

COMPORTAMENTO MEIÓTICO DURANTE A MICROSPOROGENESE EM ESPÉCIES DA FAMÍLIA MELIACEAE

Juliano Almeida Grossi¹
 Sara Mataroli de Godoy¹
 Camila Ronchi Macedo¹
 Gabriela Barbosa Navarro de Paula¹
 Mariza Barion Romagnolo²
 Claudicéia Risso-Pascotto¹

GROSSI¹, J. A.; GODOY¹, S. M. de.; MACEDO¹, C. R.; PAULA¹, G. B. N. de.; ROMAGNOLO², M. B.; RISSO-PASCOTTO¹, C. Comportamento meiótico durante a microsporogênese em espécies da família Meliaceae. *Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR*, Umuarama, v. 14, n. 1, p. 51-56, jan./jun. 2011.

RESUMO: A família Meliaceae inclui espécies de grande interesse agrônômico, ecológico, econômico e ornamental de alto potencial madeireiro no mundo. No Brasil ocorrem cerca de seis gêneros e 100 espécies. Considerando a falta de estudos citológicos para esse grupo, este trabalho descreve o comportamento meiótico durante a microsporogênese de seis espécies (*Trichilia pallida*, *Trichilia elegans*, *Trichilia catigua*, *Cedrela fissilis*, *Cabralea canjerana*, *Guarea guidonea*) da família Meliaceae, representando quatro dos seis gêneros que estão presentes no Brasil. Inflorescências foram coletadas e fixadas em etanol/ácido acético (3:1 v/v) por 24 horas, transferidos para álcool a 70%, e acondicionadas sob refrigeração. As lâminas foram preparadas pela técnica de esmagamento, coradas com carmim acético a 1%. A análise citogenética revelou poucas irregularidades meióticas, sendo estas relacionadas a segregação dos cromossomos, fusos irregulares e conexão citoplasmática. Como consequência da segregação irregular dos cromossomos na meiose I e II e da organização irregular dos fusos na meiose II, o padrão de citocinese também foi irregular originando tétrades com micrócitos e tríades, resultando em micrósporos desbalanceados e de núcleo restituído (2n).

PALAVRAS-CHAVE: *Trichilia*. *Cabralea*. *Guarea*. *Cedrela*. Meiose.

MEIOTIC BEHAVIOR DURING MICROSPOROGENESIS OF SOME SPECIES OF MELIACEAE FAMILY

ABSTRACT: The Meliaceae family includes the most important species with great agronomic, ecological, economic and ornamental value and high timber potential in the world. In Brazil, approximately six genera and 100 species are found. Considering the lack of cytological studies for its genera, the present study describes the meiotic behavior during microsporogenesis of six species of the Meliaceae family, representing four of the six genera that are present in Brazil; these species are: *Trichilia pallida*, *Trichilia elegans*, *Trichilia catigua*, *Cedrela fissilis*, *Cabralea canjerana*, *Guarea guidonea*. Inflorescences were collected and fixed in ethanol/acetic acid (3:1 v/v) for 24 hours, transferred to alcohol at 70%, and stored under refrigeration. The slides were prepared by squashing, and stained with acetic carmine 1% and observed under optical microscopy. Cytogenetic analysis revealed few meiotic irregularities, which are related to segregation of chromosome spindles and irregular cytoplasmic connection. As a result of irregular segregation of chromosomes during meiosis I and II and the irregular organization of the spindles in meiosis II, the pattern of cytokinesis was also irregular resulting in microcytic tetrads and triads, unbalanced microspores and restored nuclei (2n).

KEYWORDS: *Trichilia*. *Cabralea*. *Guarea*. *Cedrela*. Meiosis.

COMPORTAMIENTO MEIÓTICA DURANTE LA MICROSPOROGENESIS EN ESPECIES DE LA FAMILIA MELIACEAE

RESUMEN: La familia Meliaceae incluye especies de gran interés agronómico, ecológico, económico y ornamental de alto potencial maderero en el mundo. En Brasil ocurren cerca de seis géneros y 100 especies. Considerando la falta de estudios citológicos para ese grupo, este trabajo describe el comportamiento meiótica durante la microsporogénesis de seis especies (*Trichilia pallida*, *Trichilia elegans*, *Trichilia catigua*, *Cedrela fissilis*, *Cabralea canjerana*, *Guarea guidonea*) de la familia Meliaceae, representando cuatro de los seis géneros que están presentes en Brasil. Inflorescencias fueran colectadas y fijadas en etanol/ácido acético (3:1 v/v) por 24 horas, transferidos para alcohol a 70%, y acondicionadas bajo refrigeración. Las láminas fueron preparadas por la técnica de aplastamiento, coloradas con carmín acético a 1%. El análisis citogenética reveló pocas irregularidades meióticas, siendo éstas relacionadas a la segregación de los cromosomas, fusos irregulares y conexión citoplasmática. Como consecuencia de segregación irregular de cromosomas en la meiosis I y II y de la organización irregular de los fusos en la meiosis II, el estándar de citocinesis también fue irregular originando tétradas con micrófitos y tríades, resultando en micros poros desbalanceados y de núcleo restituído (2n).

PALABRAS CLAVE: *Trichilia*. *Cabralea*. *Guarea*. *Cedrela*. Meiose.

¹Mestrado em Biotecnologia Aplicada à Agricultura, Universidade Paranaense – Umuarama, Paraná - Brasil. e-mail: claudiceiarp@unipar.br

²Departamento de Botânica, Universidade Estadual de Maringá – Maringá, Paraná - Brasil.

Introdução

A família Meliaceae compreende 50 gêneros e 550 espécies distribuídas principalmente na região Neotropical. Está entre as mais importantes famílias com espécies de grande interesse agrônomo, ecológico, econômico e ornamental de alto potencial madeireiro no mundo (BARROSO, 1991). Segundo Souza e Lorenzi (2005) no Brasil ocorrem cerca de seis gêneros: *Trichilia*, *Cabralea*, *Guarea*, *Cedrela*, *Swietenia* e *Carapa*. Quatro desses gêneros ocorrem no Paraná e foram objeto de pesquisa nesse trabalho que são: *Trichilia*, *Cabralea*, *Guarea* e *Cedrela*. Segundo Khosla e Styles (1975) o número básico de cromossomos para a família Meliaceae apresenta uma grande heterogeneidade, de $x = 6, 7, 8, 12, 13, 14, 23, 25$, com diferentes níveis de ploidia e número cromossômico variando de $2n = 16$ (*Sandoricum indicum*) a $2n = \text{ca. } 360$ (*Trichilia dregeana*) (STYLES; VOSA, 1971).

As plantas de Meliaceae caracterizam-se por serem arbóreas, às vezes de grande porte, que apresentam folhas alternadas ou opostas, compostas, sem estípulas. A inflorescência geralmente é cimosa, apresentam flores pequenas, unissexuadas ou bissexuadas, seus frutos podem ser drupa, baga ou frequentemente cápsulas, com sementes geralmente aladas. (SOUZA; LORENZI, 2005).

A exploração mundial de espécies de Meliaceae tem causado uma redução considerável na população dessas espécies. No Brasil, esta exploração desordenada ocorre principalmente na região amazônica, provocando grande impacto sobre a estrutura genética e populacional nas áreas de ocorrência natural (WHITE et al., 2002). Este processo de contínua exploração, aliado as altas taxas de desmatamento, provoca a fragmentação das áreas contínuas da floresta tropical e o isolamento de populações inteiras, prejudicando, ou mesmo inviabilizando, o fluxo gênico entre os indivíduos (WHITE et al., 2002).

A diversidade genética é fundamental tanto para a manutenção do processo evolutivo como para o melhoramento genético e é proporcionado através das mutações e da meiose. Espécies que apresentam baixos valores de diversidade genética podem ter sua capacidade de sobrevivência reduzida diante de mudanças climáticas ou doenças (GANDARA, 2009). Durante o processo meiótico podem ocorrer alterações em diferentes estágios da meiose I e II, que podem implicar em formação de anomalias, podendo causar até mesmo a esterilidade das espécies (AULER; BATTISTIN; REIS, 2006).

A citogenética é a parte da genética que estuda os eventos citológicos relacionados aos cromossomos, bem como as divisões celulares mitose e meiose (MONDIN; NETO, 2006). Adamowsky; Pagliarini e Valva (1996) consideram que a meiose um processo de divisão celular complexo, irregularidades decorrentes deste, poderão originar gametas desbalanceados, o que os tornaria abortivos.

Para Guerra (2008) a citogenética é uma ferramenta importante no que diz respeito à complementação de informações obtidas por meio dos métodos morfológicos e moleculares para o estudo da sistemática e evolução das plantas.

Considerando o valor econômico, agrônomo e ecológico das espécies *Trichilia pallida* Sw, *Trichilia elegans* A. Juss, *Trichilia catigua* A. Juss, *Cedrela fissilis*, *Cabralea canjerana*, *Guarea guidonea* e que não foi encontrado estu-

dos citogenéticos na literatura para as espécies em estudo. Este trabalho descreve o comportamento meiótico, durante a microsporogênese destas espécies, contribuindo para o melhor entendimento e fornecendo informações em futuros programas de conservação das espécies.

Material e Métodos

Amostras das espécies analisadas foram coletadas Estação Ecológica do Caiuá, em Diamante do Norte, estado do Paraná. Os solos dessa região denominada "Arenito do Caiuá" é originária a partir da formação geológica, que limita as áreas de sedimentos quaternários e representa a formação geológica predominante no oeste paranaense (MAACK, 1968). A cobertura vegetal da área encontra-se dentro do domínio da Floresta Estacional Semidecidual (IBGE 1992), ocorrendo áreas em diferentes estágios de sucessão que vão desde capoeiras até matas mais densas.

O material coletado foi herborizado de acordo com técnicas usuais (FIDALGO; BONONI 1989), e identificados, utilizando-se, literatura específica como Flora Ilustrada Catarinense; Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo, Flora Neotropical e também por comparações com a coleção do HUEM.

As espécies analisadas foram incorporadas ao acervo do Herbário da Universidade Estadual de Maringá (HUEM), com os seguintes registros *Trichilia pallida* - HUEM 17879, *Trichilia elegans* - HUEM 19564, *Trichilia catigua* - HUEM 17878, *Cedrela fissilis* - HUEM 19812, *Cabralea canjerana* - HUEM 15943, *Guarea guidonea* - HUEM 19416.

Para análise do comportamento meiótico, inflorescências coletadas foram imediatamente fixadas em Carnoy (etanol e ácido acético - 3:1) por 24 horas, em temperatura ambiente. Após este período, o material foi lavado em etanol 70% e armazenado em etanol 70% sob refrigeração até o momento da análise. As lâminas foram preparadas pela técnica de esmagamento e coradas com carmim acético 1,0%. Células representando todas as fases da meiose I e II foram observadas ao microscópio de luz. As irregularidades encontradas foram quantificadas e as mais representativas fotografadas com Câmera Digital Celestron (Microscope Digital Imager) Modelo 44420, sendo alterados apenas brilho e contraste.

Resultados e Discussão

Neste estudo o número de cromossomos foi observado apenas na espécie *Cedrela fissilis* (Fig. 1a), sendo $2n=56$ cromossomos, conforme já havia sido descrito por Khosla e Styles em 1975. O número básico de cromossomos para o gênero *Cedrela* também é heterogêneo sendo $x=12, 13, 14$ e 23 (KHOSLA; STYLES, 1975). Para as demais espécies não foi possível a contagem devido ao tamanho pequeno dos cromossomos.

Conexão citoplasmática foi observada em poucos meiócitos (Tabela 1) durante as primeiras fases da prófase I nas espécies *T. pallida*, *T. elegans*, *T. catigua*, *G. guidonea* e *C. canjerana* (Fig. 1b). Gates (1924) definiu a conexão citoplasmática como sendo um delicado fio de citoplasma conectando duas ou mais células adjacentes, sendo provavelmente causada por danos na parede celular. Mursalimov et al. (2010) sugeriu que as conexões citoplasmáticas são ori-

ginadas em processos pré-meióticos, relacionados a grandes modificações nos plasmodesmos, que sofrem alterações por ação enzimática durante a formação da parede celular e da membrana citoplasmática.

Heslop-Harrison (1966) relatou que as conexões citoplasmáticas iniciam-se no período pré-leptotênico e persistem até o início da prófase I, desaparecendo totalmente antes do início da metáfase I. Nas espécies *T. elegans*, *T. catigua* e *G. guidonea* as conexões persistiram durante a meiose I (Fig. 1b), sendo visualizadas durante metáfase I e telófase I (tabela 1). Baquar e Afaq-Husain (1969) relatam a presença de conexão citoplasmática em metáfase I, onde esses canais se desenvolveram em canais citomíticos, com transferência de cromatina em outras fases. A transferência de cromatina não foi observada em nenhuma das espécies analisadas. Porém, as conexões citoplasmáticas foram observadas no final da meiose, após a citocinese, formando tetrade de micrósporos com conexões citoplasmáticas (Fig. 1m), a frequência deste fenômeno variou de 1,16% em *C. canjerana* a 37,66% em *T. catigua* (tabela 1). Os micrósporos e grãos de pólen apresentaram-se individualizados, evidenciando que as conexões citoplasmáticas observadas neste estudo não afetaram seus desenvolvimentos.

O número de células analisadas e o percentual de irregularidades em cada fase da meiose podem ser observados na tabela 1, em que verificou-se, em metáfase I cromossomos que não sofreram congressão (Fig. 1d). Esses cromossomos aparecem fora da placa metafásica, geralmente em bivalentes, e podem ser provenientes de erros de ligação às fibras dos fusos nos cinetócoros dos cromossomos, um processo que ocorre devido a desorientação cromossômica no momento que antecede a metáfase (ADAMOWSKI; PAGLIARINI; BATISTA, 2000).

Irregularidades no processo de segregação dos cromossomos foram observadas nas seis espécies analisadas. A frequência de cromossomos em ascensão precoce para os polos em metáfase I (Fig. 1c) variou de 2,11% em *T. pallida* a 7,78% em *C. fissilis* (tabela 1). Cromossomos em ascensão precoce para os polos também podem estar relacionados ao processo de terminalização precoce dos quiasmas, pois os quiasmas são geralmente responsáveis pela manutenção dos bivalentes para que a perfeita segregação possa ocorrer em anáfase I (GUERRA, 1988; KANESHIMA et al., 2007). Em anáfase I, cromossomos retardatários foram visualizados nas espécies *P. pallida*, *T. catigua* e *C. canjerana* (tabela 1). Os cromossomos retardatários em anáfase I são decorrentes da presença de cromossomos univalentes na diacinese ou da terminalização tardia de quiasmas (KANESHIMA et al., 2007). Apenas em *C. fissilis* foram observados micronúcleos em telófase I (Fig. 1e). *T. pallida* não foi analisada nesta fase, devido a problemas na coleta das inflorescências. Os micronúcleos são originados de irregularidades no processo de segregação, em que os cromossomos que migram precocemente para os polos ou ficam atrasados, como retardatários, podem não serem incluídos nos núcleos telofásicos formando então micronúcleos (ADAMOWSKI; PAGLIARINI; BATISTA, 2000; MENDES-BONATTO et al., 2001).

Durante a meiose II, as irregularidades relacionadas à segregação dos cromossomos foram visualizadas em *T. catigua*, *C. fissilis* e *C. canjerana*. Em *T. pallida* só foi possível visualizar células em telófase II (tabela 1), porém,

a presença de 8,86% de micronúcleos é uma evidência que irregularidades na segregação dos cromossomos ocorreram (não somente de problemas na segregação, pois os micronúcleos podem ser formados em decorrência de fragmentos/quebras cromossômicas). A frequência de micronúcleos em telófase II em *T. catigua*, *C. fissilis* e *C. canjerana* foi de 0,70%, 3,33% e 2,13%, respectivamente (Fig. 1k). Ao final da meiose tétrades com micrócitos foram observadas (Fig. 1l) variando de 2,31% em *C. canjerana* a 5,58% em *T. pallida*. Mendes-Bonato et al. (2001) e Adamowski et al. (2005), relatam que os micronúcleos, formados durante a meiose, podem persistir até a fase de tetrade; sofrer desintegração durante a meiose; ou ainda, no momento da citocinese separar-se como micrócito, resultando em perda de cromossomos e consequentemente formando grãos de pólen geneticamente desbalanceados e estéreis.

Cromossomos que não foram incorporados na placa metafásica são visualizados como bivalentes e denominados cromossomos não congressados, cromossomos em ascensão precoce são assim denominados por migrarem precocemente e serem visualizados como univalentes em metáfase. Cromossomos não congressados, cromossomos em ascensão precoce, e cromossomos retardatários também foram responsáveis pela formação de produtos meióticos de tamanhos e formas diferentes em *Manihot* (NASSAR, 2000), *Paspalum* (ADAMOWSKI; PAGLIARINI; BATISTA, 2000), *Brachyaria* (MENDES-BONATO et al., 2001; RISSO-PASCOTTO; PAGLIARINI; VALLE, 2005; MENDES-BONATO et al., 2006), *Psychotria carthagenensis* (CORRÊA, 2003), *Cephalis ipecacuanha* (SOUZA et al., 2006), *Meconopsis aculeata* (SINGHAL; KUMAR, 2008) e de acordo com Guerra (1988) e Mendes-Bonato et al. (2001) são anormalidades consideradas comuns a poliploidia.

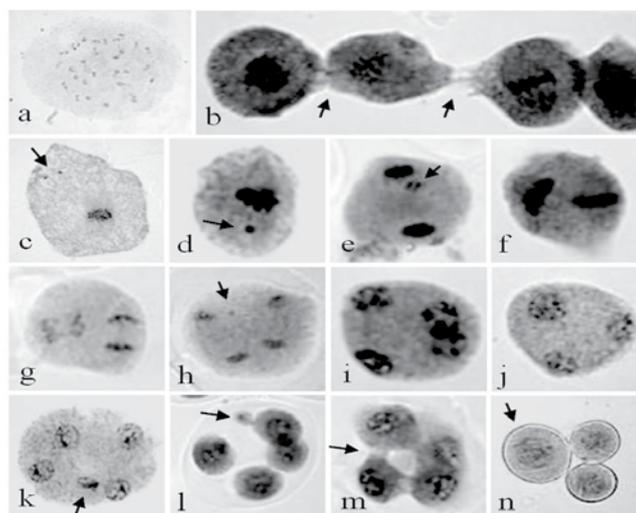


Figura 1: Aspectos da microsporogênese de seis plantas da família Meliaceae. a) Diacinese em *C. fissilis*, mostrando $2n=56$ cromossomos, sendo 26 II e 4 I. b) Meiócitos em prófase I e metáfase I com conexões citoplasmáticas. c) Metáfase I com ascensão precoce (seta), d) metáfase I com bivalente não congressado (seta). e) Telófase I com micronúcleo (seta). f) Metáfase II com fuso irregular em forma de T. g) Anáfase II com fuso irregular em forma de T. h) Telófase II com fuso irregular e micronúcleo (seta), i) Telófase II com fuso irregular em forma de V. j) Telófase II com restituição em um dos polos. k) Telófase II com micronúcleo (seta). l) Tetrade com micrócitos (seta). m) Tetrade com conexão citoplasmática entre os micrósporos. n) Micrósporos normais e $2n$ (seta).

Tabela 1: Frequência de anormalidades relatadas durante a microsporogênese em *T. pallida*, *T. elegans*, *T. catigua*, *G. guidonea*, *C. fissilis* e *C. canjerana*.

Fases	Número de células analisadas (% de células normais)					
	Número de células anormais (% de células anormais)					
Anormalidades	<i>T. pallida</i>	<i>T. elegans</i>	<i>T. catigua</i>	<i>G. guidonea</i>	<i>C. fissilis</i>	<i>C. canjerana</i>
Metáfase I	95 (92,63%)	147 (97,28%)	109 (92,66%)	132 (96,97%)	90 (92,22%)	139 (94,60%)
Cromossomos em ascensão precoce	2 (2,11%)	-	4 (3,67%)	4 (3,03%)	7 (7,78%)	5 (3,60%)
Não congressado	5 (5,26%)	4 (2,72%)	4 (3,67%)	-	-	-
Conexão citoplasmática	-	-	2 (1,83%)	3 (2,27%)	-	2 (1,44%)
Anáfase I	102 (96,08%)	152 (100,00%)	136 (95,59%)	61 (100,00%)	81 (100,00%)	139 (97,84%)
Retardatários	4 (3,92%)	-	6 (4,41%)	-	-	3 (2,16%)
Telófase I	-	118 (100,00%)	50 (100,00%)	86 (100,00%)	86 (96,41%)	160 (100,00%)
Micronúcleo	-	-	-	-	3 (3,49%)	-
Prófase II	-	150 (98,67%)	147 (100,00%)	136 (100,00%)	86 (100,00%)	148 (100,00%)
Conexão citoplasmática	-	2 (1,33%)	2 (1,36%)	-	-	-
Metáfase II	-	149 (98,66%)	185 (75,13%)	92 (100,00%)	88 (87,50%)	142 (96,48%)
Em ascensão precoce	-	-	8 (4,32%)	-	8 (9,09%)	5 (3,52%)
Fuso em T com ascensão precoce	-	-	12 (6,49%)	-	-	-
Fuso em T	-	1 (0,67%)	14 (7,57%)	-	1 (1,14%)	-
Fuso em V	-	1 (0,67%)	12 (6,49%)	-	2 (2,27%)	-
Anáfase II	-	126 (98,41%)	162 (75,93%)	47 (95,74%)	89 (97,76%)	144 (96,53%)
Fuso em V	-	2 (1,59%)	17 (10,49%)	2 (4,26%)	1 (1,12%)	4 (2,78%)
Fuso em T	-	-	22 (13,58%)	-	1 (1,12%)	1 (0,69%)
Telófase II	79 (91,14%)	136 (99,26%)	287 (46,69%)	95 (72,63%)	90 (91,12%)	141 (79,42%)
Micronúcleo	7 (8,86%)	-	2 (0,70%)	-	3 (3,33%)	3 (2,13%)
Fuso em V	-	1 (0,74%)	69 (24,04%)	24 (25,26%)	3 (3,33%)	6 (4,26%)
Fuso em T	-	-	76 (26,48%)	-	2 (2,22%)	18 (12,77%)
Núcleo de restituição para um dos polos	-	-	6 (2,09%)	2 (2,11%)	-	2 (1,42%)
Tétrade	215 (87,91%)	164 (100,00%)	632 (56,49%)	228 (96,93%)	93 (96,77%)	519 (94,60%)
Triade	-	-	20 (3,16%)	7 (3,07%)	-	10 (1,93%)
Tétrade com micrócito	12 (5,58%)	-	17 (2,69%)	-	3 (3,23%)	12 (2,31%)
Conexão citoplasmática	14 (6,51%)	-	238 (37,66%)	-	-	6 (1,16%)
Micrósporos	242 (93,39%)	280 (100,00%)	1125 (94,22%)	480 (98,54%)	130 (100,00%)	530 (94,72%)
Desbalanceados	16 (6,61%)	-	39 (3,47%)	-	-	20 (3,77%)
Micrósporo 2n	-	-	26 (2,31%)	7 (1,46)	-	8 (1,51%)
Total	1093	1422	2833	1357	833	2062

Outra irregularidade observada foi a ocorrência de fusos anormais, observada em três espécies analisadas. A organização irregular dos fusos ocorreu durante a segunda divisão meiótica. Fusos irregulares foram observados desde metáfase II até telófase II (Fig. 1f - j), na qual as espécies mais afetadas foram *T. catigua*, *C. guidonea* e *C. canjerana* (tabela 1). A configuração mais frequente de organizações irregulares foram as de fuso na forma de T (Fig. 1f, g) e na forma de V (Fig. 1h, i). O processo de divisão meiótica é controlado por vários genes e a orientação dos fusos está sob controle genético. Uma mutação no gene que controla a organização dos fusos faz com que, ao invés de tétrade tetragonal

forma-se tétrade em forma de T (SHAMINA et al., 2000). Em *T. catigua* e *C. canjerana*, verificou-se 26,48% e 12,77% das telófases II, respectivamente, apresentavam fusos na forma de T.

A formação de fusos em forma de T ou V ocorre devido à organização irregular dos fusos, que ao invés de se arranjarem de forma paralela, se organizam de forma transversa ou convergente, apresentando a configuração em T ou V, respectivamente. Na forma convergente pode ocorrer uma fusão entre dois núcleos que estão próximos, na telófase II, formando produto final de meiose na forma de triade ao invés de tétrade (ENDOW, 1999).

As espécies *T. catigua*, *C. guidonea* e *C. canjerana* apresentaram telófases II em forma de V (Fig. 1i) e tríades foram observadas com frequência variando de 1,54% a 2,19% (tabela 1). Resultado semelhante foi detectado de *Brachiaria humidicola* onde em telófase II houve fusão dos núcleos convergentes, levando a formação de núcleo restitutional (2n) (BOLDRINI; PAGLIARINI; VALLE, 2006). Existem vários trabalhos de diversas espécies onde a configuração de fuso tripolar tem levado a formação de micrósporos 2n pela formação de um núcleo restitutional (CAETANO-PEREIRA et al., 1998; RISSO-PASCOTTO; PAGLIARINI; VALLE, 2005; RICCI et al., 2007).

Como consequência da segregação irregular dos cromossomos na meiose I e II e da organização irregular dos fusos na meiose II, o padrão de citocinese também foi irregular, originando tétrades com micrócitos (Fig. 1l) e tríades, resultando em micrósporos desbalanceados e de núcleo restituído (2n) (Fig. 1n). Segundo Brown e Lemmon (1992) a clivagem do citoplasma segue um padrão que é determinado pela posição e o número de núcleos. O alinhamento do fuso é regulado pela posição dos cromossomos e a citocinese tem um papel secundário (LORSON et al., 2000).

A meiose é de grande importância nas análises citogenéticas, uma vez que, revela características e comportamentos cromossômicos visualizados somente neste tipo de divisão celular. A variabilidade dos gametas e a fertilidade do grão de pólen, dependentes da regularidade e eficiência desse processo. De forma que, se ocorrerem irregularidades durante a meiose, estas, poderão levar à formação de micrósporos anormais que apresentarão problemas de fertilidade do pólen (PAGLIARINI, 2000).

Diante das irregularidades observadas durante a microsporogênese, produtos meióticos irregulares, como micrósporos desbalanceados e 2n foram observados em frequência (tabela 1) que não comprometem a fertilidade dos gametas masculinos das seis espécies analisadas.

Conclusão

A análise do comportamento meiótico realizada neste estudo contribui de forma inédita com conhecimentos sobre a microsporogênese de espécies pertencentes à família Meliaceae. Apesar das irregularidades descritas, as espécies analisadas apresentaram uma frequência normal de produto final de meiose acima de 93,39%, indicando a formação de grãos de pólen potencialmente férteis e produção de sementes viáveis, garantindo a conservação das espécies em habitat natural e para uso em programas de seleção.

Referências

- ADAMOWSKI, E. V.; PAGLIARINI, M. S.; VALVA, F. D. Avaliação do comportamento meiótico em *Bougainvillea* sp. (Nyctaginaceae) de diferentes regiões do Brasil. **Revista Unimar**, v. 18, n. 2, p. 403-412, 1996.
- ADAMOWSKI, E. V.; PAGLIARINI, M. S.; BATISTA, L. A. R. Chromosome number and microsporogenesis in *Paspalum maritimum* (Caespitosa Group; Gramineae). **Braz. Arch. Biol. and Technol.** v. 43, n. 3, p. 1-6, 2000.

ADAMOWSKI, E. V. et al. Chromosome numbers and meiotic behavior of some *Paspalum* accessions. **Genet. Mol. Biol.** v. 28, n. 4, p. 773-780, 2005.

BARREIROS, H. D.; SOUZA, D. S. E. Notas geográficas e taxonômicas sobre *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. No Brasil (Meliaceae). **Rev. Bras. Biologia**, v. 46, n. 1, p. 17-26. 1986.

BARROSO, G. M. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. 2. ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 1991. 377 p.

BAQUAR, S. R.; AFAQ-HUSAIN, S. Cytoplasmic channels and chromatin migration in the meiocytes of *Arnebia hispidissima* (Sieb.) DC. **An. Bot. Fennici**, v. 33, p. 821-831, 1969.

BOLDRINI, K. R.; PAGLIARINI, M. S.; VALLE, C. B. Abnormal timing of cytokinesis in microsporogenesis in *Brachiaria humidicola* (Poaceae: Paniceae). **J. Genetics**, v. 85, p. 225-228, 2006.

CAETANO-PEREIRA, C. M. et al. Syncytes, abnormal cytokinesis and spindle irregularities in maize microsporogenesis. **Maydica**, v. 43, p. 235-242, 1998.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: Embrapa Florestas, 2003.

ENDOW, S. A. Microtubule motors in spindle and chromosome motility. **Eur. J. Biochem.** v. 262, p. 12-18, 1999.

FIDALGO, O.; BONONI, V. L. R. **Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico**. São Paulo: Instituto de Botânica/Secretaria do Meio Ambiente, 1989. 62 p.

GANDARA, F. B. **Diversidade genética de populações de Cedro (*Cedrella fissilis* Vell. (Meliaceae) no Centro – Sul do Brasil**. 2009. 87 f. Tese (Doutorado) - Escola de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2009.

GATES, R. R. Meiosis and crossing-over. **J. Heredity**, v. 15, n. 5, p. 237-240, 1924.

GUERRA, M. **Introdução a citogenética geral**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. 142 p.

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

HESLOP-HERRISON, J. Cytoplasmic connexions between Angiosperm Meiocytes. **Annals of Botany**, v. 30, n. 118, p. 221-234, 1966.

KANESHIMA, A. M. S. et al. **Comportamento meiótico em híbridos pré-selecionados de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick (Poaceae)**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE MELHORAMENTO DE

- FORRAGEIRAS, 2007, Campo Grande. **Anais...** Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, 2007.
- KHOSLA, P. K.; STYLES, B. J. Karyological studies and chromosomal evolution in meliaceae. **Silvae Genetica**, Oxford, 24, p. 73-83, 1975.
- KLEIN, R. M. As plantas meliáceas. **Flora Ilustrada Catarinense**, Florianópolis, v. 1, p. 40-46, 1984.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. v. 2, 368 p.
- LORSON, M. A.; HORVITZ, R. H.; HEUVEL, S. V. LIN – 5 is a novel component of the spindle apparatus required for chromosome segregation and cleavage plane specification in *Caenorhabditis elegans*. **The J. Cell Biol.** v. 48, n. 1, p. 73-86, 2000.
- MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná**. Rio de Janeiro: J. Olympio, 1968. 79 p.
- MENDES-BONATO, A. B. et al. A severe case of chromosome stickiness in pollen mother cells of *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf (Gramineae). **Cytologia**, v. 66, p. 287-291, 2001.
- MENDES-VIEIRA, D. et al. Abnormal meiotic in *Brachiaria brizantha* (Poaceae) leading to microspore degeneration. **Caryologia**, v. 58, p. 396-402, 2005.
- MONDIN, M.; NETO, A. D. (neto não é sobrenome). Citogenética vegetal enfatizando a família Orchidaceae. **Orchidstudium**, v. 4, p. 24-54, 2006.
- MURSALIMOV, S. R. et al. Characteristics of the cytotoxic channel formation in *Nicotiana tabacum* L. pollen mother cells. **Cytology and Genetics**, v. 44, n. 1, p. 114-118, 2010.
- NASSAR, N. M. A. Cytogenetics and evolution of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Genet. Mol. Biol.** v. 23, p. 1003-1014, 2000.
- PAGLIARINI, M. S. Meiotic behavior of economically important plant species: the relationship between fertility and male sterility. **Genet. Mol. Biol.** v. 23, n. 4, p. 997-1002, 2000.
- PENNINGTON, T. D.; STYLES, B. D.; TAYLOR, D. A. H. Meliaceae. Flora Neotropical **Monograph**. v. 28, p. 235-244, 1981.
- RICCI, G. C. L. et al. Microsporogenesis in inbred line of popcorn (*Zea mays* L.). **Genet. Mol. Res.** v. 6, p. 1013-1018, 2007.
- RISSO-PASCOTTO, C.; PAGLIARINI, M. S.; VALLE, C. B. Multiple spindles and cellularization during microsporogenesis in an artificially induced tetraploid accession of *Brachiaria ruziziensis* (Gramineae). **Plant Cell Report**, v. 23, p. 522-527, 2005.
- SHAMINA, N.; DORAGOVA, N. TRUNOVA, S. Radial spindle and the phenotype of the maize meiotic mutant, *dv*. **Cell Biot. Int.** v. 24, p. 729-736, 2000.
- SIMMONDS, M. S. J. et al. Insect antifeedant activity of three tetranortriterpenoids from *Trichilia pallida*. **J. Natural Prod.** v. 64, p. 1117-1120, 2001.
- SINGHAL, V. K.; KUMAR, P. Cytomixis during microsporogenesis in the diploid and tetraploid cytotypes of *Withania somnifera* (L.) Dunal, 1852 (Solanaceae). **Comp. Cytogenetics**, v. 2, n. 1, p. 85-92, 2008.
- STYLES, B. T. Meliaceae, Swietenioidea. **Flora Neotropica**. v. 28, p. 359-449, 1981.
- STYLES, B. T.; VOSA, C.G. Chromosome numbers in the Meliaceae. **Taxon**, v. 20, n. 4, p. 485-499, 1971.
- WHITE, G. M.; BOSHIER, D. H.; POWELL, W. Increased pollen flow counteracts fragmentation in a tropical dry forest: An example from *Swietenia humilia* Zuccarini. **Proc. Nat. Acad. Sci.** v. 99, n. 4, p. 2038-2042, 2002.

 Recebido em: 12/10/2010

Aceito em: 23/12/2011