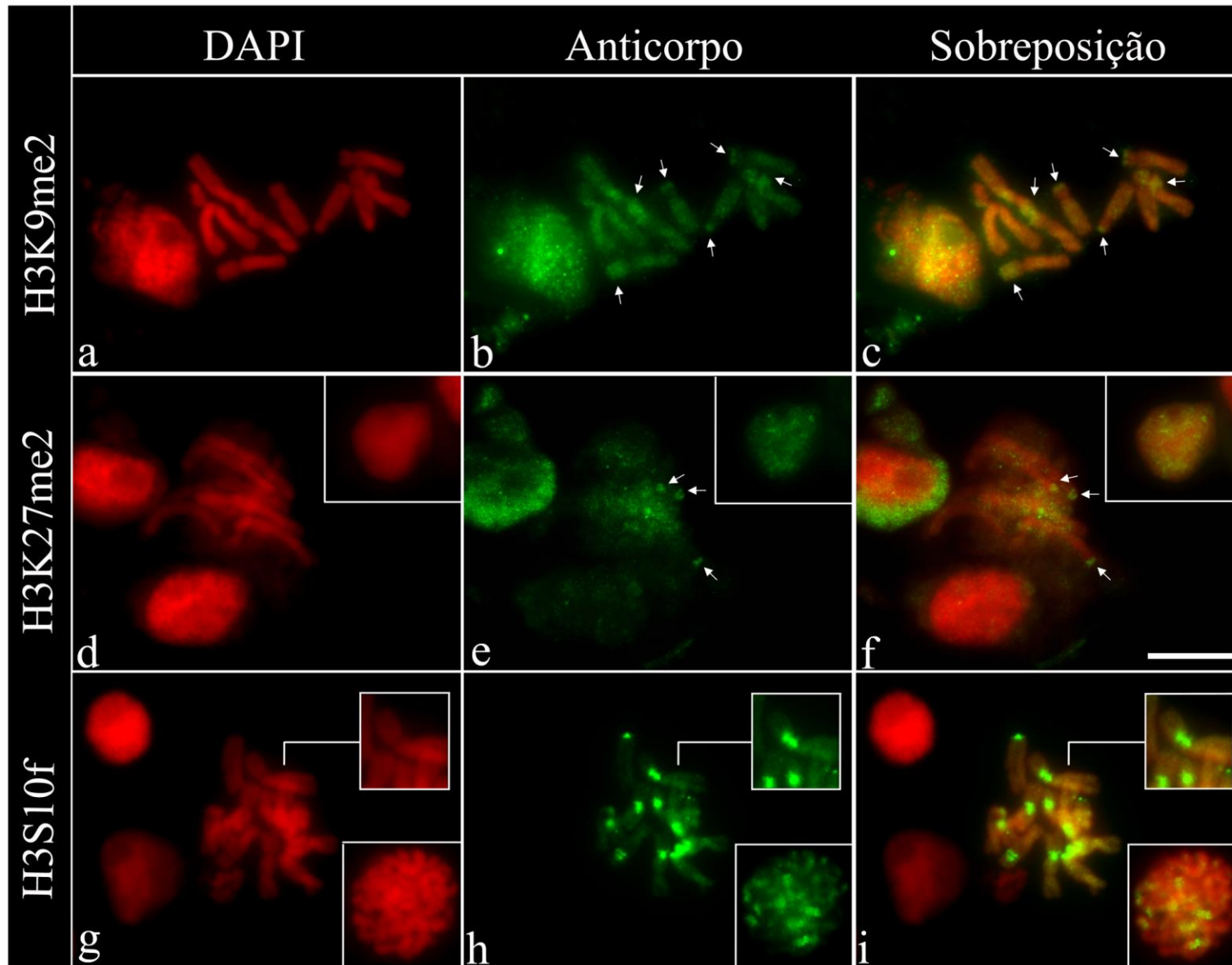
- 537 **Shahbazian MD, Grunstein M. 2007.** Functions of site-specific histone acetylation and  
538 deacetylation. *Annual Review of Biochemistry* **76**: 75-100.  
539
- 540 **Silva MW, Barbosa LG, Silva, JESB, Guirra KS, Gama DRS, Oliveira GM, Dantas BF.**  
541 **2014.** Characterization of seed germination of *Zephyranthes sylvatica* (Mart.) Baker  
542 (Amarilidacea). *Journal of Seed Science* **36**: 178-185.  
543
- 544 **Sotero-Caio CG, Souza MJ, Cabral-De-Mello DC, Brasileiro-Vidal AC, Guerra M. 2011.**  
545 Phosphorylation of histone H3S10 in animal chromosomes: Is There a Uniform Pattern?  
546 *Cytogenetic and Genome Research* **135**: 111-117.  
547
- 548 **Sumner AT. 2003.** *Chromosomes – Organization and Function*. United Kingdom: Blackwell  
549 Publishing.  
550
- 551 **Vaquero A, Loyola A, Reinberg D. 2003.** *The constantly changing face of chromatin.*  
552 *Science of Aging Knowledge Environment* **14**:RE4. [http://sageke.sciencemag.org/cgi/content/](http://sageke.sciencemag.org/cgi/content/abstract/2003/14/re4)  
553 [abstract/2003/14/re4](http://sageke.sciencemag.org/cgi/content/abstract/2003/14/re4). Accessed 26 June 2013.  
554
- 555 **Vyskot B, Siroky J, Hladilova R, Belyaev DN, Turner BM. 1999.** Euchromatic domains in  
556 plant chromosomes as revealed by H4 histone acetylation and early DNA replication. *Genome*  
557 **42**: 343-350.  
558
- 559 **Wako T, Fukuda M, Furushima-Shimogawara R, Belyaev ND, Fukui K. 2002.** Cell cycle-  
560 dependent and lysine residue-specific dynamic changes of histone H4 acetylation in barley.  
561 *Plant Molecular Biology* **49**: 645-653.  
562
- 563 **Wako T, Youko M, Fukui K. 2005.** Comprehensive analysis of dynamics of histone H4  
564 acetylation in mitotic barley cells. *Genes & Genetic Systems* **80**: 269-276.  
565
- 566 **Wanzenböck EM, Schöfer C, Schweizer D, Bachmair A. 1997.** Ribosomal transcription  
567 units integrated via T-DNA trans-formation associate with the nucleolus and do not require up-  
568 stream repeat sequences for activity in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Journal* **11**: 1007-1016.  
569
- 570 **Zhang X, Bernatavichute YV, Cokus S, Pellegrini M, Jacobsen SE. 2009.** Genome-wide  
571 analysis of mono-, di- and trimethylation of histone H3 lysine 4 in *Arabidopsis thaliana*.  
572 *Genome Biology* **10**: R62.



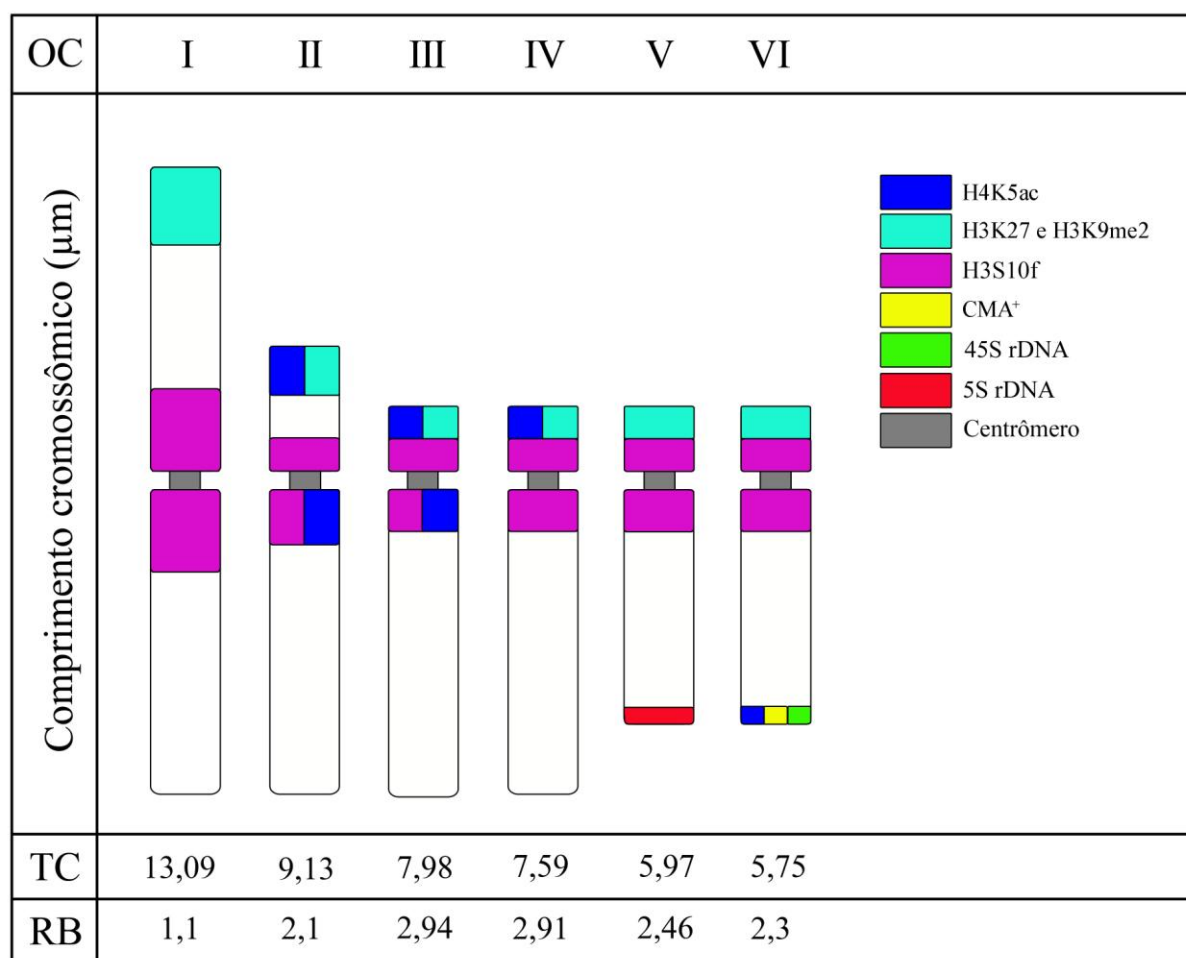
**Figura 1.** Características citológicas de *Habranthus sylvaticus*. (a) Núcleo interfásico, (b) prófase e (c) prometáfase coradas com Giemsa (d) bandeamento C em metáfase (e) sobreposição das imagens coradas com CMA<sup>+</sup>/DAPI (amarelo/azul, respectivamente). (f) FISH com DNAr 5S (vermelho) e 45S (verde) (g) marcação com anti-H4K5ac (verde) e DAPI (vermelho). Setas em (d) indicam bandas C, (e) bandas CMA<sup>+</sup> e (f) sítios de DNAr 45S. Cabeças de setas em (f) apontam sítios de DNAr 5S. Insertos mostram maior ampliação das bandas CMA<sup>+</sup>/DAPI (e), dos sítios de DNA 5S (vermelho) e 45S (verde) (f) e dos cromossomos hiperacetilados nas regiões terminais e proximais (g). Barra em d, f, g'' corresponde a 10 µm.



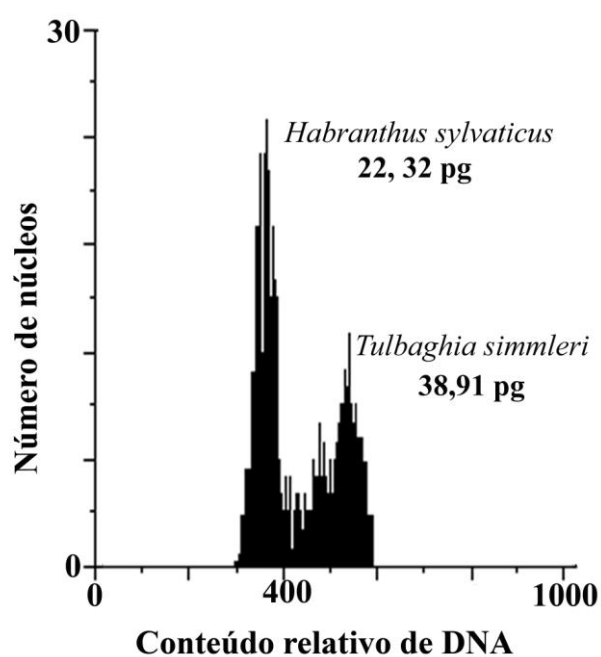
**Figura 2.** Ciclo de mitótico de *Habranthus sylvaticus* marcadas com anti-H4K5ac (verde). (a) núcleo interfásico e (b) prófase. (c, d, e) prometáfase, metáfase e anáfase, respectivamente, mostrando RONS acetiladas (setas). (f) telófase. Inseto em (d) mostra a mesma célula corada sequencialmente com CMA/DAPI (amarelo/azul). Observe RONS desacetiladas em (a), (b) e (f). DAPI foi pseudocorado em vermelho. Barra em f''' corresponde a 10  $\mu$ m.



**Figura 3.** Imunodeteção das histonas H3K9me2 (a-c), H3K27me2 (d-f) e H3S10f (g-i) em núcleos interfásicos e cromossomos de *Habranthus sylvaticus*. Setas em (b, c, e, f) indicam pequenos blocos mais brilhantes nas regiões terminais enriquecidos pela H3K9me2 e H3K27me2, respectivamente. Inseto em (e, f) mostra núcleo interfásico marcado uniformemente pela H3K27me2, com pequenos pontos mais brilhantes. Insetos em (h, i) mostram maior ampliação da região pericentromérica marcada com H3S10f e a presença de grandes blocos fosforilados na prófase. DAPI pseudocorado em vermelho. Barra em f corresponde a 10  $\mu$ m.



**Figura 4.** Idiograma exibindo as marcas H4K5ac (azul), H3K27me2 e H3K9me2 (verde claro), H3S10f (violeta), bandas CMA<sup>+</sup> (amarelo), DNAr 45S (verde), DNAr 5S (vermelho) e centrômero (cinza). OC, ordem cromossômica; TC, tamanho cromossômico; RB = braço longo/curto.



**Figura 5.** Histograma ilustrando a quantidade relativa de DNA 2C de *Habranthus sylvaticus* e *Tulbaghia simmleri* (padrão) obtido pela análise por citometria de fluxo de núcleos isolados corados com iodeto de propídio de folhas jovens.

## CAPÍTULO III

---

### Distribuição da eu- e heterocromatina em espécies de *Crinum* L. (Amaryllideae, Amaryllidaceae)

Artigo a ser publicado no periódico Plos One



## 1 6. CAPÍTULO III

### 2 Artigo original

3

#### 4 Título:

5

### 6 **Distribuição da eu- e heterocromatina em espécies de *Crinum* L.** 7 **(Amaryllideae, Amaryllidaceae)**

8

9

#### 10 Autores:

11 Emmanuely Calina X. R. dos Santos<sup>1</sup>, Lidiane L. Feitoza<sup>2</sup>, Julie H. A. Dutilh<sup>3</sup>, Leonardo P.  
12 Félix<sup>4, &</sup>, Reginaldo de Carvalho<sup>1, &\*</sup>

13

14

15 <sup>1</sup> Departamento de Biologia/Genética, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife,  
16 Pernambuco, Brasil

17

18 <sup>2</sup> Departamento de Biologia, Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí, Brasil

19

20 <sup>3</sup> Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas,  
21 Campinas, São Paulo, Brasil

22

23 <sup>4</sup> Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal da Paraíba, Areia, Paraíba, Brasil

24

25 \* Autor para correspondência

26 E-mail: reginaldo.ufrpe@gmail.com (RC)

27

#### 28 6.1 Resumo

29 *Crinum* L. ( $x = 11$ ), com cerca de 130 espécies, é o único membro pantropical da família  
30 Amaryllidaceae, ocorrendo na Ásia, América do sul e norte e Austrália. O gênero exibe  
31 grande estabilidade cariotípica, semelhança na morfologia cromossômica, baixa frequência de  
32 poliploidia e seu monofiletismo é bem suportado com base em análises moleculares. Com o  
33 objetivo de investigar o cariótipo de três espécies de *Crinum* (*C. americanum*, *C. asiaticum* e  
34 *C. ornatum*), foram utilizadas técnicas de coloração convencional com Giemsa, bandeamento  
35 C, fluorocromos CMA e DAPI e hibridização *in situ* fluorescente (FISH) com sondas de DNA  
36 ribossomal 5S e 45S. Além disso, foram analisadas três modificações epigenéticas (H4K5  
37 acetilada, H3K27 di-metilada e H3S10 fosforilada). Nas espécies estudadas aqui, as bandas C  
38 e CMA<sup>+</sup> foram co-localizadas com o loco do DNAr 45S. *Crinum americanum* e *C. asiaticum*  
39 apresentaram quatro sítios de DNAr 5S, enquanto *C. ornatum* apresentou dois sítios de DNAr



40 5S localizados adjacentes aos sítios de DNAr 45S. A marcação com anticorpos contra  
41 H4K5ac foi visualizada em domínios específicos da eucromatina, bem como nas RONS  
42 heterocromáticas evidenciadas nos cromossomos metafásicos e anafásicos da mitose. Em  
43 *Crinum ornatum*, similar ao observado em outras espécies de plantas, a H3K27me2 está  
44 aparentemente associada com as frações de heterocromatina presentes tanto nos núcleos  
45 interfásicos, quanto nos cromossomos metafásicos, cuja heterocromatina pericentromérica  
46 DAPI<sup>+</sup> foi fortemente marcada. Em todas as espécies, a H3S10f ocorreu na região  
47 pericentromérica de todos os cromossomos na fase M, mas ausente na intérfase. Nas espécies  
48 aqui analisadas, é possível observar uma forte associação entre o estado de condensação  
49 DNAr 45S com o nível de acetilação de histonas, uma vez que as RONS também foram  
50 hiperacetiladas. As bandas heterocromáticas pericentroméricas DAPI<sup>+</sup> e as bandas terminais  
51 parecem se associar com a metilação de histonas. *Crinum* parece apresentar um nível de  
52 organização genômico dos domínios de cromatina mais definido, onde os trechos  
53 hiperacetilados estariam concentrados nas regiões terminais dos cromossomos, quando  
54 comparado a maioria das espécies de tamanho genômico elevado.

55

56 **Palavras-chave:** Bandeamento C, cariótipo, cromatina, FISH, fluorocromos, histonas

57

58

## 59 6.2 Introdução

60 O gênero *Crinum* L. (Amaryllideae, Amaryllidaceae), com cerca 130 espécies, é o  
61 único membro pantropical da família Amaryllidaceae, ocorrendo na Ásia, América do Sul e  
62 do Norte e Austrália [1]. Espécies e híbridos de *Crinum* ocorrem em diversos ambientes  
63 costeiros, aquáticos ou submetidos à alagamento sazonal [2] e são amplamente cultivadas  
64 como plantas ornamentais em todo mundo devido às suas flores vistosas, além de produzirem  
65 alcalóides importantes para indústria farmacológica [1, 3]. Citologicamente, o gênero *Crinum*  
66 é bem estudado e possui registros de números cromossômicos para aproximadamente 52% do  
67 total de espécies. Seus representantes apresentam genoma grande, de aproximadamente  $2C =$   
68 43pg [4], e o número básico para o gênero é  $x = 11$ . *Crinum* exhibe grande estabilidade  
69 cariotípica, semelhança na morfologia cromossômica, baixa frequência de poliploidia e seu  
70 monofiletismo é bem suportado com base em análises moleculares [5, 6]. Alguns trabalhos  
71 apontam uma considerável quantidade de bandas heterocromáticas terminais e  
72 pericentroméricas em seus representantes, observadas por meio de técnicas de coloração com  
73 fluorocromos e confirmada por meio do bandeamento C, como em *Crinum defixum* Ker-Gawl

74 [7]. Um trabalho bastante informativo foi realizado por Ahmed et al. [8], que analisaram as  
75 espécies *Crinum latifolium* L., *C. asiaticum* L. e *C. amoenum* Roxb. e encontraram 8-12  
76 bandas DAPI<sup>+</sup> ocorrendo preferencialmente na região pericentromérica. Entretanto, apesar de  
77 serem conhecidas algumas características cariotípicas *Crinum*, ainda são poucas as  
78 informações acerca da composição dos ácidos nucléicos, sítios de DNAr e organização da  
79 cromatina deste táxon, cuja cariomorfologia é caracteristicamente similar.

80 Sabe-se que as frações da cromatina (eu- e heterocromatina) podem ser distinguidas  
81 utilizando-se técnicas citogenéticas e citomoleculares que, de maneira independente ou  
82 combinada, permitem uma análise cariotípica mais detalhada, e conseqüentemente, um  
83 melhor entendimento da organização da cromatina, bem como dos mecanismos citoevolutivos  
84 responsáveis pela diversificação de grupos vegetais [9, 10]. Dentre essas técnicas estão o  
85 bandeamento C, o uso de fluorocromos base-específicos CMA<sub>3</sub> (cromomicina A<sub>3</sub>) e DAPI  
86 (4',6-diamidino-2-fenilindol), a hibridização *in situ* fluorescente (FISH) e a imunocoloração  
87 de histonas modificadas. O bandeamento C e os fluorocromos CMA/DAPI têm promovido o  
88 reconhecimento das regiões eu- e heterocromáticas, o que permite a distinção entre cariótipos  
89 de várias espécies de plantas, bem como a hibridização *in situ* fluorescente (FISH), que, além  
90 disso, fornece marcadores citogenéticos ainda mais precisos no reconhecimento de cariótipos  
91 e na identificação de cromossomos, apresentando grande importância em estudos evolutivos  
92 [11]. Recentemente a imunocoloração de histonas com uso de anticorpos possibilitou avanços na  
93 caracterização da cromatina, especialmente no que diz respeito a marcas epigenéticas próprias  
94 de regiões específicas que permite demonstrar o envolvimento das modificações pós-  
95 traducionais no controle epigenético.

96 As histonas apresentam caudas N-terminais que estão sujeitas a uma variedade de  
97 modificações covalentes, tais como a acetilação, fosforilação, metilação e ubiquitinação, que  
98 podem ocorrer em dois territórios estrutural e funcionalmente distintos da cromatina [12]. A  
99 eucromatina é menos condensada, apresenta grande quantidade de genes, conseqüentemente é  
100 mais acessível à transcrição gênica. Por outro lado, a heterocromatina é compactada através  
101 da organização dos nucleossomos, apresenta poucos genes ativos, presença de DNA repetitivo  
102 e replicação tardia na fase S do ciclo celular [11, 13, 14, 15]. Em cromossomos de plantas e  
103 animais a eucromatina é distintamente marcada com anticorpos contra histonas acetiladas  
104 (anti-H4K5 ou resíduos 8, 12 e 16), que comumente são associadas a fração da cromatina que  
105 favorece a expressão gênica e a transcrição de alguns tipos de sequências [16, 17, 18],  
106 enquanto a heterocromatina é geralmente hipocetilada e hipermetilada, sendo as  
107 modificações H3K27me1 e H3K9me2, em plantas, típicas da cromatina mais compactada e  
108 transcricionalmente reprimida [19]. Entretanto, embora algumas marcas, como

109 H3K9me1/2/3 e H4K5ac, estejam relacionadas a regiões compactadas e descompactadas,  
110 respectivamente, alguns estudos apontam que suas distribuições também estão relacionadas ao  
111 tamanho e organização do genoma [9, 20, 21]. Por exemplo, em *Arabidopsis thaliana*, com  
112 tamanho genômico de aproximadamente  $2C = 0,32$  pg, foi observado que a histona H3K9me2  
113 marca restritamente as regiões heterocromáticas, enquanto em *Vicia Faba*, com tamanho  
114 genômico em torno de  $2C = 26,9$  pg, a marcação foi uniforme ao longo de todo o  
115 cromossomo, não apresentando relação direta com a heterocromatina citologicamente visível  
116 [21]. Por outro lado, a histona H4K5ac, foi restrita aos domínios eucromáticos de *Costus*  
117 *spiralis* (3,32 pg) e *Eleutherine bulbosa* (2,63 pg) na mitose, embora tenha marcado  
118 fortemente também a heterocromatina centromérica de *Costus* apenas no paquíteno da meiose  
119 [22, 23]. Diferentemente, em *Habranthus sylvaticus*, uma planta com cromossomos grandes,  
120 tamanho genômico de cerca de  $2C = 22,3$  pg e pouca heterocromatina, a H4K5ac marcou  
121 mais fortemente nas RONS heterocromáticas entre metáfase e anáfase e na eucromatina  
122 localizada em algumas regiões terminais ou proximais (dados não publicados), mostrando que  
123 não existe uma relação simples e universal entre os diferentes tipos de cromatina e  
124 modificações de histonas e do DNA.

125 Dessa forma, no presente estudo, nós investigamos três modificações epigenéticas  
126 (H4K5 acetilada, H3K27 di-metilada e H3S10 fosforilada), em associação com as técnicas de  
127 coloração convencional com Giemsa, bandeamento C, fluorocromos CMA e DAPI e  
128 hibridização *in situ* fluorescente (FISH) com sondas de DNA ribossomal 5S e 45S, com  
129 objetivo de analisar a distribuição e a organização da eu- e heterocromatina em núcleos  
130 interfásicos e cromossomos mitóticos de três espécies do gênero *Crinum*: *C. americanum*, *C.*  
131 *asiaticum* e *C. ornatum*.

132

133

### 134 **6.3 Material e Métodos**

135

#### 136 **Material vegetal**

137 Foram analisadas três espécies do gênero *Crinum* (*C. americanum*, *C. asiaticum* e *C.*  
138 *ornatum*) coletadas nos estados da Paraíba e São Paulo. Números cromossômicos e principais  
139 características cariotípicas estão sumarizados na Tabela 1. O material vegetal foi herborizado  
140 e as exsicatas depositadas no acervo do Herbário Prof. Jayme Coelho de Moraes (EAN) da  
141 Universidade Federal da Paraíba.

142

### 143 **Preparação cromossômica para coloração convencional, bandeamento e FISH**

144 Para as análises mitóticas, pontas de raízes obtidas a partir de plantas cultivadas em  
145 vasos plásticos foram pré-tratadas com colchicina 0,2% por 4 horas a 18°C, fixadas em  
146 etanol:ácido acético (3:1, v/v) e estocadas a -20 °C.

147 Para a preparação das lâminas as pontas de raízes, obtidas como descrito acima, foram  
148 lavadas em água destilada e digeridas em uma solução enzimática contendo 2% de celulase  
149 (Onozuka) e 20% de pectinase (Sigma) (p/v) por 1 hora a 37°C. Em seguida, as lâminas foram  
150 preparadas pelo método de esmagamento, em uma gota de ácido acético 45%, e as lamínulas  
151 retiradas por congelamento em nitrogênio líquido. As lâminas foram coradas com uma  
152 solução de DAPI (2 µg/ml):glicerol (1:1, v/v) para permitir a seleção das melhores  
153 preparações. Subsequentemente, elas foram descoradas em etanol:ácido acético (3:1) por 30  
154 min à temperatura ambiente e mantidas em etanol absoluto a 10°C até o dia seguinte e  
155 estocadas a -20°C para posterior análise [24].

156

### 157 **Coloração convencional com Giemsa e bandeamento C**

158 A coloração convencional com Giemsa seguiu o protocolo de Guerra & Souza [24].  
159 As pontas de raízes foram hidrolisadas com HCl 5N por 20 minutos, esmagadas em uma gota  
160 de ácido acético 45%, congeladas em nitrogênio líquido para remoção da lamínula e coradas  
161 com Giemsa 2%. O procedimento para banda C foi baseado em Schwarzacher, Ambros &  
162 Schweizer [25] com pequenas modificações. As raízes foram digeridas em solução  
163 enzimática contendo 2% celulase Onozuka R-10 (Serva) - 20% pectinase (Sigma) a 37°C por  
164 duas horas. As lâminas foram tratadas com ácido acético 45% a 60°C por 10 minutos, em  
165 seguida a uma solução de hidróxido de bário a 5% a temperatura ambiente por 10 minutos e  
166 incubadas em 2x SSC a 60°C por 80 minutos. Após esse tratamento, as lâminas foram  
167 coradas com Giemsa 2%.

168

### 169 **Dupla coloração CMA/DAPI e FISH**

170 A dupla coloração com os fluorocromos CMA<sub>3</sub> (Cromomicina A<sub>3</sub>) e DAPI (4,6-  
171 diamidino-2-fenilindol) foi realizada de acordo com Schweizer e Ambros [26]. Lâminas  
172 envelhecidas por três dias foram coradas com CMA<sub>3</sub> (0,5 mg/ml) por 60 minutos, em seguida  
173 coradas com DAPI (2 µg/ml) por 30 minutos e montadas em meio de montagem  
174 glicerol:tampão McIlvaine pH 7,0, (1:1, v/v) contendo 2,5 mM de MgCl<sub>2</sub>. As lâminas foram  
175 envelhecidas por mais três dias antes da análise para estabilizar a marcação fluorescente.

176 Para hibridação *in situ*, utilizou-se as lâminas previamente coradas com CMA/DAPI  
177 que foram descoradas em etanol:ácido acético (3:1, v:v) por 30 minutos e etanol absoluto por  
178 2 horas, ambos à temperatura ambiente. O procedimento para FISH foi realizado como  
179 descrito por Pedrosa et al. [27] com pequenas modificações. Para localizar os sítios de DNAr  
180 por FISH, o DNA recombinante D2 contendo o segmento DNAr 5S de 500 pb de *Lotus*  
181 *japonicus* [27], foi marcado com Cy3-dUTP (Amersham), e o DNA recombinante R2,  
182 contendo o segmento de um fragmento de 6,5 kb correspondente ao DNAr 45S de  
183 *Arabidopsis thaliana* [28], foi marcado com digoxigenina-11-dUTP. A sonda de DNAr 45S  
184 foi detectada com anti-digoxigenina, produzido em ovelha, conjugado ao FITC (Roche) e  
185 amplificado com anticorpo anti-ovelha conjugado com FITC (Sigma), produzido em coelho.  
186 As lâminas foram pré-tratadas com pepsina a 37°C durante 40 minutos e desnaturadas  
187 previamente por 10 minutos a 75°C antes da mistura de hibridização. Lâminas e sondas foram  
188 desnaturadas a 75°C durante 10 minutos e depois hibridizadas a 37°C durante 18 horas. As  
189 melhores células foram digitalizadas com câmera digital DFC 345FX em microscópio de  
190 epifluorescência Leica DM 2500 utilizando-se para processamento das imagens o software  
191 CW 4000. As imagens foram editadas no software Adobe Photoshop® CS3.

192

### 193 **Detecção de histonas modificadas**

194 A imunocoloração seguiu o protocolo descrito por Feitoza e Guerra [22]. Raízes  
195 fixadas em paraformaldeído 4% foram lavadas quatro vezes em 1x PBS, 10 minutos cada, e  
196 digeridas em solução enzimática contendo 2% celulase Onozuka R-10 (Serva) - 20%  
197 pectinase (Sigma) a 37°C por duas horas. As lâminas selecionadas previamente com  
198 DAPI/PBS foram incubadas em BSA 3% (p/v), contendo 0,1% Triton X-100 em PBS por 10  
199 minutos, e em seguida foram adicionados 15 µl de anticorpo primário. Os anticorpos anti-  
200 H4K5ac, anti-H3K27me2 e anti-H3S10f foram diluídos 1:300 (coelho policlonal IgG –  
201 Upstate Biotechnology, USA) em 1× PBS contendo BSA 3% e incubados *overnight* a 4°C.  
202 Para detecção do anticorpo primário foram adicionados 15 µl do anticorpo secundário goat  
203 anti-rabbit IgG conjugado com FITC (Sigma), diluído 1:60 em BSA 3%, por 3 horas à  
204 temperatura ambiente. As preparações foram montadas em DAPI (2µg/mL):Vectashield (1:1,  
205 v/v). As melhores imagens das células foram capturadas como descrito previamente.

206

### 207 **Medições cromossômicas**

208 As medidas cromossômicas foram obtidas utilizando o software Image Tools® 0.8.1, a  
209 partir de cinco metáfases completas das espécies em estudo, onde a localização das

210 constrições primárias e regiões teloméricas de cada cromossomo foram claramente definidas.  
211 Foi adotada a nomenclatura cromossômica sugerida por Guerra [29] e a assimetria cariotípica  
212 foi avaliada através do índice de assimetria intracromossômica ( $A1$ ), onde  $A1 = 1 -$   
213  $[\Sigma(b/B)/n]$ , e intercromossômica ( $A2$ ), sendo  $A2 = S/X$ , proposto por Romero Zarco [30],  
214 onde  $b$  = comprimento médio do braço curto de cada par homólogo,  $B$  = comprimento médio  
215 do braço longo de cada par homólogo,  $n$  = número de pares cromossômicos homólogos,  $S$  =  
216 desvio padrão do comprimento cromossômico e  $X$  = média do comprimento cromossômico.

217

218

## 219 **6.4 Resultados**

### 220 **Características cariomorfométricas**

221 Os dados relacionados às análises cariomorfométricas estão apresentados na Tabela 1.  
222 Os dados cariológicos como as fórmulas cariotípicas, número de bandas C, CMA e DAPI,  
223 distribuição dos sítios de DNAr 5S e 45S e das modificações das histonas, encontram-se  
224 sumarizados na Tabela 2. Em todas as espécies estudadas, a coloração convencional com  
225 Giemsa indicou um cariótipo com condensação homogênea e núcleos interfásicos do tipo  
226 reticulado (Fig. 1a1-f1). Todas as espécies apresentaram cariótipos assimétricos com  $2n = 22$   
227 cromossomos, morfologia variando de metacêntricos, submetacêntricos a acrocêntricos e  
228 assimetria intercromossômica ( $A2$ ) variando de 0,22 a 0,29. O índice de assimetria  
229 intracromossômica ( $A1$ ) variou de 0,25 a 0,32 e o tamanho cromossômico médio variou de  
230 2,47  $\mu\text{m}$  em *C. ornatum* a 3,3  $\mu\text{m}$  em *C. asiaticum*.

231

### 232 **Bandeamento C, dupla coloração com CMA/DAPI e FISH**

233 Com exceção de *C. ornatum*, as demais espécies de *Crinum* analisadas no presente  
234 trabalho apresentaram, de maneira geral, pouca heterocromatina, sendo que as bandas  
235 CMA<sup>+</sup>/DAPI observadas pela técnica foram frequentemente associadas às RONS e  
236 coincidiram em número e posição no cromossomos com os blocos revelados no bandeamento  
237 C (Fig. 1a2, c2). As espécies *C. americanum* e *C. asiaticum* apresentaram duas bandas  
238 CMA<sup>+</sup>/DAPI intersticiais no braço longo de um par submetacêntrico (Fig. 1a3, a4, c3, c4),  
239 correspondentes aos sítios de DNAr 45S, enquanto dois pares de sítios de DNAr 5S foram  
240 observados, um na região subterminal de um par metacêntrico maior e outro na região  
241 proximal de um par metacêntrico menor (Fig. 1a5, c5). A espécie *C. ornatum*, apresentou  
242 duas bandas CMA<sup>+</sup>/DAPI intersticiais no braço longo de um par submetacêntrico (Fig. 1e3,

243 e4), colocalizadas com sítios de DNAr 45S, enquanto um par de sítios de DNAr 5S foi  
244 detectado no braço longo do mesmo par submetacêntrico no qual ocorre o sítio de DNAr 45S  
245 (Fig. 1e5). Adicionalmente, em *C. ornatum* o bandeamento com os fluorocromos CMA e  
246 DAPI revelou bandas heterocromáticas CMA<sup>-</sup>/DAPI<sup>+</sup> na região pericentromérica de todos os  
247 cromossomos do conjunto, enquanto o bandemaneto C evidenciou bandas CMA<sup>0</sup>/DAPI<sup>0</sup>  
248 adicionais nas regiões terminais (Fig. 1e2).

249

## 250 **Detecção de histonas modificadas**

251 A técnica de imunocoloração utilizando anticorpos contra histonas modificadas nos  
252 resíduos lisina 5 das histonas H4 (anti-H4K5ac), lisinas 27 e serina 10 das histonas H3 (anti-  
253 H3K27me2 e anti-H3S10f), mostrou que as espécies estudadas apresentam um padrão similar  
254 de distribuição das marcas de acetilação, metilação e fosforilação e deste modo focamos nossa  
255 análise em *C. ornatum*, que apresentou um padrão mais peculiar de bandeamento. Os padrões  
256 de marcação destes anticorpos foram comparados com a distribuição das bandas C e  
257 CMA/DAPI, e dos sítios de DNAr 5S e 45S. O anticorpo contra H4K5ac revelou marcação  
258 uniforme na cromatina dos núcleos interfásicos e da prófase, sendo os nucléolos e os blocos  
259 DAPI<sup>+</sup> hipoacetilados (Fig. 2a, b, c). Na metáfase, grandes blocos hiperacetilados foram  
260 observados nas regiões terminais dos dois braços cromossômicos da maioria dos  
261 cromossomos, sendo a marcação com anti-H4K5ac na região pericentromérica total ou  
262 parcialmente suprimida nesse tipo de cromossomo. Os cromossomos menores, por sua vez,  
263 apresentaram uma marcação mais uniforme, não marcando regiões pericentroméricas e  
264 terminais. (Fig. 2a, b, c). O padrão de marcação da H4K5ac durante o ciclo mitótico revelou  
265 na metáfase e anáfase, um pequeno bloco mais intensamente marcado em um cromossomo  
266 (Fig. 3 c, d). Nos núcleos interfásicos e nas fases iniciais e terminais do ciclo, prófase e  
267 telófase, o sinal não foi visualizado pelo método (Fig. 3a, b, e). A imunocoloração contra  
268 H3K27me2 mostrou fraca marcação ao longo de toda a cromatina. No entanto, foi possível  
269 observar pequenos blocos mais brilhantes na região pericentromérica e terminal de alguns  
270 cromossomos na maioria das células analisadas. Os núcleos interfásicos também foram  
271 marcados fracamente e observou-se a presença de alguns pequenos pontos mais brilhantes  
272 (Fig. 2d, e, f). O anticorpo contra H3S10f revelou blocos brilhantes restritos a região  
273 pericentromérica de todos os cromossomos, sendo o tamanho e o brilho dos blocos similar  
274 nos diferentes tamanhos cromossômicos. Os núcleos interfásicos não foram marcados,  
275 contudo alguns blocos fosforilados no início da prófase foram visualizados, sugerindo uma  
276 rápida fosforilação entre o final da intérfase e o início da prófase mitótica. Na metáfase, os

277 blocos pericentroméricos permaneceram com brilho intenso (Fig. 2g, h, i), que desaparecem  
278 no final da telófase.

279

280

## 281 **6.5 Discussão**

282 Em Amaryllidaceae, a heterocromatina visualizada pelo bandeamento C geralmente é  
283 distribuída em pequenas frações que ocorrem preferencialmente nas regiões terminais,  
284 pericentroméricas e nas RONS (7, 31, 32]. Em *Sternbergia* Waldst. & Kit., o bandeamento C  
285 evidenciou bandas na região pericentromérica de todos os cromossomos de *Sternbergia lútea*  
286 (L.) Ker Gawl. ex Spreng. [33]. Em *Crinum*, foram observadas bandas C terminais e  
287 pericentroméricas em todos os cromossomos de *Crinum defixum* Ker-Gawl [7]. Nos gêneros  
288 *Habranthus* Herb, *Hippeastrum* Herb, *Nothoscordum* Kunth, *Scadoxus* Raf., *Tristagma*  
289 Poepp. e *Zephyranthes* Herb, por exemplo, as RONS são frequentemente presentes nas  
290 regiões terminais ou subterminais do braço curto de cromossomos submetacêntricos e/ou  
291 acrocêntricos [34, 35, 36, 37 dados não publicados]. Por outro lado, em *Griffinia* e *Crinum*, as  
292 RONS estão localizadas na região intersticial do braço longo de um par submetacêntrico [7, 8,  
293 dados não publicados]. Todas as espécies de *Crinum* estudadas aqui apresentaram valores de  
294 assimetria intracromossômica (A1) que indicam cariótipos moderadamente simétricos, um  
295 padrão cariotípico reconhecido como estado plesiomórfico em diversos grupos de plantas [38].  
296 Este tipo de cariótipo caracteriza-se por apresentar cromossomos com poucas discrepâncias de  
297 tamanho, com centrômeros localizados nas posições medianas ou submedianas [38]. Os  
298 valores da razão entre o maior e o menor cromossomo do complemento (R), bem como  
299 números fundamentais (NF) observados nas espécies de *Crinum* não permite inferir o tipo de  
300 alteração estrutural envolvida especiação dessa espécie a partir destes dados.

301 A organização do genoma nas espécies estudadas aqui difere em termos citológicos.  
302 No entanto, os dados citogenéticos corroboram as semelhanças morfológicas vegetativas, uma  
303 vez que *C. americanum* e *C. asiaticum*, com mesmo número de bandas C/CMA<sup>+</sup> e de sítios de  
304 DNAr 5S e 45S, apresentam flores em forma de estrela, enquanto *C. ornatum*, com bandas  
305 DAPI<sup>+</sup> e um único sítio de DNAr 5S no mesmo cromossomo que o DNAr 45S, possui flores  
306 em forma de sino [6, 39]. Sabe-se que os genes do RNAr 5S e 45S são organizados em  
307 *tandem* e distribuídos de forma independente em cromossomos diferentes ou em um mesmo  
308 cromossomo [40]. Em *Crinum ornatum*, a eventual ligação de sítios DNAr 5S e 45S no  
309 mesmo cromossomo parece ser uma característica derivada e consistente, observada também  
310 em vários gêneros de plantas, tais como em *Clivia* [41] e *Allium* [40], também da família



311 Amaryllidaceae. A frequente proximidade entre os sítios de DNAr 5S e 45S no mesmo  
312 cromossomo parece ter razões mais relacionadas à dinâmica das sequências repetidas em  
313 *tandem* do que a alguma interação funcional [42].

314 Contudo, filogeneticamente as espécies de *Crinum* estão posicionadas de forma  
315 diferente, como *C. americanum* e *C. asiaticum*, que apresentam características citológicas  
316 similares, mas estão em ramos distintos, enquanto *C. americanum* e *C. ornatum* estão  
317 localizadas no mesmo ramo com suporte de jackknife de 62% com base na análise cladística  
318 de sequências do DNA nuclear (ITS) e de cloroplasto (*trnL-F*) [6]. Esses dados não estão bem  
319 suportados, o que evidencia que as relações filogenéticas interespecíficas no gênero *Crinum*  
320 ainda não estão bem resolvidas.

321 A caracterização das frações da cromatina com uso de técnicas de bandeamento e  
322 FISH permitiu observar a distribuição da eu- e heterocromatina dessas espécies e associar  
323 com os padrões de distribuição de algumas marcas de modificações de histonas. Vários  
324 estudos sobre eventos epigenéticos da cromatina de plantas têm demonstrado a existência de  
325 modificações relativamente conservadas no código epigenético, tais como a associação de  
326 H3K27me2 com regiões heterocromáticas e H4K5ac com regiões eucromáticas e as RONS [9,  
327 23, 43, 44, 45, 46]. No entanto, dependendo da isoforma (mono-, di- ou tri), acetilada e dos  
328 tipos de organização da cromatina, a marcação pode ser mais uniforme ao longo dos  
329 cromossomos ou marcar apenas domínios específicos de eucromatina clássica, onde as  
330 regiões heterocromáticas e de eucromatina condensada permanecem mais frequentemente  
331 hipoacetiladas. Em muitos casos, as RONS também são hiperacetiladas [19], embora o padrão  
332 de marcação de RONS seja aparentemente menos conservado [22].

333 Nas espécies estudadas aqui, a marcação com anticorpos contra H4K5ac foi  
334 evidenciada tanto em domínios específicos da eucromatina como nas RONS heterocromáticas  
335 evidenciadas nos cromossomos metafásicos e anafásicos da mitose. A região pericentromérica  
336 DAPI<sup>+</sup> de todos os cromossomos de *C. ornatum* foi hipoacetilada, provavelmente devido à  
337 presença da heterocromatina pericentromérica [47]. Além disso, as bandas C terminais foram  
338 do tipo DAPI<sup>0</sup>/CMA<sup>0</sup>, possivelmente devido a algumas regiões heterocromáticas reagirem de  
339 forma neutra a estes fluorocromos [ver, por exemplo, 48, 49, 50]. Em espécies com genoma  
340 pequeno a médio como *Costus spiralis* e *Eleutherine bulbosa*, por exemplo, o padrão de  
341 marcação da H4K5ac foi restrito à eucromatina clássica [22]. Em *Vicia faba*, com genoma  
342 grande (2C = 26,9 pg), a marcação da H4K5ac foi uniforme ao longo dos cromossomos,  
343 exceto nas RONS que foram hiperacetiladas e na heterocromatina pericentromérica que foi  
344 hipoacetilada [51]. Por outro lado, em *Habranthus sylvaticus*, com genoma e cromossomos  
345 grandes (2C = 22,3 pg), a H4K5ac não mostrou marcação uniforme como o esperado para

346 cromossomos grandes e com pouca heterocromatina, uma vez que foram visualizados blocos  
347 fortemente marcados nas regiões eucromáticas terminais e proximais de vários cromossomos  
348 [dados não publicados]. Em *Vicia faba*, *H. sylvaticus* e *Hordeum vulgare* também foi  
349 observado forte acetilação nas RONS que contém os genes de RNAr 28S-5,8S-18S [46, 51,  
350 52, 53]. No entanto, em *Allium cepa*, *Nicotiana tabaccum* e espécies de *Silene* não foram  
351 detectadas forte marcação nas RONS por anti-H4K5 [54]. Um fator que pode explicar a  
352 permanência da forte acetilação nas RONS é que, embora os cromossomos metafásicos  
353 estejam no maior nível de compactação no ciclo celular, as RONS podem permanecer  
354 parcialmente descondensadas, transcrevendo sequências antes da conclusão da fase M [53].

355 A histona H3 dimetilada na lisina 27 marcou fracamente os cromossomos ao longo de  
356 toda a cromatina, com pequenos blocos brilhantes na região pericentromérica e terminal. Em  
357 *Drosophila*, H3K27me2 também marcou a heterocromatina pericentromérica [55, 56]. Em  
358 plantas, como *Arabidopsis thaliana* [57, 58], *Zea mays* [59] e *Vicia faba* [9] a H3K27me2  
359 marcou especificadamente domínios heterocromáticos. Contudo, estudos mais recentes  
360 apontam que H3K27me2 foi encontrada tanto em domínios heterocromáticos quanto  
361 eucromáticos de *Arabidopsis thaliana*, onde grandes blocos foram fortemente associados com  
362 a heterocromatina, enquanto na eucromatina a marcação se deu na região dos genes  
363 codificadores de proteínas e nas regiões relacionadas com os transposons [60]. Em *Crinum*  
364 *ornatum*, similar ao observado em outras espécies de plantas, a H3K27me2 está  
365 aparentemente associada com as frações de heterocromatina presente tanto nos núcleos  
366 interfásicos, quanto nos cromossomos metafásicos, cuja heterocromatina DAPI<sup>+</sup> proximal foi  
367 marcada. Em espécies de *Citrus*, que apresentam genomas pequenos (2C = 0,75- 1,25 pg), a  
368 marcação com H3K27me2 não ocorreu restritamente na região heterocromática, uma vez que  
369 foi observada, uma marcação dispersa por toda a eucromatina, provavelmente envolvida na  
370 inativação de retrotransposons ou silenciamento de genes [45].

371 O padrão de fosforilação da histona H3 na serina 10 em cromossomos mitóticos de  
372 *Crinum* foi bem similar ao encontrado na maioria das espécies de angiospermas (revisado por  
373 Marcon-Tavares et al. [61]. A fosforilação em *Crinum* se inicia na prófase, continua até a  
374 anáfase, sendo ausente na interfase e telófase. Na metáfase foi observada uma  
375 hiperfosforilação na região pericentromérica em relação ao restante dos braços  
376 cromossômicos. A fosforilação da H3S10f parece ser indispensável no processo de  
377 condensação cromossômica ciclo celular dependente, para a coesão centromérica das  
378 cromátides irmãs e reparo do DNA [62, 63].

379 O padrão de modificação de histonas observado no presente trabalho sugere mais uma  
380 vez que, apesar de algumas marcas serem bastante conservadas no genoma dos eucariotos,

381 como a anti-H4K5ac e H3S10f, é necessário que outros estudos utilizem um conjunto maior  
382 de anticorpos, possibilitando um melhor entendimento sobre a relação dessas marcas com a  
383 organização e estrutura da cromatina. Entretanto, nas espécies aqui analisadas, podemos  
384 observar uma correlação positiva entre o estado de condensação DNAr 45S com o nível de  
385 acetilação de histonas, uma vez que as RONS também foram hiperacetiladas. As bandas  
386 heterocromáticas pericentroméricas DAPI<sup>+</sup> e as bandas terminais parecem se associar com a  
387 metilação de histonas. Similar ao que foi observado em *Habranthus*, que também apresenta  
388 genoma grande (2C = 22, 3 pg) e faz parte da família Amaryllidaceae, *Crinum* parece  
389 apresentar um nível de organização genômico dos domínios de cromatina mais definido, com  
390 trechos hiperacetilados concentrados nas regiões terminais dos cromossomos, quando  
391 comparado a maioria das espécies de tamanho genômico elevado.

392

393

## 394 **6.6 Financiamento**

395 Este trabalho foi suportado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e  
396 Tecnológico (CNPq) e Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco  
397 (FACEPE).

398

399

## 400 **6.7 Agradecimentos**

401 Os autores gostariam de agradecer ao Erton Mendonça de Almeida por seu grande  
402 auxílio na coleta das espécies estudadas neste trabalho.

403

404

## 405 **6.8 Referencias**

406 1. Refaat J, Kamel MS, Ramadan MA, Ali AA (2012) *Crinum* an endless source of  
407 bioactive principles: a review. part 1- crinum alkaloids: lycorine-type alkaloids. Inter J  
408 Pharm Sci Res 3: 1883–1890.

409

410 2. Souza VC, Lorenzi H (2012) Botânica sistemática: Guia ilustrado para identificação das  
411 famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APGIII. 3.ed. São  
412 Paulo: Editora Plantarum. 768 p.

413

414 3. Surain P, Aneja KR (2014) Anticandidal potential of *Crinum asiaticum* leaves extract  
415 against selected oral and vaginal *Candida* pathogens. J Innov Biol 1: 027–030.

416

- 417 4. Zonneveld BJM, Leitch IJ, Bennett MD (2005) First nuclear DNA amounts in more  
418 than 300 angiosperms. *Ann Bot* 96: 229–244.  
419
- 420 5. Meerow AW, Lehmiller DJ, Clayton JR (2003) Phylogeny and biogeography  
421 of *Crinum* L. (Amaryllidaceae) inferred from nuclear and limited plastid non-coding  
422 DNA sequences. *Bot J Linn Soc* 141: 349–363.  
423
- 424 6. Kwembeya EG, Bjora CS, Stedje B, Nordal I (2007) Phylogenetic relationship in the  
425 genus *Crinum* (Amaryllidaceae) with emphasis on tropical African species: evidence  
426 from *trnL-F* and nuclear ITS DNA sequence data. *Taxon* 56: 801–810.  
427
- 428 7. Mehta P, Kumar J (2012) Chromosome architecture of *Crinum defixum* ker-gawl.  
429 *Indian J Fund Appl Life Sci* 2: 51–53.  
430
- 431 8. Ahmed L, Begum R, Noor SS, Zaman MA, Alam SS (2004) Reversible fluorescence  
432 chromosome banding in three *Crinum* spp. (Amaryllidaceae) *Cytologia* 69: 69–74.  
433
- 434 9. Fuchs J, Demidov D, Houben A, Schubert I (2006) Chromosomal histone modification  
435 patterns– from conservation to diversity. *Trends Plant Sci* 11: 199–208.  
436
- 437 10. Moraes AP, Soares Filho WS, Guerra M. 2007. Karyotype diversity and the origin of  
438 grapefruit. *Chromosome Res* 15: 115–121.  
439
- 440 11. Sumner AT. (2003) Chromosomes – Organization and function. United Kingdom:  
441 Blackwell Publishing. 304 p.  
442
- 443 12. Bowler C, Benvenuto G, Laflamme P, Molino D, Probst AV, Tariq M, Paszkowski J  
444 (2004) Chromatin techniques for plant cells. *Plant J* 39: 776–789.  
445
- 446 13. Grewal SI, Moazed D (2003) Heterochromatin and epigenetic control of gene  
447 expression. *Science* 301: 798–802.  
448
- 449 14. Djupedal I, Ekwil K (2008) The paradox of silent heterochromatin. *Science* 320: 624–  
450 625.  
451
- 452 15. Dimitri P, Caizzi R, Giordano E, Carmela Accardo M, Lattanzi G, Biamonti G  
453 (2009) Constitutive heterochromatin: A surprising variety of expressed  
454 sequences. *Chromosoma* 118: 419–435.  
455
- 456 16. Grunstein M. (1998) Yeast heterochromatin: Regulation of its assembly and inheritance  
457 by histones. *Cell* 93: 325–328.  
458
- 459 17. Litt MD, Simpson M, Recillas-Targa F, Prioleau MN, Felsenfeld G. (2001) Transitions  
460 in histone acetylation reveal boundaries of three separately regulated neighboring loci. *EMBO*  
461 *J* 20: 2224–2235.  
462
- 463 18. Cimini D, Mattiuzzo M, Torosantucci L, Degrossi, F (2003) Histone hyperacetylation in  
464 mitosis prevents sister chromatid separation and produces chromosome segregation  
465 effects. *Mol Biol Cell* 14: 382–833.  
466

- 467 19. Fuchs J, Schubert I (2012) Chromosomal distribution and functional interpretation of  
468 epigenetic histone marks in plants. In: Bass H, Birchler JA (eds): Plant Cytogenetics:  
469 Genome Structure and Chromosome Function. New York: Springer. pp 231–253.  
470
- 471 20. Soppe WJ, Jasencakova Z, Houben A, Kakutani T, Meister A, Huang MS, Jacobsen SE,  
472 Schubert, I, Fransz PF (2002) DNA methylation controls histone H3 lysine 9  
473 methylation and heterochromatin assembly in *Arabidopsis*. EMBO J 21: 6549–6559.  
474
- 475 21. Houben A, Demido VD, Gernand D, Meister A, Leach CR, Schubert I. 2003.  
476 Methylation of histone H3 in euchromatin of plant chromosomes depends on basic  
477 nuclear DNA content. Plant J 33: 967–973.  
478
- 479 22. Feitoza L, Guerra M. 2011a. Different types of plant chromatin associated with  
480 modified histones H3 and H4 and methylated DNA. Genetica 139: 305–314.  
481
- 482 23. Feitoza L, Guerra M. 2011b. The centromeric heterochromatin of *Costus spiralis*: p  
483 oorly methylated and transiently acetylated during meiosis. Cytogenet Genome Res  
484 135: 160–166.  
485
- 486 24. Guerra M, Souza MJ (2002) Como Observar os Cromossomos: Um Guia de Técnicas  
487 em Citogenética Vegetal, Animal e Humana. In: Guerra M, Souza MJ (eds.) Como  
488 analisar os cromossomos mitóticos. São Paulo: FUNPEC. pp. 23–38.  
489
- 490 25. Schwarzacher T, Ambros P, Schweizer D (1980) Application of Giemsa banding to  
491 orchid karyotype analysis. Plant Syst Evol 134: 293–297.  
492
- 493 26. Schweizer D, Ambros PF (1994) Chromosome banding. Stain combinations for specific  
494 regions. Method Mol Biol 29: 97–112.  
495
- 496 27. Pedrosa A, Sandal N, Stougaard J, Schweizer D, Bachmair A (2002) Chromosomal map  
497 of the model legume *Lotus japonicus*. Genetics 161: 1661–1672.  
498
- 499 28. Wanzenböck EM, Schöfer C, Schweizer D, Bachmair A (1997) Ribosomal transcription  
500 units integrated via T-DNA trans-formation associate with the nucleolus and do not  
501 require up-stream repeat sequences for activity in *Arabidopsis thaliana*. Plant J 11:  
502 1007–1016.  
503
- 504 29. Guerra M (1988) Introdução à Citogenética Geral. Rio de Janeiro: Guanabara. 142p.  
505
- 506 30. Romero Zarco C (1986) A new method for estimating karyotype asymmetry. Taxon  
507 35: 526–530.  
508
- 509 31. Ran Y, Murray BG, Hammett KRW (1999) Karyotype analysis of the genus *Clivia* by  
510 Giemsa and fluorochrome banding and *in situ* hybridization. Euphytica 106: 139–147.  
511
- 512 32. Vosa CG (2000) A revised cytotaxonomy of the genus *Tulbaghia* (Alliaceae).  
513 Caryologia 53: 83–112.  
514
- 515 33. Yüzbaşıoğlu D, Ünal F, Duman H (1997) Giemsa C-banding analysis of *Sternbergia*  
516 *lutea* (L.) Ker-Gawl. ex Sprengel and *S. sicula* Tineo ex Guss. from Turkey. Cytologia  
517 62: 1–6  
518

- 519 34. Felix WJP, Felix LP, Melo NF, Dutilh JHA, Carvalho R. (2011) Cytogenetics of  
520 Amaryllidaceae species: heterochromatin evolution in different ploidy levels. *Plant Syst*  
521 *Evol* 292: 215–221.  
522
- 523 35. Souza LGR, Crosa O, Guerra M (2010) Karyological circumscription of *Ipheion*  
524 *Rafinesque* (Gilliesioideae, Alliaceae). *Plant Syst Evol* 287: 119–127.  
525
- 526 36. Souza LGR, Crosa O, Winge H, Guerra M (2009) The karyotype of *Nothoscordum*  
527 *arenarium* Herter (Gilliesioideae, Alliaceae): A populational and cytomolecular  
528 analysis. *Genet Mol Res* 32: 111–116.  
529
- 530 37. Souza LGR, Crosa O, Speranza P, Guerra M (2012) Cytogenetic and molecular  
531 evidence suggest multiple origins and geographical parthenogenesis in *Nothoscordum*  
532 *gracile* (Alliaceae). *Ann Bot* 109: 987–999.  
533
- 534 38. Stebbins GL (1971) Chromosomal evolution in higher plants. Edward Arnold Ltd,  
535 London. 216p.  
536
- 537 39. Fangan BM, Nordal I (1993) A comparative analysis of morphology, chloroplast DNA  
538 and distribution within the genus *Crinum* (Amaryllidaceae). *J Biogeogr* 20: 55–61.  
539
- 540 40. Lee SH, Do GS, Seo BB (1999) Chromosomal localization of 5S rRNA gene loci and  
541 the implications for relationships within the *Allium* complex. *Chromosome Res* 7: 89–  
542 93.  
543
- 544 41. Ran Y, Hammett KRW, Murray BG (2001) Phylogenetic analysis and karyotype  
545 evolution in the genus *Clivia* (Amaryllidaceae). *Ann of Bot* 87: 823–830.  
546
- 547 42. Roa F. (2011) Análise da distribuição dos sítios de DNA ribossomal 5s e 45s em  
548 cariótipos de espécies vegetais. Thesis, Universidade Federal de Pernambuco.  
549 Available: [http://www.repositorio.ufpe.br/jspui/bitstream/123456789/747/1/arqui\\_vo75\\_47\\_1.pdf](http://www.repositorio.ufpe.br/jspui/bitstream/123456789/747/1/arqui_vo75_47_1.pdf). Accessed 16 November 2014.  
550  
551
- 552 43. Liu W, Tanasa B, Tyurina OV, Zhou TY, Gassmann R, Liu WT, Ohgi KA, Be nner C,  
553 García-Bassets I, Aggarwal AK, et al. (2010) PHF8 mediates histone H4 lysine 20  
554 demethylation events involved in cell cycle progression. *Nature* 466: 508–512.  
555
- 556 44. Park S, Oh S, Van Nocker S (2012) Genomic and gene-level distribution of histone H3  
557 dimethyl lysine-27 (H3K27me2) in *Arabidopsis*. *Plos One* 7: e52855.  
558
- 559 45. Marques A, Fuchs J, Ma L, Heckmann S, Guerra M, Houben A (2011) Characterization  
560 of eu- and heterochromatin of *Citrus* with a focus on the condensation behavior of 45S  
561 rDNA chromatin. *Cytogenet Genome Res* 134: 72–82.  
562
- 563 46. Wako T, Fukuda M, Furushima-Shimogawara R, Belyaev ND, Fukui K (2002) Cell  
564 cycle-dependent and lysine residue-specific dynamic changes of histone H4 acetylation  
565 in barley. *Plant Mol Biol* 49: 645–653.  
566
- 567 47. Barros e Silva AE, Guerra M (2010) The meaning of DAPI bands observed after C–  
568 banding and FISH procedures. *Biotech Histochem* 85: 115–125.  
569

- 570 48. Guerra M (2000) Patterns of heterochromatin distribution in plant chromosomes. *Genet*  
571 *Mol Biol* 23:1029–1041.  
572
- 573 49. Fregonezi JN, Rocha C, Torezan JMD and Vanzela ALL (2004) The occurrence of  
574 different Bs in *Cestrum intermedium* and *C. strigilatum* (Solanaceae) evidenced by  
575 chromosome banding. *Cytogenet Genome Res* 106:184–188.  
576
- 577 50. Fregonezi JN, Fernandes, T, Torezan JMD, Vieira AOS, Vanzela ALL ( 2006)  
578 Karyotype differentiation of four *Cestrum* species (Solanaceae) based on the physical  
579 mapping of repetitive DNA. *Genet Mol Biol* 29: 97–104.  
580
- 581 51. Houben A, Belyaev ND, Turner BM, Schubert I (1996) Differential immunostaining of  
582 plant chromosomes by antibodies recognizing acetylated histone H4 variants.  
583 *Chromosome Res* 4: 191–194.  
584
- 585 52. Belyaev ND, Houben A, Baranczewski P, Schubert I. 1997. Histone H4 acetylation in  
586 plant heterochromatin is altered during the cell cycle. *Chromosoma* 106: 193–197.  
587
- 588 53. Jasencakova Z, Meister A, Walter J, Turner BM, Schubert I (2000) Histone H4  
589 acetylation of euchromatin and heterochromatin is cell cycle dependent and correlated  
590 with replication rather than with transcription. *Plant Cell* 12: 2087–2100.  
591
- 592 54. Vyskot B, Siroky J, Hladilova R, Belyaev DN, Turner BM. 1999. Euchromatic domains  
593 in plant chromosomes as revealed by H4 histone acetylation and early DNA replication.  
594 *Genome* 42: 343–350.  
595
- 596 55. Ebert A, Schotta G, Lein S, Kubicek S, Krauss V, Jenuwein T, Reuter G (2004) Su(var)  
597 genes regulate the balance between euchromatin and heterochromatin in *Drosophila*.  
598 *Genes Dev* 18: 2973–83.  
599
- 600 56. Schotta G, Lachner M, Sarma K, Ebert A, Sengupta R, Reuter G, Reinberg D, Jenuwein  
601 T (2004) A silencing pathway to induce H3-K9 and H4-K20 trimethylation at  
602 constitutive heterochromatin. *Genes Dev.* 18: 1251–1262.  
603
- 604 57. Lindroth AM Shultis D, Jasencakova Z, Fuchs J, Johnson L, Schubert D, Patnaik  
605 D, Pradhan S et al. (2004). Dual histone H3 methylation marks at lysines 9 and 27  
606 required for interaction with CHROMOMETHYLASE3. *EMBO J* 23: 4286–4296.  
607
- 608 58. Mathieu O, Probst AV, Paszkowski J (2005) Distinct regulation of histone H3  
609 methylation at lysines 27 and 9 by CpG methylation in *Arabidopsis*. *EMBO J* 24: 2783–  
610 2791.  
611
- 612 59. Shi J, Dawe RK (2006) Partitioning of the maize epigenome by the number of methyl  
613 groups on histone H3 lysines 9 and 27. *Genetics* 173: 1571–1583.  
614
- 615 60. Roudier F, Ahmed I, Berard C, Sarazin A, Mary-Huard T, Cortijo S, Bouyer D,  
616 Caillieux E, Duvernois-Berthet E, Al-Shikhley L et al. (2011) Integrative epigenomic  
617 mapping defines four main chromatin states in *Arabidopsis*. *EMBO J* 30: 1928–1938.  
618
- 619 61. Marcon-Tavares AB, Felinto F, Feitoza L, Barros e Silva AE, Guerra M (2014)  
620 Different patterns of chromosomal histone H3 phosphorylation in land plants.  
621 *Cytogenet Genome Res* 143: 136–143.

- 622 62. Prigent C, Dimitrov S (2003) Phosphorylation of serine 10 in histone H3, what for? J  
623 Cell Sci 116: 3677–3685.  
624
- 625 63. Louny R, Sassone-Corsi P (2004) Analysis of histone phosphorylation: coupling  
626 intracellular signaling to chromatin remodeling. Meth Enzymol 377: 197–212.



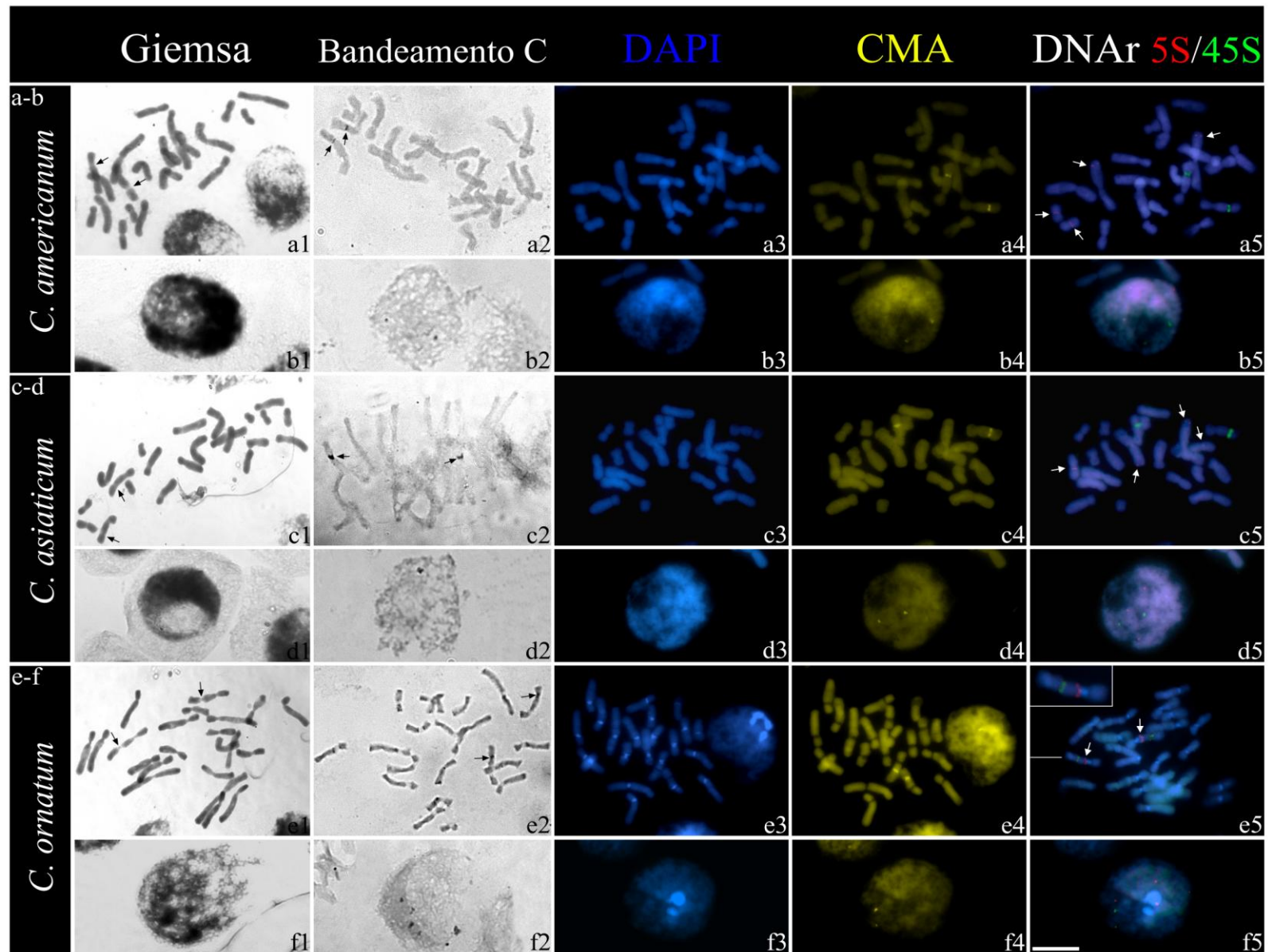
**Tabela 1.** Espécies estudadas do gênero *Crinum*, seus respectivos locais de coleta, número cromossômico diploide (**2n**), número fundamental (**NF**), variação no tamanho cromossômico, comprimento cromossômico total do complemento haplóide (**tl**), média do comprimento cromossômico (**C**), razão entre o cromossomo maior e o menor cromossomo do complemento (**R**), razão média da relação entre os braços cromossômicos (**r**), índice de assimetria intracromossômica (**A1**) e índice de assimetria intercromossômica (**A2**).

Táxon	Coletor	Procedência*	2n	NF	Varição no tamanho cromossômico ( $\mu\text{m}$ )	tl	C	R	r	A1	A2
<i>Crinum americanum</i> L.	LPFelix, 13.829	Ilha Comprida, SP	22	44	4,62-11,41	145,33	7,01	3,19	1,69	0,32	0,28
<i>Crinum asiaticum</i> L.	LPFelix, 13.804	Ilha Comprida, SP	22	44	5,31-17,57	232,72	9,07	3,3	1,70	0,28	0,22
<i>Crinum ornatum</i> (Aiton) Herb.	LPFelix, 13.673	Rio Tinto, PB	22	46	3,37-10,76	153,84	7,39	2,47	2,14	0,25	0,26

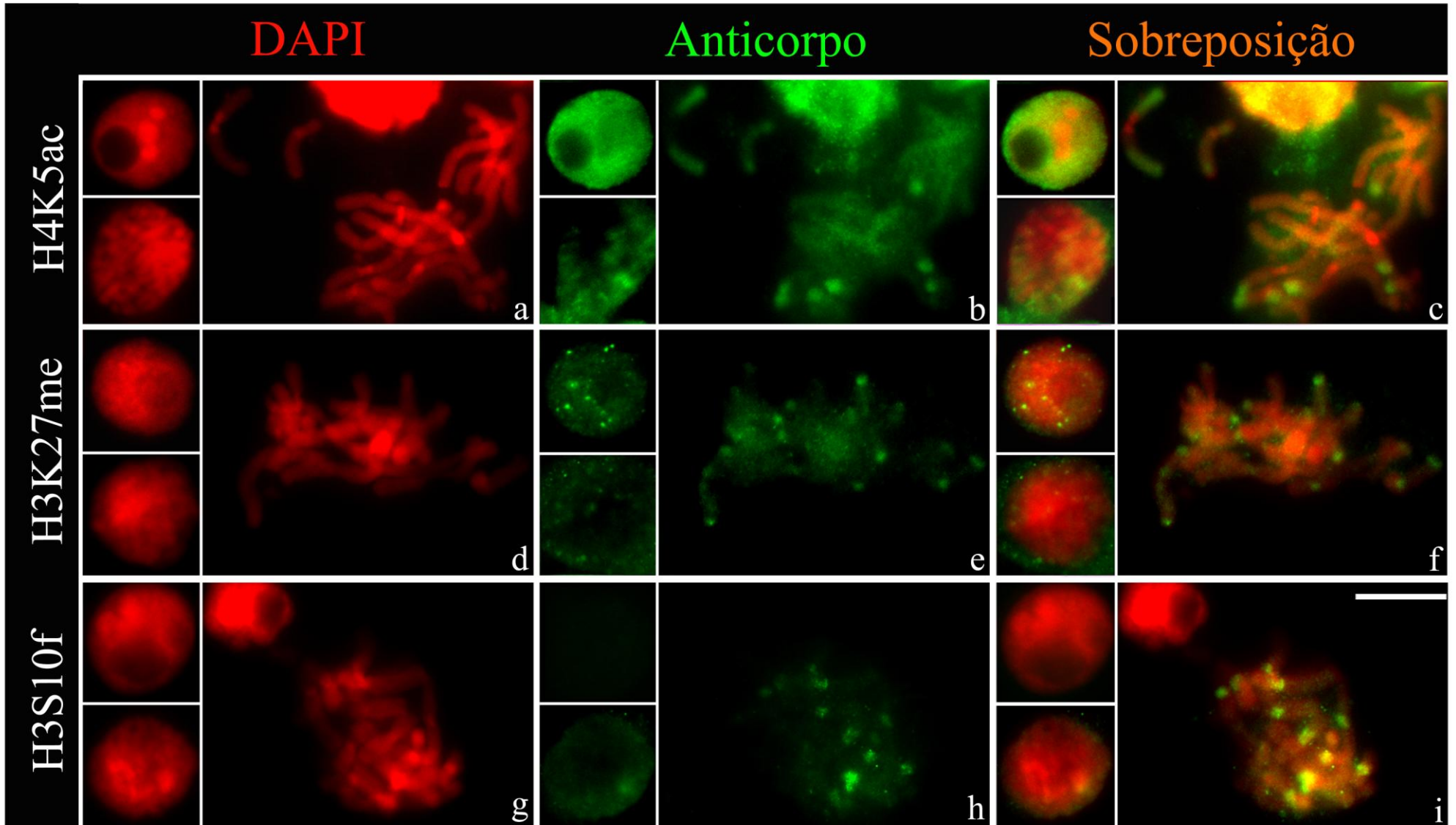
\* PB= Estado da Paraíba; SP= Estado de São Paulo

**Tabela 2.** Resumo das fórmulas do cariotípicas, número de bandas C, CMA<sup>+</sup>, DAPI<sup>+</sup>, distribuição dos sítios de DNAr 5S e 45S, modificações de histonas específicas da eu- e heterocromatina de espécies do gênero *Crinum*.

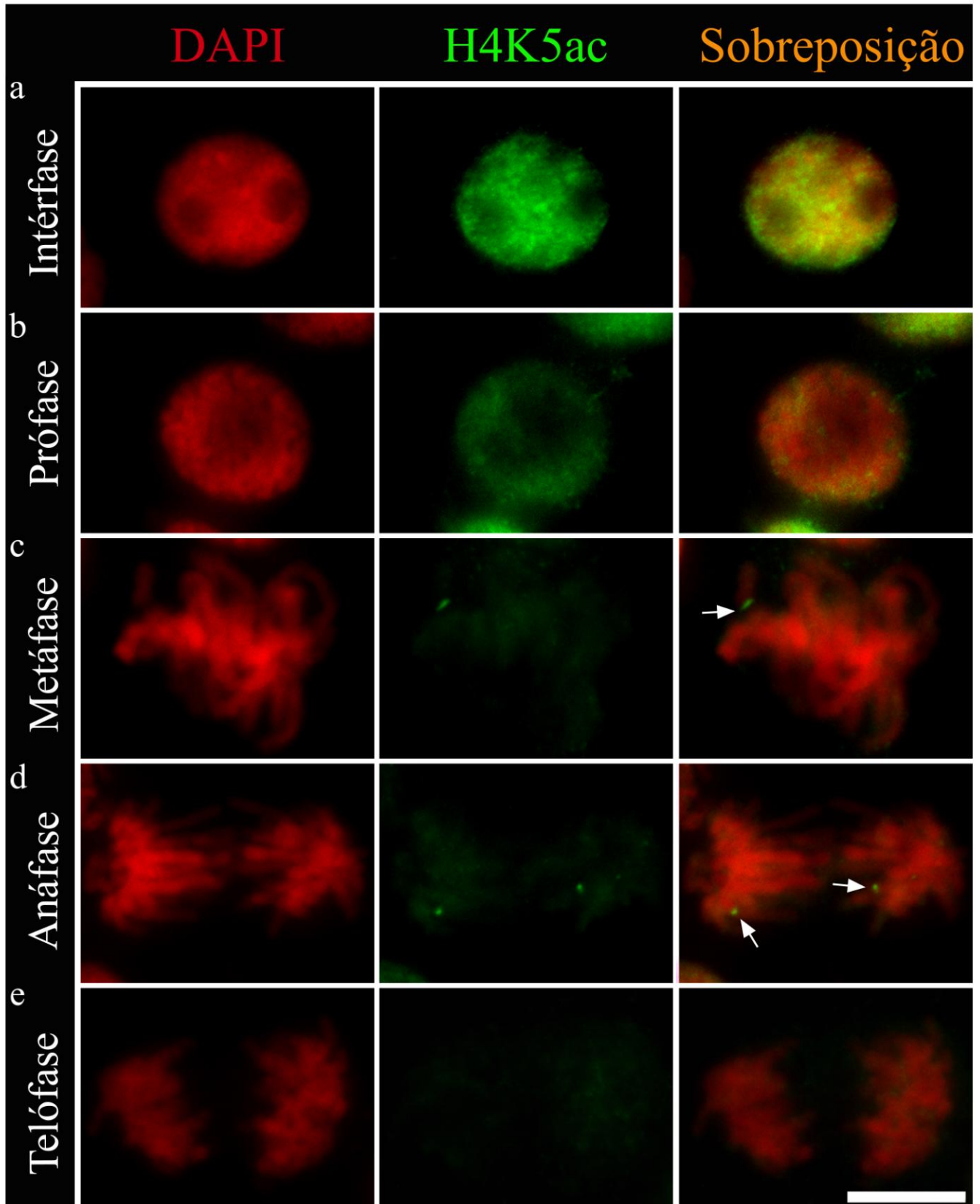
	<i>Crinum americanum</i> L.	<i>Crinum asiaticum</i> L.	<i>Crinum ornatum</i> (Aiton) Herb.
<b>Fórmula cariotípica</b>	14M+8SM	10M+12SM	4M+18S+2A
<b>Localização das bandas C</b>	RONs	RONs	Regiões terminais, pericentroméricas e RONs
<b>N° de bandas CMA<sup>+</sup></b>	2	2	2
<b>N° de bandas DAPI<sup>+</sup></b>	0	0	22
<b>N° de sítios de DNAr 5S</b>	4	4	2
<b>N° de sítios de DNAr 45S</b>	2	2	2
<b>H4K5ac</b>	Marcação nas regiões eucromáticas e nas RONs heterocromáticas		
<b>H3K27me2</b>	Marcação dispersa, adicionalmente enriquecido nas bandas C terminais e nas regiões pericentroméricas/DAPI <sup>+</sup>		
<b>H3S10f</b>	Marcação na região pericentromérica		



**Figura 1.** Metáfases mitóticas e núcleos interfásicos de *Crinum americanum* (a-b), *C. asiaticum* (c-d) e *C. ornatum* (e-f) corados com Giemsa (primeira coluna), bandeamento C (segunda coluna), DAPI (terceira coluna), CMA (quarta coluna) e FISH com sondas de DNAr 5S (vermelho) e 45S (verde) (quinta coluna). Inseto em e5 mostra ampliação do cromossomo com sítios de DNAs 5S e 45S. Setas em preto indicam as RONS heterocromáticas. Setas em branco indicam os sítios de DNAr 5S. Barra em f5 representa 10µm.



**Figura 2.** Imunodeteção das histonas H4K5ac (a-e), H3K27me2 (d-f) e H3S10f (g-i) em núcleos interfásicos e cromossomos de *Crinum ornatum*. DAPI foi pseudocorado em vermelho. Barra em i corresponde a 10 $\mu$ m.



**Figura 3.** Ciclo de mitótico de *C. ornatum* utilizando a anti-H4K5ac (verde). (a) núcleo interfásico e (b) prófase. (c, d) metáfase e anáfase, respectivamente, mostrando RONS acetiladas (setas). (e) telófase. Observe RONS desacetiladas em (a), (b) e (e). DAPI foi pseudocorado em vermelho. Barra em e corresponde a 10  $\mu$ m.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. A elevada variação dos parâmetros cariomorfológicos, o padrão de localização dos sítios de DNAr e distribuição da heterocromatina em representantes dos gêneros *Habranthus*, *Hippeastrum* e *Zephyranthes*, são compatíveis com a hipótese de evolução reticulada em Hippeastrinae;

- a ocorrência de cariótipo com um par de sítios de DNAr 45S terminais, e um par de sítios de DNAr 5S poderia ser considerada como o padrão mais ancestral dentre as linhagens da subtribo Hippeastrinae;

- sugerimos a transferência das espécies *Zephyranthes flavissima* e *Z. mesochloa* para o gênero *Habranthus*, que se encontram no mesmo clado e apresentam o mesmo padrão de número e localização de bandas CMA<sup>+</sup> e número de sítios de DNAr 5S.

2. Em *Habranthus sylvaticus*, diferentemente de estudos prévios nos quais genomas grandes apresentaram um padrão de distribuição uniforme de marcas de eu- e heterocromatina, a espécie parece manter um nível de organização genômico com compartimentos mais definidos, em relação aos domínios de cromatina e organização de suas sequências, quando comparado a maioria das espécies de tamanho genômico elevado;

- a eucromatina clássica é diferencialmente acetilada com anti-H4K5, sugerindo que essa fração da cromatina pode não ser tão conservada e apresentar variações quanto aos padrões de modificações das histonas H3 e H4;

- a forte acetilação da H4K5 na heterocromatina CMA<sup>+</sup>/DNAr 45S, restrita a apenas algumas fases do ciclo mitótico, confirmou uma dinâmica da RON ciclo celular-dependente, vista em várias espécies.

3. A análise com os fluorocromos CMA e DAPI, bandeamento C e FISH nas espécies *Crinum americanum* e *C. asiaticum* difere em termos citológicos da espécie *C. ornatum*. No entanto, os dados citogenéticos corroboram as semelhanças morfológicas vegetativas, evidenciando tendências morfológicas e citológicas na filogenia do grupo;

- nas três espécies de *Crinum* analisadas aqui, podemos observar uma correlação positiva da heterocromatina mais descondensada do DNAr 45S com a acetilação de histonas (H4K5ac), uma vez que as RONs também foram hiperacetiladas;

- as bandas heterocromáticas pericentroméricas DAPI<sup>+</sup> e as bandas terminais de *Crinum ornatum* parecem se associar com a metilação de histonas (H3K27me2).

# **Anexos**

**Figura 1:** Ilustração de alguns representantes de Amaryllidaceae. (a) *Crinum americanum*, Ilha Comprida, SP; (b) *C. asiaticum*, Ilha Comprida, SP; (c) *C. ornatum*, Rio Tinto, PB; (d) *Hippeastrum glaucescens*, Morro do Chapéu, BA; (e) *H. puniceum*, Igarassu, PE; (f) *H. striatum*, Palmeiras, BA; (g) *H. stylosum*, Rio Tinto, PB; (h) *Habranthus brachyandrus*, Caçapava do Sul, RS; (i) *H. sylvaticus*, Petrolina, PE; (j) *Zephyranthes flavissima*, Alegrete, RS; (k) *Z. mesochloa*, Bagé, RS; (l) *Z. aff. stellaris*, Morro do Chapéu, BA. Fonte: Leonardo Felix, Erton Mendonça, Emmanuely Xavier.







## Normas dos periódicos Biological Journal of the Linnean Society e Botanical Journal of the Linnean Society

### Biological Journal of the Linnean Society

© The Linnean Society of London, Biological Journal of the Linnean Society



Edited By: John A. Allen

Impact Factor: 2.535

ISI Journal Citation Reports © Ranking: 2013: 27/46 (Evolutionary Biology)

Online ISSN: 1095-8312

Associated Title(s): Botanical Journal of the Linnean Society, Proceedings of the Linnean Society of London, Transactions of the Linnean Society of London, Zoological Journal of the Linnean Society

### Botanical Journal of the Linnean Society

© The Linnean Society of London, Botanical Journal of the Linnean Society



Edited By: Michael F. Fay

Impact Factor: 2.699

ISI Journal Citation Reports © Ranking: 2013: 46/196 (Plant Sciences)

Online ISSN: 1095-8339

Associated Title(s): Biological Journal of the Linnean Society, Proceedings of the Linnean Society of London, Transactions of the Linnean Society of London, Zoological Journal of the Linnean Society

### 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 *Biological Journal* publishes papers concerned with the process of organic evolution in the broadest sense. It particularly welcomes contributions that illustrate the unifying concepts of evolutionary biology with evidence, either observational or theoretical, from any relevant field of the biological sciences. Potential authors should be aware that papers on specialized subjects are discouraged and **we do not normally consider papers that include taxonomic descriptions of new species.**

**We welcome manuscripts of four types: critical reviews of topical and/or contentious areas in evolutionary biology (~9000 words), full research articles reporting the findings of original research (~9000 words), short research articles presenting concise original research (limit 3500 words and normally no more than two figures and two tables), and comments on papers published in the Journal or presenting novel ideas relating to the wider literature (limit 3000 words). We aim to fast-track the publication of short research articles and comments.**

Submissions to the *Biological Journal* are made online using ScholarOne Manuscripts. To submit to the journal go to <http://mc.manuscriptcentral.com/bjls>, where you can also find the current mean time from submission to first decision, and other submission statistics. 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.

### **Conflict of Interest**

The *Biological 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 Transfer Agreement Form**

Authors will be required to sign a Copyright Transfer Agreement Form (CTA) for all papers

accepted for publication. Signature of the Copyright Transfer Agreement Form is a condition of publication and papers will not be put into production until a signed form has been received. (Government employees need to complete the Author Warranty sections, although copyright in such cases does not need to be assigned). After submission authors will retain the right to publish their papers in various media/circumstances (please see the form for further details). A copy of the form may be downloaded here.

**Please include the signed form when submitting your manuscript.**

### **OnlineOpen**

OnlineOpen is a pay-to-publish service from Wiley Blackwell that offers authors whose papers are accepted for publication the opportunity to pay up-front for their manuscript to become open access (i.e. free for all to view and download) via Wiley Online Library. Each Online Open article will be subject to a one-off fee of US\$3000 to be met by or on behalf of the Author in advance of publication. Upon online publication, the article (both full-text and PDF versions) will be available to all for viewing and download free of charge. For the full list of terms and conditions, see <http://olabout.wiley.com/WileyCDA/Section/id-406241.html>.

Authors wishing to send their paper OnlineOpen will be required to complete the payment form available from our website at: [https://authorservices.wiley.com/bauthor/onlineopen\\_order.asp](https://authorservices.wiley.com/bauthor/onlineopen_order.asp) (Please note this form is for use with OnlineOpen material ONLY.)

Prior to acceptance there is no requirement to inform an Editorial Office that you intend to publish your paper OnlineOpen if you do not wish to. All OnlineOpen articles are treated in the same way as any other article. They go through the journal's standard peer-review process and will be accepted or rejected based on their own merit.

### **Author material archive policy**

**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.

### **Data archiving**

Data that are integral to the paper must be made available in such a way as to enable readers to replicate, verify and build upon the conclusions published in the paper. Any restriction on the availability of these data must be disclosed at the time of submission. Data may be included as part of the main article where practical. We recommend that data for which public repositories are widely used, and are accessible to all, should be deposited in such a repository prior to publication. The appropriate linking details and identifier(s) should then be included in the publication and where possible the repository, to facilitate linking between the journal article and the data. If such a repository does not exist, data should be included as supporting information to the published paper or authors should agree to make their data available upon reasonable request.

### **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. **Please submit your manuscript in an editable format such as .doc, .docx 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. Authors should be aware that short snappy titles are more likely to catch the eye of the reader than long dull titles. Thus the title should be concise but informative. Where appropriate it should include mention of family or higher taxon in the form 'The evolution of the Brown Rat, *Rattus norvegicus* (Rodentia: Muridae)'. A subtitle may be included, but papers in numbered series are not accepted.

### 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.

### Subject matter

The paper should be divided into sections under short headings. Except in systematic hierarchies, the hierarchy of headings should not exceed three. The Botanical and Zoological Codes must be strictly followed. Names of genera and species should be printed in italic or underlined to indicate italic; do not underline suprageneric taxon names. Cite the author of species on first mention. Use SI units, and the appropriate symbols (mm, not millimetre;  $\mu\text{m}$ , 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, then they should be presented as online-only supporting information. Avoid footnotes, and keep cross references by page to an absolute minimum.

### 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 but 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.

**Braby MF, Eastwood R, Murray N. 2012.** The subspecies concept in butterflies: has its application in taxonomy and conservation biology outlived its usefulness? *Biological Journal of the Linnean Society* **106**: 699-716.

**Sokal RR, Rohlf FJ. 1995.** *Biometry*. New York, NY: W.H. Freeman and Co.

**Ronkal J, Borchsenius F, Asmussen-Lange CB, Balslev H. 2010.** Divergence times in tribe Geonomateae (Aceraceae) coincide with Tertiary geological events. In: Seberg O, Petersen G, Barfod AS, Davis JJ, eds. *Diversity, phylogeny, and evolution of the monocotyledons*. Aarhus: Aarhus University Press, 245-265.

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

**Maddison WP, Maddison DR. 2006.** *Mesquite: a modular system for evolutionary analysis, Version 1.12*. Available at: <http://mesquiteproject.org>

Other citations such as papers 'in press' may appear on the list but not papers 'submitted', 'in review' or 'in preparation'. 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 × 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. Alternatively you can opt for paid full colour (see the Colour Work Agreement Form here)\*, covering the full cost of reproduction, such that colour is used both in the hardcopy and online. In this case, legends may make reference to colour if necessary, such as for a key. If your paper is accepted and you have opted for paid full colour, we will need a completed Colour Work Agreement Form. **Colour illustrations will be published free of charge provided that the colour is deemed essential by the Editor for interpretation of the figure.**

\*Please note that we are no longer able to accept electronic or scanned copies of Colour Work Agreement Forms. Please print out the form and return a signed hard copy to the production editor at the following address:

Production Editor - *Biological Journal of the Linnean Society*, Journals Content Management, Life Sciences, Wiley Blackwell, John Wiley & Sons, 9600 Garsington Road, Oxford, OX4 2DQ, UK

### **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.

### **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](#).

## Proofs

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 supporting information.

*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 Blackwell Publishing for advice.

## CrossCheck

The *Biological Journal of the Linnean Society* employs a plagiarism detection system. By submitting your manuscript to this journal you accept that your manuscript may be screened for plagiarism against previously published works.

## 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.





## Normas do periódico PLOS ONE

### PLOS ONE Manuscript Guidelines

#### 1. Format Requirements

*PLOS ONE* does **not** consider presubmission inquiries. All submissions should be prepared with the following files:

1. Cover letter
2. Manuscript, including tables and figure legends
3. Figures (guidelines for preparing figures can be found at the Figure and Table Guidelines)

Prior to submission, authors who believe their manuscripts would benefit from professional editing are encouraged to use language-editing and copyediting services. Obtaining this service is the responsibility of the author, and should be done before initial submission. These services can be found on the web using search terms like "scientific editing service" or "manuscript editing service." Submissions are **not** copyedited before publication.

In addition to the guidelines below, please refer to our downloadable sample files to make sure that your submission meets our formatting requirements:

- Download sample title, author list, and affiliations page (PDF)
- Download full manuscript sample (PDF)

Submissions that do not meet the *PLOS ONE* Publication Criterion for language standards may be rejected.

#### Cover Letter

You should supply an approximately one page cover letter that:

- Concisely summarizes why your paper is a valuable addition to the scientific literature
- Briefly relates your study to previously published work

- Specifies the type of article you are submitting (for example, research article, systematic review, meta-analysis, clinical trial)
- Describes any prior interactions with PLOS regarding the submitted manuscript
- Suggests appropriate *PLOS ONE* Academic Editors to handle your manuscript (view a complete listing of our academic editors)
- Lists any recommended or opposed reviewers

Your cover letter should **not** include requests to reduce or waive publication fees. Should your manuscript be accepted, you will have the opportunity to include your requests at that time. See *PLOS ONE* Editorial Policy for more information regarding publication fees.

## Manuscript Organization

*PLOS ONE* considers manuscripts of any length. There are no explicit restrictions for the number of words, figures, or the length of the supporting information, although we encourage a concise and accessible writing style. We will **not** consider monographs.

All manuscripts should be double-spaced and include line numbers and page numbers.

Manuscripts should begin with the ordered sections:

- Title
- Authors
- Affiliations
- Abstract
- Introduction

and end with the sections of:

- Acknowledgments
- References
- Figure Legends
- Supporting Information Captions
- Tables

**Figures should not be included in the main manuscript file. Each figure must be prepared and submitted as an individual file.** Find more information about preparing figures here.

The title, authors, and affiliations should all be included on a title page as the first page of the manuscript file.

There are no explicit requirements for section organization between these beginning and ending sections. Articles may be organized in different ways and with different section titles, according to the authors' preference. In most cases, internal sections include:

- Materials and Methods

- Results
- Discussion
- Conclusions (optional)

*PLOS ONE* has no specific requirements for the order of these sections, and in some cases it may be appropriate to combine sections. Guidelines for individual sections can be found below.

Abbreviations should be kept to a minimum and defined upon first use in the text. Non-standard abbreviations should not be used unless they appear at least three times in the text.

Standardized nomenclature should be used as appropriate, including appropriate usage of species names and SI units.

PLOS articles do not support text footnotes. If your accepted submission contains footnotes, you will be asked to move that material into either the main text or the reference list, depending on the content.

## Manuscript File Requirements

Authors may submit their manuscript files in Word (as .doc or .docx), LaTeX (as .pdf), or RTF format. Word files must not be protected.

**LaTeX Submissions.** If you would like to submit your manuscript using LaTeX, you must author your article using the *PLOS ONE* LaTeX template and BibTeX style sheet. Articles prepared in LaTeX may be submitted in PDF format for use during the review process. After acceptance, however, .tex files will be required. Please consult our LaTeX guidelines for a list of what will be required.

**Microsoft Word Submissions with Equations.** If your manuscript is or will be in Microsoft Word and contains equations, you must follow the instructions below to make sure that your equations are editable when the file enters production.

1. Format display equations only in MathType (<http://www.dessci.com/en/products/mathtype/>).
2. Do not use Equations tools or Symbol font for any equation formatting. If your inline equations require special formatting, use MathType.
3. Do not use Graphic Objects.

If you have already composed your article in Microsoft Word and used its built-in equation editing tool, your equations will become unusable during the typesetting process. To resolve this problem, re-key your equations using MathType.

If you do not follow these instructions, PLOS will not be able to accept your file.

## 2. Guidelines for Standard Sections

## Title

Manuscripts must be submitted with both a full title and a short title, which will appear at the top of the PDF upon publication if accepted. Only the full title should be included in the manuscript file; the short title will be entered during the online submission process.

The full title must be 250 characters or fewer. It should be specific, descriptive, concise, and comprehensible to readers outside the subject field. Avoid abbreviations if possible. Where appropriate, authors should include the species or model system used (for biological papers) or type of study design (for clinical papers).

*Examples:*

- Impact of Cigarette Smoke Exposure on Innate Immunity: A *Caenorhabditis elegans* Model
- Solar Drinking Water Disinfection (SODIS) to Reduce Childhood Diarrhoea in Rural Bolivia: A Cluster-Randomized, Controlled Trial

The short title must be 50 characters or fewer and should state the topic of the paper.

## Authors and Affiliations

All author names should be listed in the following order:

- First names (or initials, if used),
- Middle names (or initials, if used), and
- Last names (surname, family name)

Each author should list an associated department, university, or organizational affiliation and its location, including city, state/province (if applicable), and country. If the article has been submitted on behalf of a consortium, all author names and affiliations should be listed at the end of the article.

**This information cannot be changed after initial submission, so please ensure that it is correct.**

To qualify for authorship, one should contribute to **all** of the following:

1. Conception and design of the work, acquisition of data, or analysis and interpretation of data
2. Drafting the article or revising it critically for important intellectual content
3. Final approval of the version to be published
4. Agreement to be accountable for all aspects of the work

All persons designated as authors should qualify for authorship, and all those who qualify should be listed. Each author must have participated sufficiently in the work to take public responsibility

for appropriate portions of the content. Those who contributed to the work but do not qualify for authorship should be listed in the acknowledgments.

When a large group or center has conducted the work, the author list should include the individuals whose contributions meet the criteria defined above, as well as the group name.

All authors must approve the final manuscript before submission. PLOS ONE will contact all authors by email at submission to ensure that they are aware of the submission of the manuscript.

One author should be designated as the corresponding author, and his or her email address or other contact information should be included on the manuscript cover page. This information will be published with the article if accepted.

See the PLOS Editorial and Publishing Policies for more information.

## **Abstract**

The abstract should:

- Describe the main objective(s) of the study
- Explain how the study was done, including any model organisms used, without methodological detail
- Summarize the most important results and their significance
- Not exceed 300 words

Abstracts should **not** include:

- Citations
- Abbreviations, if possible

## **Introduction**

The introduction should:

- Provide background that puts the manuscript into context and allows readers outside the field to understand the purpose and significance of the study
- Define the problem addressed and why it is important
- Include a brief review of the key literature
- Note any relevant controversies or disagreements in the field
- Conclude with a brief statement of the overall aim of the work and a comment about whether that aim was achieved

## Materials and Methods

This section should provide enough detail to allow suitably skilled investigators to fully replicate your study. Specific information and/or protocols for new methods should be included in detail. If materials, methods, and protocols are well established, authors may cite articles where those protocols are described in detail, but the submission should include sufficient information to be understood independent of these references.

We encourage authors to submit detailed protocols for newer or less well-established methods as Supporting Information. Further information about formatting Supporting Information files, can be found here.

Methods sections of papers on research using **human or animal subjects and/or tissue or field sampling** must include required ethics statements. See the Reporting Guidelines for human research, clinical trials, animal research, and observational and field studies for more information.

Methods sections of papers with **data that should be deposited in a publicly available database** should specify where the data have been deposited and provide the relevant accession numbers and version numbers, if appropriate. Accession numbers should be provided in parentheses after the entity on first use. If the accession numbers have not yet been obtained at the time of submission, please state that they will be provided during review. They must be provided prior to publication. A list of recommended repositories for different types of data can be found here.

Methods sections of papers using **cell lines** must state the origin of the cell lines used. See the Reporting Guidelines for cell line research for more information.

Methods sections of papers adding **new taxon names** to the literature must follow the Reporting Guidelines below for a new zoological taxon, botanical taxon, or fungal taxon.

## Results, Discussion, and Conclusions

These sections may all be separate, or may be combined to create a mixed Results/Discussion section (commonly labeled "Results and Discussion") or a mixed Discussion/Conclusions section (commonly labeled "Discussion"). These sections may be further divided into subsections, each with a concise subheading, as appropriate. These sections have no word limit, but the language should be clear and concise.

Together, these sections should describe the results of the experiments, the interpretation of these results, and the conclusions that can be drawn. Authors should explain how the results relate to the hypothesis presented as the basis of the study and provide a succinct explanation of the

implications of the findings, particularly in relation to previous related studies and potential future directions for research.

*PLOS ONE* editorial decisions do not rely on perceived significance or impact, so authors should avoid overstating their conclusions. See the *PLOS ONE* Publication Criteria for more information.

## Acknowledgments

People who contributed to the work but do not fit the *PLOS ONE* authorship criteria should be listed in the acknowledgments, along with their contributions. You must ensure that anyone named in the acknowledgments agrees to being so named.

Funding sources should **not** be included in the acknowledgments, or anywhere in the manuscript file. You will provide this information during the manuscript submission process.

## References

### General guidelines

- Authors may cite any and all available works in the reference list.
- Authors may not cite unavailable and unpublished work, including manuscripts that have been submitted but not yet accepted (e.g., “unpublished work,” “data not shown”).
- If an article is submitted to a journal and also publicly available as a pre-print, the pre-print may be cited.
- If related work has been submitted to *PLOS ONE* or elsewhere, authors should include a copy with the submitted article as confidential supplementary information, for review purposes only.
- Authors should not state 'unpublished work' or 'data not shown,' but instead include those data as supplementary material or deposit the data in a publicly available database.

### Reference formatting

References must be listed at the end of the manuscript and numbered in the order that they appear in the text. In the text, citations should be indicated by the reference number in brackets. Journal name abbreviations should be those found in the NCBI databases. A number of reference software companies supply *PLOS* style files (e.g., Reference Manager, EndNote).

References should be formatted as follows:

- **Published papers.** Hou WR, Hou YL, Wu GF, Song Y, Su XL, et al. (2011) cDNA, genomic sequence cloning and overexpression of ribosomal protein gene L9 (rpL9) of the giant panda (*Ailuropoda melanoleuca*). *Genet Mol Res* 10: 1576-1588.

Note: Use of a DOI number for the full-text article is acceptable as an alternative to or in addition to traditional volume and page numbers.

- **Accepted, unpublished papers.** Same as above, but “In press” appears instead of the page numbers.
- **Electronic journal articles.** Huynen MMTE, Martens P, Hilderink HBM (2005) The health impacts of globalisation: a conceptual framework. *Global Health* 1: 14. Available: <http://www.globalizationandhealth.com/content/1/1/14>. Accessed 25 January 2012.
- **Books.** Bates B (1992) *Bargaining for life: A social history of tuberculosis*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press. 435 p.
- **Book chapters** Hansen B (1991) New York City epidemics and history for the public. In: Harden VA, Risse GB, editors. *AIDS and the historian*. Bethesda: National Institutes of Health. pp. 21-28.
- **Published media, not peer-reviewed. Examples: print or online newspapers and magazine articles.** Fountain H (29 Jan 2014). For Already Vulnerable Penguins, Study Finds Climate Change Is Another Danger. *The New York Times*. Available:<http://www.nytimes.com/2014/01/30/science/earth/climate-change-taking-toll-on-penguins-study-finds.html>. Accessed 17 March 2014.
- **New media, unregulated. Examples: blogs, websites, and other written works.** Allen L (01 Sept 2010) Announcing PLOS Blogs. Available:<http://blogs.plos.org/plos/2010/09/announcing-plos-blogs/>. Accessed 17 March 2014.
- **Master of Science and Doctor of Philosophy theses.** Wells A (1999) Exploring the development of the independent, electronic, scholarly journal. M.Sc. Thesis, The University of Sheffield. Available: <http://cumincad.scix.net/cgi-bin/works/Show?2e09>. Accessed 17 March 2014.
- **Databases and repositories. Examples: figshare, archive.com.** Roberts SB (2013) QPX Genome Browser Feature Tracks. Database: figshare.[http://figshare.com/articles/QPX\\_Genome\\_Browser\\_Feature\\_Tracks/701214](http://figshare.com/articles/QPX_Genome_Browser_Feature_Tracks/701214). Accessed 17 March 2014.
- **Multimedia. Examples: videos, movies, and TV shows.** Hitchcock A, producer and director (1954) *Rear Window* [Film]. Los Angeles: MGM.



## Figure Legends

Figures should **not** be included in the manuscript file, but figure legends should be. Guidelines for preparing figures can be found [here](#).

Figure legends should describe the key messages of a figure. Legends should have a short title of 15 words or less. The full legend should have a description of the figure and allow readers to understand the figure without referring to the text. The legend itself should be succinct, avoid lengthy descriptions of methods, and define all non-standard symbols and abbreviations.

Further information about figure legends can be found in the [Figure Guidelines](#).

## Supporting Information Captions

Because Supporting Information is accessed via a hyperlink attached to its captions, captions must be listed in the article file. Do not submit a separate caption file. It is acceptable to have them in the file itself in addition, but they must be in the article file for access to be possible in the published version.

The file category name and number is required, and a one-line title is highly recommended. A legend can also be included but is not required. Supporting Information captions should be formatted as follows.

**Text S1. Title is strongly recommended.** Legend is optional.

Please see our [Supporting Information guidelines](#) for more details.

## Data Reporting Guidelines

All data and related metadata underlying the findings reported in a submitted manuscript should be deposited in an appropriate public repository, unless already provided as part of the submitted article. Repositories may be either subject-specific (where these exist) and accept specific types of structured data, or generalist repositories that accept multiple data types. We recommend that authors select repositories appropriate to their field. Repositories may be subject-specific (eg, GenBank for sequences and PDB for structures), general, or institutional, as long as DOIs or accession numbers are provided and the data are at least as open as CCBY. Authors are encouraged to select repositories that meet accepted criteria as trustworthy digital repositories, such as criteria of the Centre for Research Libraries or Data Seal of Approval. Large, international databases are more likely to persist than small, local ones.

To support data sharing and author compliance of the PLOS data policy, we have integrated our submission process with a select set of data repositories. The list is neither representative nor exhaustive of the suitable repositories available to authors. Current repository integration

partners include: Dryad and figshare. Please contact [data@plos.org](mailto:data@plos.org) to make recommendations for further partnerships.

Instructions for PLOS submissions with data deposited in an integration partner repository:

Deposit data in the integrated repository of choice. Once deposition is final and complete, the repository will provide the author with a dataset DOI (provisional) and private URL for reviewers to gain access to the data. Enter the given data DOI into the full Data Availability Statement, which is requested in the Additional Information section of the PLOS Submission form. Then provide the URL passcode in the Attach Files section. If you have any questions, please contact us at [plosone@plos.org](mailto:plosone@plos.org)

## Accession Numbers

All appropriate datasets, images, and information should be deposited in public resources. Please provide the relevant accession numbers (and version numbers, if appropriate). Accession numbers should be provided in parentheses after the entity on first use. Suggested databases include, but are not limited to:

- ArrayExpress
- BioModels Database
- Database of Interacting Proteins
- DNA Data Bank of Japan [DDBJ]
- DRYAD
- EMBL Nucleotide Sequence Database
- GenBank
- Gene Expression Omnibus [GEO]
- Protein Data Bank
- UniProtKB/Swiss-Prot
- ClinicalTrials.gov

In addition, as much as possible, please provide accession numbers or identifiers for all entities such as genes, proteins, mutants, diseases, etc., for which there is an entry in a public database, for example:

- Ensembl
- Entrez Gene
- FlyBase
- InterPro
- Mouse Genome Database (MGD)
- Online Mendelian Inheritance in Man (OMIM)
- PubChem

Providing accession numbers allows linking to and from established databases and integrates your article with a broader collection of scientific information.

## Striking Images

Authors are encouraged to upload a "striking image" that may be used to represent their paper online in places like the journal homepage or in search results. The striking image must be derived from a figure or supporting information file from the paper, ie. a cropped portion of an image or the entire image. Striking images should ideally be high resolution, eye-catching, single panel images, and should ideally avoid containing added details such as text, scale bars, and arrows. If no striking image is uploaded, a figure from the paper will be designated as the striking image.

Please keep in mind that PLOS's Creative Commons Attribution License applies to striking images. As such, do not submit any figures or photos that have been previously copyrighted unless you have express written permission from the copyright holder to publish under the CCAL license. Note that all published materials in PLOS ONE are freely available online, and any third party is permitted to read, download, copy, distribute, and use these materials in any way, even commercially, with proper attribution.

Care should be taken with the following image types in particular:

1. PLOS ONE is unable to publish any images generated by Google software (Google Maps, Street View, and Earth)
2. Maps in general are usually copyrighted, especially satellite maps
3. Photographs
4. Commercial or government images, slogans, or logos
5. Images from Facebook or Twitter

Authors must also take special care when submitting manuscripts that contain potentially identifying images of people. Identifying information should not be included in the manuscript unless the information is crucial and the individual has provided written consent by completing the Consent Form for Publication in a PLOS Journal (PDF).

For license inquiries, e-mail [license \[at\] plos.org](mailto:license@plos.org).

## Tables

Tables should be included at the end of the manuscript. All tables should have a concise title. Footnotes can be used to explain abbreviations. Citations should be indicated using the same style as outlined above. Tables occupying more than one printed page should be avoided, if possible. Larger tables can be published as Supporting Information. Please ensure that table formatting conforms to our Guidelines for table preparation.

## 3. Specific Reporting Guidelines

## **Antibodies**

Manuscripts reporting experiments using antibodies should include the following information:

- The name of each antibody, a description of whether it is monoclonal or polyclonal, and the host species
- The commercial supplier or source laboratory
- The catalogue or clone number and, if known, the batch number
- The antigen(s) used to raise the antibody
- For established antibodies, authors are encouraged to supply a stable public identifier from the Antibody Registry ([www.antibodyregistry.org](http://www.antibodyregistry.org)).

Authors should also report the following experimental details:

- The final antibody concentration or dilution
- A reference to the validation study if the antibody was previously validated, and if not, details of how the authors validated the antibody for the applications and species used. Authors should consider adding information on new validations to a publicly available database such as Antibodypedia or CiteAb.