

Associação Propagadora Esdeva
Centro Universitário Academia – UniAcademia
Curso de Ciências Biológicas
Trabalho de Conclusão de Curso - Artigo

PROCESSOS EVOLUTIVOS E CITOGENÉTICOS EM SAMAMBAIAS DA FAMÍLIA GLEICHENIACEAE (POLYPODIOPSIDA)

Beatriz Gouvêa Perez¹
Centro Universitário Academia, Juiz de Fora, MG
Letícia Stephan Tavares²
Centro Universitário Academia, Juiz de Fora, MG

Linha de Pesquisa: Meio Ambiente e Biodiversidade.

RESUMO

A poliploidia resulta da duplicação do genoma inteiro, alterando o ciclo evolutivo das espécies em diferentes ecossistemas. Uma vez que a poliploidia é comumente encontrada em pteridófitas, o presente estudo buscou descrever os processos citogenéticos que ocorrem no genoma de samambaias, tendo em vista a ampla distribuição geográfica e a biodiversidade encontrada no grupo, a fim de correlacionar o sucesso evolutivo de samambaias da família Gleicheniaceae com o surgimento da poliploidia e estabelecer os possíveis fatores que influenciam a expressão gênica do grupo. Foi realizada uma revisão de literatura contendo as seguintes informações: autores, ano de publicação, objetivo do estudo e resultados. Diante disso, verifica-se que os dados disponíveis a respeito dos processos citogenéticos em plantas homosporadas ainda são insuficientes, especialmente para família Gleicheniaceae que, atualmente, estão representadas na literatura somente por 3 registros de valores de C, o que impõe a constatação de que mais pesquisas que caracterizem a constituição cromossômica são necessárias, principalmente as que utilizam abordagens evolutivas.

Palavras-chave: Duplicação Total do Genoma. DNA. Pteridófitas.

1. INTRODUÇÃO

As pteridófitas, popularmente conhecidas como samambaias e avencas, são plantas vasculares que não produzem sementes e que se reproduzem por meio de um único tipo de esporo (RENZAGLIA *et al.*, 2000; SCHNEIDER *et al.*, 2002). A diversidade do grupo é refletida em sua ampla distribuição geográfica, que vai desde regiões

¹ Discente do Curso de Ciências Biológicas do Centro Universitário Academia – UniAcademia. Endereço: Rua Doutor Constantino Paleta, Centro. Email: beatrizgperez@outlook.com. Celular: (32) 99159-7995.

² Docente do Curso de Ciências Biológicas do Centro Universitário Academia – UniAcademia. Orientador(a).

costeiras com elevadas altitudes até regiões subdesérticas no interior dos continentes, compreendendo cerca de 10% do total do número de espécies de plantas vasculares (SALIMENA *et al.*, 2012). Entretanto, a região de maior ocorrência concentra-se nos trópicos úmidos e nas montanhas subtropicais. Pteridófitas são agrupadas em duas classes, Polypodiopsida e Lycopodiopsida, que possuem um total de 13.219 espécies já descritas (PEREIRA *et al.*, 2021).

Samambaias, pertencentes à classe Polypodiopsida, apresentam fascinantes interações genômicas que derivam no surgimento de linhagens poliplóides. O aumento de cópias cromossômicas resulta em uma alta conservação de números cromossômicos, podendo estar relacionada com a capacidade de dispersão e colonização das samambaias nos mais diversos ecossistemas (FOX *et al.*, 2020). Esse fenômeno molecular é muito comum entre plantas vasculares, cerca de 35% das espécies vegetais são caracterizadas por possuírem uma história de duplicação total do genoma (PEER *et al.*, 2020).

Klekowski (1973) sugere que a duplicação total do material genético pode ter sido selecionada por manter a variabilidade genética em plantas homosporadas, expondo que, estas linhagens de plantas poliploides tiveram melhor resposta adaptativa ao processo de endogamia desenfreada. A diversidade obtida por meio do aumento de cópias de cada cromossomo causa modificações adicionais na expressão gênica, no complexo epigenético e também nos tamanhos celulares, de maneira a aumentar a versatilidade genética nas novas gerações de células. Dessa forma a poliploidia funciona como um combustível evolutivo, que uma vez filtrado pela seleção, aumenta as chances de adaptação de determinada população e contribui com o sucesso de dispersão e estabelecimento em ambientes novos e instáveis (FOX *et al.*, 2020).

Segundo Wood (2009) a duplicação completa do genoma pode ser classificada como um mecanismo fundamental de especiação por algumas razões: frequentemente é associada com as características que definem novas espécies; isolamento reprodutivo e diferenciação morfológica, o que possibilita a origem saltacional e o sucesso de dispersão de novas espécies. Sendo assim, ela tem efeitos profundos na evolução subsequente das linhagens, pois confere a duplicação genômica e aumento no número

de cromossomos que é refletido em maior diversidade alélica. Também, organismos poliplóides têm tendência a possuir células, órgãos e sementes maiores, maior resistência a doenças, o que aumenta a capacidade de colonizar habitats marginais (LEVIN, 1993).

Além disso, Peer *et al.* (2020) comentam que a poliploidia é capaz de conferir a seleção de vantagens em condições de estresse, em situações de mudança no ambiente e nas interações que ocorrem com herbívoros e alguns patógenos. A resposta adaptativa destes espécimes a essas situações de estresse é diferente do que a observada dos táxons próximos que se manifestam em diploidia (FOX *et al.*, 2020; PEER *et al.*, 2020). Ahrens *et al.* (2020) propõem que a poliploidia facilita a adaptação a climas mais quentes e destacam que o fenômeno, por si só, pode ser uma vantagem porque protege os organismos contra alelos deletérios, tais como os expressos em homozigose, enquanto o aumento nas taxas de heterozigosidade reduzem os riscos associados à endogamia.

Diante disso, este estudo teve como objetivo realizar uma revisão de literatura buscando correlacionar o sucesso evolutivo de samambaias da família gleicheniaceae (Polypodiopsida) com o surgimento da poliploidia no grupo e estabelecer os possíveis fatores que influenciaram as alterações moleculares nos conjuntos cromossômicos.

2. METODOLOGIA

O presente trabalho de conclusão de curso foi estruturado mediante pesquisa bibliográfica realizada em artigos científicos localizados principalmente nas bases de dados Scielo, Google Scholar, Acta Botanica Brasilica, monografias e dissertações. Para a busca do material bibliográfico, foram utilizadas as seguintes palavras-chave: Poliploidia, Samambaias, Gleicheniaceae, Valor de C, Pteridófitas e suas correlatas em inglês: Polyploidy, Ferns, Gleicheniaceae, C Value, Pteridophytes.

A pergunta que motivou a pesquisa foi: como o sucesso evolutivo de samambaias da família gleicheniaceae (Polypodiopsida) se correlaciona com o surgimento da poliploidia?

Foi utilizado como critério de inclusão: delineamento de pesquisa do tipo transversal, família gleicheniaceae, Polypodiopsida, Poliploidia, Duplicação total do

genoma, Citogenética, Valor de C.

Após consulta às bases de dados, os artigos foram selecionados a partir do título, do resumo e, em seguida, da leitura integral dos mesmos, para que fossem aplicados os critérios predefinidos para a inclusão ou exclusão destes. Para extração dos dados dos artigos, elaborou-se um instrumento contendo as seguintes informações: autores, ano de publicação, objetivo do estudo e resultados.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A FAMÍLIA GLEICHENIACEAE

As pteridófitas, popularmente denominadas samambaias e licófitas, são plantas vasculares sem sementes e de esporos livres, que compartilham ciclo de vida único, heteromórfico, no qual apresentam duas fases singulares de desenvolvimento: a fase gametofítica, pouco aparente, efêmera e a fase esporofítica, facilmente visível devido ao grande porte, possuindo o período de vida mais longo (PAGE, 1979).

Constituem um grupo de característica heterogênea possuindo grande diversidade morfológica devido à sua ampla distribuição e ocorrência nos mais variados habitats. Classificações recentes reconhecem como pteridófitas duas linhagens evolutivas distintas: a classe Lycopodiopsida (licófitas) e a classe Polypodiopsida (samambaias) (SCHUETTPELZ *et al.*, 2016).

A classe Lycopodiopsida (Figura 1) constitui um grupo monofilético de plantas vasculares e sem sementes. Morfologicamente são caracterizadas pela presença de microfilos e um esporângio na região adaxial, parte superior da folha, na axila de cada microfilos. Já Polypodiopsida (Figura 2), é caracterizada pela origem lateral da raiz na endoderme, usualmente protoxilema do tipo mesarco em caules e raízes, pseudoendosporo, tapetum plasmodial e anterozoides com 30 a 1000 flagelos (RENZAGLIA *et al.*, 2000, SCHNEIDER *et al.*, 2002).

FIGURA 1: Classe Lycopodiopsida (licófitas).



Fonte: <https://www.biodiversity4all.org/taxa/47623-Lycopodiopsida>. Acesso em: 01 nov. 2022.

FIGURA 2: Classe Polypodiopsida (samambaias).



Fonte: <https://www.biodiversity4all.org/taxa/121943-Polypodiopsida> Acesso em: 01 nov. 2022.

As pteridófitas ocorrem em ambientes que apresentam características bastante diversas, podendo variar sua distribuição em locais distintos quanto à altitude, temperatura, solo e outras características. No entanto, apresentam maior diversidade nos trópicos e nas montanhas subtropicais (MELO & SALINO, 2002). Na literatura, são encontrados 30.561 registros para Lycopodiopsida e 314.438 para Polypodiopsida em torno do globo (FLORA DO BRASIL 2020, 2020).

Compreendendo cerca de 10% do total do número de espécies de plantas vasculares, estima-se que existam 10.000 a 11.300 espécies de pteridófitas no mundo (MELO & SALINO, 2007). Já na América do Sul, a ocorrência se encontra em aproximadamente 3.000 espécies, sendo que no Brasil a estimativa se dá entre 1.200 a 1.300 espécies, dentre as quais, o estado de Minas Gerais é responsável por compor cerca de 50% desse total (MELO & SALINO, 2007).

No Brasil, registram-se 1.377 espécies (1.184 pertencem às samambaias e 186 as licófitas) distribuídas em 156 gêneros, em 38 famílias (FLORA DO BRASIL 2020, 2020). Em Juiz de Fora, município da Zona da Mata mineira, três áreas de remanescentes florestais foram estudadas por Lima & Dittrich (2016): o Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora, o Parque da Lajinha e o Campus da UFJF, onde foram registradas um total de 78 espécies de licófitas e monilófitas distribuídas em 18 famílias e 42 gêneros. Foram encontradas no Jardim Botânico cerca de 49 espécies, no Parque da Lajinha 47 espécies e no Campus da UFJF 44 espécies. Esse estudo demonstrou maior representatividade de três famílias de samambaias, Pteridaceae com 16 espécies, Polypodiaceae com 14 espécies e Thelypteridaceae com 10 espécies (LIMA & DITTRICH, 2016).

Lauro; Batista; Lima (2021) realizaram uma série de coletas com o objetivo de registrar as samambaias e licófitas que ocorrem na região da reserva biológica municipal do Santa Cândida, também localizada em Juiz de Fora, Minas Gerais. Nessa pesquisa, registrou-se 27 espécies distribuídas em 10 famílias e 18 gêneros. Expressivamente três famílias foram identificadas, Pteridaceae com 7 espécies, Cyatheaceae com 5 espécies e Polypodiaceae com 4 espécies (LAURO; BATISTA; LIMA, 2021).

A família Gleicheniaceae é composta por sete gêneros, dentre eles *Gleichenella*, *Rouxopteris* e *Stromatopteris* com 1 espécie cada, *Dicranopteris* com cerca de 12 espécies, *Diplopterigyium* com cerca de 25 espécies, *Gleichenia* com cerca de 10 espécies e *Sticherus* com cerca de 95 espécies (GONZALES & KESSLER, 2011; PPGI, 2016).

Pesquisas recentes têm demonstrado novas informações acerca do número de representantes de samambaias da família Gleicheniaceae em remanescentes florestais de mata atlântica. De acordo com Lima *et al.*, (2021) Juiz de Fora possui o total de 6 espécies para a família Gleicheniaceae, sendo elas *Dicranopteris flexuosa* (Schrad.) Underw; *Gleichenella pectinata* (Willd.) Ching; *Sticherus bifidus* (Willd.) Ching; *Sticherus gracilis* (Mart.) Copel; *Sticherus lanuginosus* (Fée) Nakai; *Sticherus nigropaleaceus* (J.W.Sturm); J.Prado & Lellinger (Tabela 1).

TABELA 1. A família Gleicheniaceae no município de Juiz de Fora, MG.

Espécie	Imagem representativa
<i>Dicranopteris flexuosa</i> (Schrad.)	
<i>Sticherus nigropaleaceus</i> (J.W.Sturm);	
<i>Gleichenella pectinata</i> (Willd.)	

<p><i>Sticherus bifidus</i> (Willd.)</p>	
<p><i>Sticherus gracilis</i> (Mart.)</p>	
<p><i>Sticherus lanuginosus</i> (Fée)</p>	

Fonte: <https://www.fernsouthworld.com/> . Acesso em: 01 nov. 2022

A família Gleicheniaceae possui um padrão foliar peculiar, organizado em formato de bifurcação, sendo muitas espécies utilizadas para fins de ornamentação, como por exemplo o gênero *Dicranopteris*. Um outro fator interessante na morfologia dessa família são os esporos, pequenos e leves, permitindo que essas plantas alcancem longas distâncias no processo de dispersão. Algumas espécies da família Gleicheniaceae, são conhecidas por sua capacidade de colonizar habitats perturbados, *Dicranopteris linearis* apresenta importantes funções ecológicas relacionadas à sua rápida expansão de crescimento clonal logo após acidentes estocásticos, como por exemplo, a fragmentação de habitats (YANG *et al.*, 2021). Eventos de perturbação ambiental são cruciais para a redução da biodiversidade local, no entanto, *D. linearis* atua justamente como organismos facilitadores da sucessão ecológica. Diante desses fatores, estudar a expressão gênica da família Gleicheniaceae é fundamental para

entender a sua ampla distribuição e atribuir significado aos papéis ecológicos desempenhados ao longo de sua história evolutiva.

3.2 RELAÇÃO EVOLUTIVA ENTRE A PLOIDIA E OS VEGETAIS

As interações que ocorrem entre os organismos e o ambiente, tais como, presença ou ausência de polinizadores, variações de temperatura ou altitude, patógenos e ações humanas que sejam capazes de alterar e perturbar habitats, detêm um impacto profundo na distribuição e na dinâmica populacional das espécies. Entretanto, as características que o complexo genômico de um organismo apresenta, são, de fato, os grandes responsáveis pelos eventos de irradiação. Os mecanismos iniciais de diversificação ocorrem na estrutura celular dos indivíduos, sendo capazes de produzir e estruturar inúmeras características que ao longo do tempo geram adaptações e mudanças na frequência alélica das populações (FUTUYAMA, 1992).

A poliploidia é um fenômeno molecular que atua sobre a arquitetura genética induzindo variações no número dos cromossomos, com a formação de gametas que possuem mais de um conjunto cromossômico. A variação nos níveis de ploidia ocorrem durante o desenvolvimento ontogenético de todas as plantas, na fase gametofítica haploide (n) e na fase esporofítica diploide ($2n$), em que o símbolo “ n ” é utilizado para especificar o número cromossômico de cada fase do desenvolvimento vegetal (GUERRA, 2008). O número total de conjuntos cromossômicos é organizado de acordo com os prefixos, por exemplo, triploide ($3n$); tetraploide ($4n$), pentaploide ($5n$) e assim segue. O fenômeno responsável pela poliploidização é caracterizado como um dos tipos existentes de especiação simpátrica, a especiação que ocorre na ausência de uma barreira geográfica e resulta de fatores próprios da população (SCHIFINO-WITTMANN, 2004).

A formação de um organismo poliploide pode ocorrer a partir de um único indivíduo que apresentou alterações durante a mitose que impediram a separação cromossômica e gerou indivíduos autoploidos (GUERRA, 2008). Ou, por meio de cruzamentos interespecíficos que envolvam gametas não reduzidos, ou seja, entre progenitores de espécies diferentes que vão gerar indivíduos híbridos denominados

alopoliploides (WAGNER *et al.*, 2019). Uma consequência imediata da poliploidia é a mudança no tamanho celular, poliploides tipicamente possuem células maiores do que diploides. A partir do tamanho celular aumentado, também ocorrem mudanças na morfologia externa das plantas. Poliploides são frequentemente mais altos, mais robustos, apresentam flores e sementes maiores e mais largas.

Na literatura, são descritas uma série de adaptações evolutivas em plantas silvestres e cultivadas que apresentam a duplicação total do genoma (WGD). Li *et al.*, 1996 analisou o papel da poliploidia na adaptação ao déficit hídrico em mudas de *Betula papyrifera* cultivadas em casa de vegetação, o experimento foi realizado com três níveis de ploidia: diploides, pentaploides e hexaploides. As mudas foram expostas ao estresse hídrico artificial durante o período de duas horas. Foi observado que os poliploides apresentam menos, mas maiores estômatos por unidade de área, possuem a face abaxial e adaxial das folhas mais grossas, exibindo taxas de transpiração mais baixas, o que reduziu a perda de água por meio das folhas. Em relação a fotossíntese, foi identificado a suspensão completa das taxas fotossintéticas nos diploides quando comparados com os pentaploides e hexaploides, que mantiveram a fotossíntese ainda que o potencial de água nos tecidos tenha sido reduzido (LI *et al.*, 1996).

Em 2016, pesquisadores testaram hipóteses sobre as respostas fisiológicas e celulares ao estresse ambiental em árvores do gênero *Betula*. Zhang *et al.*, (2017), observaram diferenças significativas com relação a eficiência do transporte de água no xilema em níveis distintos de ploidia. Foi identificado maior eficiência no uso da água sobre efeitos de estresse hídrico. Os poliploides além de ocuparem um ambiente mais estressado devido às secas constantes e baixa altitude, conseguiram driblar a embolia causada pelo acúmulo de gás aprisionado no xilema, que tende a prejudicar a sobrevivência dessas plantas. A arquitetura e anatomia do sistema hidráulico de *Betula* poliploides exibem diferenças quando comparadas com os diploides do mesmo gênero, o que pode ter favorecido a ampla distribuição dos poliploides nas regiões de montanhas que possuem maior flutuação ambiental (ZHANG *et al.*, 2017).

Chao *et al.* (2013) avaliaram o sucesso reprodutivo de diploides e tetraploides da espécie *Arabidopsis thaliana* em um ambiente com salinidade elevada utilizando a

produção de sementes como indicador de aptidão. Essas plantas foram cultivadas até a maturidade e foram organizadas em blocos casualizados sobre o tratamento de 100 mM NaCl. Os grupos diploides, na ausência do tratamento, apresentaram maior produção de sementes, no entanto, à medida em que a taxa de salinidade aumentava, a produção de sementes era reduzida. Porém, em tetraploides naturais de *Arabidopsis thaliana* foi observado maior tolerância ao sal, regulando os níveis de potássio das folhas, além de produzirem mais sementes sem a interrupção do tratamento (CHAO *et al.*, 2013). Sendo assim, o estudo evidenciou a poliploidia como fator determinante na tolerância à salinidade, um fator abiótico característico de ambientes inóspitos que dificultam o estabelecimento e a sobrevivência dos vegetais.

3.3 A PLOIDIA NA FAMÍLIA GLEICHENIACEAE

Um conceito importante que deve ser incluído nas discussões sobre ploidia é o valor de C. O valor de C refere-se à quantidade total de DNA nuclear encontrado no genoma haploide (n) não replicado de um organismo (SWIFT, 1950). Em trabalhos mais atuais, os valores de C são descritos em números de pares de bases, assim, a sigla C refere-se à constante ou característico, sendo geralmente expresso em picogramas (pg) (GUERRA., 2000). Para medir o valor de C de uma espécie são aplicadas ferramentas citogenéticas como por exemplo, a citometria de fluxo, que permite estabelecer as possíveis relações entre números cromossômicos e as quantidades de DNA nuclear de uma espécie. A poliploidia é relacionada com a filogenia e a evolução do cariótipo nas populações. A partir das contagens cromossômicas torna-se possível investigar a história de evolução dos genomas e traçar hipóteses sobre o caminho evolutivo percorrido por seus ancestrais. Portanto, o número cromossômico é o recurso do cariótipo mais utilizado em análises citotaxonômicas (WOOD *et al.*, 2009).

Em plantas homosporadas, pesquisas evidenciaram o fenômeno da poliploidia como um dos principais mecanismos citológicos envolvidos na evolução do grupo, sendo refletida nos altos números cromossômicos encontrados no genoma das pteridófitas (HAUFLER, 1987, 2002, 2014). A poliploidia contribuiu com 31% dos eventos de especiação em samambaias com número médio de cromossomos muito

superior ($n = 57,05$) em comparação com 15% dos eventos evolutivos registrados em angiospermas ($n = 15,99$) (BARKER, 2013; HENRY; BAINARD; NEWMASER, 2015; LEITCH & LEITCH, 2012, 2013). Grant (1980) estimou valores do número cromossômico que indicariam os níveis de ploidia nos vegetais. As angiospermas com valores de C acima de $n = 14$ possuíam origem poliploide, enquanto que em samambaias, as estimativas de valores acima de $n = 10$ e $n = 14$ indicam que parte da história evolutiva do grupo ocorreu por meio da poliploidia.

Ainda que exista uma correlação positiva entre o sucesso evolutivo e o aumento nas taxas de duplicação total do genoma, até 2001, os conhecimentos sobre os valores de C em pteridófitas estavam representados somente por 48 registros (BENNETT & LEITCH, 2001). Posteriormente, Obermayer *et al.* (2002) com o objetivo de explorar a representação filogenética do grupo, foram um dos pioneiros a realizar um extenso trabalho com enfoque em pteridófitas, especialmente samambaias. Por meio das técnicas de citometria de fluxo aplicadas, tiveram como resultado 30 novos registros de valores de C para 17 famílias de samambaias (OBERMAYER *et al.*, 2002).

Sorsa (1968) propôs um modelo de evolução do número de cromossomos em Gleicheniaceae e levantou a hipótese de dois números haploides ancestrais na família, $n = 17$ e $n = 11$, dos quais as espécies existentes, por poliploidia, evoluíram. Porém em 2016, estudos mais aprofundados foram desenvolvidos, em que Clark e colaboradores (2016) reportaram novos valores de C e estimaram o conteúdo de DNA de Gleicheniaceae em $2C = 10$ pg. Além disso, o trabalho levantou pela primeira vez discussões a respeito da correlação entre o aumento no número cromossômico com o tamanho do genoma em samambaias, que buscou testar a proporcionalidade entre as duas grandezas.

Leitch *et al.* (2019) cita que o banco de dados de DNA contendo os valores de C para todas as plantas já identificadas, possuem registros de 12.273 espécies, entretanto, somente 246 dizem respeito à samambaias, o que representa cerca de 0,2% desse total. Nas licófitas são encontrados 57 registros, representando cerca de 4% do total de espécies. Perez *et al.* (2020) reportou valores para duas espécies do gênero *Dicranopteris*, em *D. flexuosa* o conteúdo de DNA foi de $2C = 9,16$ pg, enquanto que

em *D. linearis* o registro se aproximou de $2C = 6,41$ pg. Entretanto, diante da escassez no conhecimento dos processos citogenéticos para Gleicheniaceae, esses valores ainda não podem ser confirmados como a média aproximada da família (PEREZ *et al.*, 2020).

Nesse contexto, os trabalhos que buscam identificar variações e relatar os padrões genômicos expressos em samambaias, representam uma das etapas fundamentais nos estudos evolutivos, filogenéticos e também taxonômicos. Compreender os processos citogenéticos de uma população contribui com a reconstrução da história evolutiva do grupo, assim como, permite compreender a diversidade e estrutura expressa no genoma das linhagens atuais.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar dos avanços conquistados nos últimos anos, a análise do número cromossômico e dos processos citogenéticos em pteridófitas ainda são insuficientes. São poucos os dados disponíveis na literatura sobre a estrutura e diversidade do genoma em samambaias da família Gleicheniaceae, especialmente os que utilizam questionamentos e análises evolutivas. Portanto, como perspectivas futuras torna-se necessário ampliar o banco de dados de amostras dos valores de C para que seja possível correlacionar o número cromossômico e as adaptações evolutivas da família Gleicheniaceae.

ABSTRACT

Polyploidy results from the duplication of the entire genome, altering the evolution of species in different ecosystems. Since polyploidy is commonly found in pteridophytes, the present study sought to describe the cytogenetic processes that occur in the genome of ferns, in view of the wide geographic distribution and biodiversity found in the group, in order to correlate the evolutionary success of ferns from family Gleicheniaceae with the emergence of polyploidy and to establish the possible factors that influence the gene expression of the group. A literature review was performed containing the following information: authors, year of publication, study objective and results. Therefore, it appears that the available data regarding the cytogenetic processes in homosporous plants are still insufficient, especially for the Gleicheniaceae family, which are currently represented in the literature by only 3 records of C values, which imposes the observation that more research that characterizes the chromosomal constitution is

needed, especially those using evolutionary approaches.

Keywords: Total Genome Duplication. DNA. Pteridophytes.

REFERÊNCIAS

AHRENS, C. W. *et al.* Spatial, climate and ploidy factors drive genomic diversity and resilience in the widespread grass *Themeda triandra*. **Molecular Ecology**. v. 29, p. 3872-3888, 2020.

BARKER, M. S. Karyotype and genome evolution in pteridophytes. **Plant genome diversity**. v. 2, 2013.

BEEST, T. M. *et al.* The more the better? The role of polyploidy in facilitating plant invasions. **Annals of Botany**. p. 19-45, 2012.

BENNET, M. D; LEITCH, I. J. Nuclear DNA amounts in pteridophytes. **Annals of Botany**. v. 87, n. 3, p. 335–345, 2001.

Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil e Lista da Flora do Brasil 2020. **Sistema de informação sobre a Biodiversidade Brasileira**. 2020. Disponível em: https://sibbr.gov.br/?lang=pt_BR. Acesso em: 19/10/2022.

CLARK J. *et al.* Genome evolution of ferns: evidence for relative stasis of genome size across the fern phylogeny. **New Phytologist**. v. 210, n. 3, p. 1072-1082, 2016.

FOX, D. T. *et al.* Polyploidy: a biological force from cells to ecosystems. **Trends in Cell Biology**. v. 30, n. 9, 2020.

FUTUYAMA, D. J. **Biologia evolutiva**. 2. ed. SBG, 1992.

GRANT, V. Plant speciation, the book: perspectives and paradigms. **New Phytol**. v. 161, 1980.

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

HAUFLER, C. H. Electrophoresis is modifying our concepts of evolution in homosporous pteridophytes. **American Journal of Botany**. v. 74, p. 953–966, 1987.

HAUFLER, C. H. Ever since Klekowski: testing a set of radical hypotheses revives the genetics of ferns and lycophytes. **American Journal of Botany**. v. 101, p. 2036–2042, 2014.

HAUFLER, C. H. Homospory: an odyssey of progress in pteridophyte genetics and evolutionary biology. **BioScience**. v. 52, p. 1081–1093, 2002.

HENRY, T. A; BAINARD, J. D; NEWMASTER, S. G. Genome size evolution in Ontario ferns (Polypodiidae): evolutionary correlations with cell size, spore size, and habitat type and an absence of genome downsizing. **Genome**. v. 57, p. 555–566, 2015.

KLEKOWSKI, E. J. *et al.* Sexual and subsexual systems in the homosporous ferns: A new hypothesis. **American Journal of Botany**. v. 6, p. 535–544, 1973.

LAURO, D. T. A.; BATISTA, K.; LIMA, V. L. Samambaias e licófitas da reserva biológica municipal de Santa Cândida, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. **Analecta**. v. 7, n. 22, p. 1-8, 2021.

LEITCH, I. J.; LEITCH, A. R. **Genome size diversity and evolution in land plants. Plant genome diversity**. Physical structure, behaviour and evolution of plant genomes. v. 2, p. 307–322, 2013.

LEITCH, A. R.; LEITCH, I. J. Ecological and genetic factors linked to contrasting genome dynamics in seed plants. **New Phytologist**. v. 194, p. 629–646, 2012.

LEITCH, J. I. *et al.* The Plant DNA C-values database (release 7.1): an updated online repository of plant genome size data for comparative studies. **New Phytol.** v. 226, n. 2, p. 301-305, 2019.

LIMA, V. L.; DITTIRICH, V. A. O. Licófitas e monilófitas de três áreas remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual no município de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. **Instituto Anchieta de Pesquisas**. v. 69, p. 183-198, 2016.

LI, W. L. *et al.* Polyploids and their structural and physiological characteristics relative to water deficit in *Betula papyrifera* (Betulaceae). **American Journal of Botany**. v. 83, p. 15-20, 1996.

MELO, L. C. N.; SALINO, A. Pteridófitas em fragmentos florestais da APA Fernão Dias, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 58, p. 207-220, 2007.

MELO, L. C. N.; SALINO, A. Pteridófitas de duas áreas de floresta da Bacia do Rio Doce no Estado de Minas Gerais, Brasil. **Lundiana**, v. 3, n. 2, p. 129-139, 2002.

OBERMAYER, R. *et al.* Nuclear DNA C-values in 30 species double the familial representation in pteridophytes. **Annals of Botany**. v. 90, p. 209-217, 2002.

PAGE, C. N. **The diversity of ferns: an ecological perspective**. London, Academic Press. p. 10-56, 1979.

PEER, Y. V. D. *et al.* Polyploidy: an evolutionary and ecological force in stressful times. **The Plant Cell**. v. 33, p. 11-26, 2020.

PEREIRA, B. A. *et al.* Chave para identificação de gêneros de criptógamos vasculares citados para a flora Brasileira. **Brazilian Journal of Development**. v.7, n.1, p. 4664-4684, 2021.

PEREZ, B. G. *et al.* Estimativa da quantidade de DNA nuclear em *Dicranopteris flexuosa* (Schrad.). **Analecta**. v. 6, n. 3, p. 1-8, 2020.

RENZAGLIA, K. S. *et al.* Vegetative and reproductive innovations of early land plants: implications for a unified phylogeny. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**. v. 355, p. 769-793, 2000.

SALIMENA, G. R. F. *et al.* Pteridófitas da Serra Negra, Minas Gerais, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**. v. 26, p. 378-390, 2012.

SCHIFINO-WITTMANN, T. M. *et al.* Poliploidia e seu impacto na origem e evolução das plantas silvestres e cultivadas. **Revista bras. Agrocência**. v. 10, n. 2, p. 151-157, 2004.

SCHNEIDER, H. *et al.* Evolution of vascular plant body plans. **Evolution of body plans**. p. 331-337, 2002.

SCHUETTPELZ, E. *et al.* A community-derived classification for extant lycophytes and ferns. **Journal of Systematics and Evolution**. v. 54, p. 563-603, 2016.

SORSA, V. Chromosome studies on puerto rican ferns (Gleicheniaceae). **Caryologia**. v. 2, n. 21, p. 97-106, 1968.

SWIFT, H. The constancy of desoxyribose nucleic acid in plant nuclei. **Proceedings of the National Academy of Science of the USA**. v. 36, n. 11, p. 643-654, 1950.

WAGNER, F. *et al.* At the crossroads towards polyploidy: genomic divergence and extent of homoploid hybridization are drivers for the formation of the ox-eye daisy polyploid complex (*Leucanthemum*, Compositae-Anthemideae). **New Phytologist**. v. 223, n. 4, p. 2039-2053, 2019.

WOOD, T. E. *et al.* The frequency of polyploid speciation in vascular plants. **Proceedings of the National Academy of Sciences**. v. 106, n. 33, p. 13875–13879, 2009.

YANG, L. *et al.* Rethinking the ecosystem functions of *Dicranopteris*, a widespread genus of ferns. **Plant Science**. v.11, 2021.

ZHANG, W. W. *et al.* Divergences in hydraulic architecture form an important basis for niche differentiation between diploid and polyploid *Betula* species in NE China. **Tree Physiol**. v. 37, n. 5, p. 604–616, 2017.