

AS FLORES SÃO REALMENTE CONSERVADAS EVOLUTIVAMENTE? ESTUDOS DE HOMOPLASIA DE ÓRGÃOS REPRODUTIVOS E VEGETATIVOS EM ANGIOSPERMAS

Janaina Liz Araujo Decarli¹; Débora Clivati²; Pedro Luiz Frare Júnior³; Vítor
Fernandes Oliveira de Miranda⁴

Estudante do Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas; janaliz2@yahoo.com.br¹
Doutoranda em Biotecnologia; deboraclivati@yahoo.com.br²
Professor da Universidade de Mogi das Cruzes; pedrofrare@uol.com.br³
Professor da Universidade de Mogi das Cruzes; vmiranda@umc.br⁴

Área de conhecimento: Sistemática de Fanerógamos; Morfologia Vegetal

Palavras-chaves: Morfologia; filogenia; homoplasia; evolução

INTRODUÇÃO

Os caracteres empregados às análises filogenéticas são evidências do padrão dos organismos, resultante das diversas e particulares histórias evolutivas de cada linhagem. Segundo Lawrence (1973), a morfologia tem dominado a investigação filogenética, isso pelo fato de os caracteres morfológicos geralmente serem de fácil observação, o que favorece sua ampla utilização na identificação e classificação taxonômica. Além disso, são importantes para definir hipóteses e relações filogenéticas com o reconhecimento do padrão evolutivo para os determinados caracteres. O valor destes caracteres está estreitamente relacionado com a sua constância, ou seja, quanto mais constante eles forem maior a confiança que neles pode-se depositar para a circunscrição taxonômica. De acordo com Stace (1991), os caracteres reprodutivos apresentam um número superior de estruturas se comparado aos vegetativos e geralmente podem ser considerados mais constantes, além de fornecer um volume superior de informações, sendo utilizados como diagnósticos dentre as angiospermas. Utilizando-se a análise filogenética, é possível determinar a evolução dos caracteres através da relação entre estruturas e indivíduos diferentes. Para Amorim (2002), ao estabelecer essas relações evolutivas, nota-se que séries de transformações podem ocorrer independentemente em dois grupos ou mais, o que caracteriza a *homoplasia*. Apesar da ampla discussão acerca dos padrões morfológicos e o seu emprego aos estudos taxonômicos e filogenéticos, nenhum trabalho comparativo foi realizado com o objetivo de se mensurar, de maneira empírica e objetiva através de um método explícito, quão conservados são os órgãos e estruturas morfológicas em Magnoliophyta (angiospermas). A análise da história evolutiva das linhagens e seus caracteres através da constatação das topologias filogenéticas é uma importante ferramenta para a avaliação e mensuração da evolução e diversificação morfológica dos grupos taxonômicos.

OBJETIVOS

Esse trabalho teve como objetivo comparar caracteres morfoanatômicos provenientes de órgãos e/ou estruturas vegetativas e reprodutivas com o intuito de identificar quais destes são mais ou menos conservados evolutivamente. Com base no levantamento de dados a partir de estudos já publicados e a realização de análises estatísticas, procurou-

se mensurar diversos grupos taxonômicos quais classes de caracteres (vegetativos e reprodutivos) são mais ou menos homoplásticos.

METODOLOGIA

Para a obtenção de dados comparativos, foram selecionados e utilizados quinze estudos filogenéticos previamente publicados, baseados em máxima parcimônia, nos quais foram empregados dados morfológicos em suas análises. Três destes focavam famílias diferentes de angiospermas, seis gêneros diferentes pertencentes à mesma família e os outros seis estudos espécies diferentes de um mesmo gênero. Esse padrão foi adotado a fim de obter dados comparativos entre os mesmos assim como distintos níveis taxonômicos. Os aplicativos NEXUS *Data Editor* (NDE) e PAUP* 4b10 foram utilizados para a transcrição das matrizes de dados dos caracteres morfológicos, construção da árvore filogenética mais parcimoniosa e obtenção de três índices filogenéticos: índice de consistência (IC), índice de homoplasia (IH) e índice de retenção (IR). Esses foram tratados e agrupados, por meio da formulação de tabelas comparativas, em dois grupos gerais: o primeiro referente aos caracteres relacionados a órgãos e estruturas vegetativos e o segundo aos caracteres reprodutivos. Foram calculadas as variâncias, médias e os desvios padrão em cada grupo de dados e formulados gráficos comparativos, tanto entre os caracteres (vegetativos vs. reprodutivos) quanto entre os táxons analisados (famílias, gêneros e espécies). Em cada grupo de variáveis foi realizado o teste *t* de *Student* para determinar se as médias dos índices entre os caracteres vegetativos e reprodutivos, de cada táxon, diferiam ao nível de significância de 5% e o teste ANOVA para a análise da variância e comparação das médias nas famílias e gêneros entre si. Uma vez estabelecidas diferenças, foram empregadas comparações múltiplas por meio do teste de Tukey, utilizando o aplicativo BIOESTAT 5.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma vez que o índice de consistência (IC) sempre é complementar ao índice de homoplasia (IH; $IH = 1 - IC$), ou seja, altos valores de IH implicitamente indicam baixos IC, a discussão dos resultados será explicitada apenas em função dos índices de homoplasia e retenção. A comparação entre caracteres vegetativos e reprodutivos, para os dados que envolveram grupos de famílias distintas de angiospermas, não apresentou diferença significativa ao nível de 5% (valores *p* obtidos superiores a 0,05). O primeiro grupo considerou 52 famílias de angiospermas basais (Angio basais), o segundo, 18 famílias de monocotiledôneas e o terceiro tratou duas famílias, Rubiaceae e Loganiaceae (RubLog; Tabela 1). Na comparação das seis famílias entre si o índice de homoplasia dos caracteres vegetativos da família Orchidaceae (0,800) diferiu significativamente de todas as outras famílias, exceto de Commelinaceae. Saururaceae apresentou a menor média de homoplasia dos caracteres vegetativos (0,037), entretanto, foram significativamente mais consistentes que os das famílias Alstroemeriaceae, Cunoniaceae e Orchidaceae. Já quanto ao índice de retenção dos caracteres vegetativos, Cunoniaceae e Saururaceae apresentaram as menores médias (0,474 e 0,389 respectivamente) indicando que as transformações dos caracteres vegetativos das famílias Aizoaceae, Commelinaceae, e Orchidaceae ocorreram em cladogêneses mais pretéritas. Em relação aos caracteres reprodutivos, a família Saururaceae apresentou a menor média de homoplasia (0,126), a qual foi significativamente inferior a todas as demais de acordo com a análise da variância e empregando o teste de Tukey. Desta maneira, Saururaceae, em relação às outras famílias, pode ser considerada a que possui caracteres reprodutivos mais conservados ao

longo do período evolutivo. Quando considerado o índice de retenção dos caracteres reprodutivos, a família Cunoniaceae teve média inferior (0,331) e Orchidaceae superior (0,789) às demais. A comparação entre caracteres vegetativos e reprodutivos, de cada família individualmente por meio do teste *t* de *Student*, mostra que Orchidaceae apresentou diferença, sendo que os caracteres vegetativos tiveram média de homoplasia (0,800) significativamente superior aos reprodutivos (0,507), visto que o valor *p* está abaixo do limite crítico. Isso demonstra que as estruturas vegetativas de Orchidaceae em sua história filogenética, apresentaram maior taxa de homoplasia resultante, possivelmente, de convergências evolutivas, paralelismos e reversões. Já o índice de retenção desta comparação foi estatisticamente significativo para as famílias Aizoaceae e Commelinaceae e, nos dois casos, os caracteres vegetativos tiveram uma média de retenção maior que os reprodutivos (0,935 vs. 0,716 para Aizoaceae e 0,781 vs. 0,492 para Commelinaceae). Logo, a diferença obtida indica que os caracteres vegetativos são mais conservados em relação aos reprodutivos, supostamente por estes serem mais susceptíveis às pressões ambientais. Em relação às demais famílias, as médias obtidas não diferiram estatisticamente, o que pode ser comprovado pelo teste estatístico, no qual os valores *p* resultantes estão dentro do intervalo de confiança ($p > 0,05$). As análises dos respectivos índices demonstraram *Andira*, *Barnadesia*, *Drosera*, *Herschelia* e *Paspalum* como estatisticamente iguais. Porém como as amostras agrupadas apresentaram uma discrepância entre os valores, pois os grupos definidos de caracteres vegetativos e reprodutivos são muito abrangentes, o resultado pode ter sido influenciado pelo elevado desvio padrão. Todavia, no gênero *Cambessedesia*, a média do índice de retenção dos caracteres vegetativos (0,532) é estatisticamente maior do que os reprodutivos (0,315), ao nível de significância de 0,31 % (valor $p = 0,031$), assim como foi observado para as famílias Aizoaceae e Commelinaceae. Na comparação dos seis gêneros simultaneamente, *Barnadesia* é o que possui a menor média de homoplasia dos caracteres vegetativos (0,145) que difere significativamente do gênero *Paspalum*. Desta forma pode-se admitir que *Barnadesia* apresente menor número de transformações independentes dos caracteres vegetativos ao longo de sua história evolutiva, diferente de *Paspalum* que possui caracteres vegetativos mais homoplásticos (0,517). Quanto ao índice de retenção desses caracteres, a variância não diferiu entre e dentro os gêneros, comparados de acordo com a análise estatística. Já para os caracteres reprodutivos os gêneros *Cambessedesia* e *Drosera* tiveram índice de homoplasia superior (0,560 e 0,494) em relação aos demais, diferindo significativamente de *Barnadesia* (0,279) e *Herschelia* (0,193). Logo, caracteres reprodutivos de *Cambessedesia* e *Drosera* podem ser considerados mais homoplásticos quando comparado aos demais. Em relação ao índice de retenção *Cambessedesia* apresentou um valor inferior (0,315) diferindo significativamente de todos os outros gêneros, exceto de *Drosera* (0,442).

Tabela 1: Comparações das médias obtidas para as variáveis índice de retenção e homoplasia entre os caracteres vegetativos e reprodutivos nos táxons analisados, e resultados do teste *t* de *Student* (valores de significância para $p < 0,05$).

Resultados do teste t : Vegetativos vs. Reprodutivos

TÁXONS	Índice de Homoplasia			Índice de Retenção			
	MÉDIA		Valor p	MÉDIA		Valor p	
	Vegetativo	Reprodutivo		Vegetativo	Reprodutivo		
Grupos de	Angio Basais	0.644	0.700	0.215	0.570	0.497	0.180
	Monocotiledôneas	0.539	0.518	0.715	0.693	0.711	0.721
Famílias	RubLog	0.522	0.522	0.998	0.687	0.668	0.840
Famílias	Aizoaceae	0.238	0.446	0.116	0.935	0.716	0.001
	Alstroemeriaceae	0.447	0.512	0.419	0.729	0.699	0.606
	Commelinaceae	0.439	0.603	0.112	0.781	0.492	0.025
	Cunoniaceae	0.534	0.569	0.619	0.474	0.331	0.130
	Orchidaceae	0.800	0.507	0.000	0.800	0.789	0.857
	Saururaceae	0.037	0.126	0.093	0.389	0.500	0.509
	<i>Andira</i>	0.333	0.274	0.783	0.857	0.788	0.694
Gêneros	<i>Barnadesia</i>	0.146	0.279	0.355	0.500	0.666	0.343
	<i>Cambessedesia</i>	0.427	0.560	0.122	0.532	0.315	0.031
	<i>Drosera</i>	0.419	0.494	0.377	0.437	0.442	0.962
	<i>Herschelia</i>	0.214	0.193	0.836	0.476	0.678	0.267
	<i>Paspalum</i>	0.517	0.419	0.419	0.595	0.683	0.438

CONCLUSÕES

Por meio da presente pesquisa, considerando a amostra analisada, foi possível concluir que não há uma diferença significativa entre caracteres vegetativos e reprodutivos se considerados apenas os índices de homoplasia e de consistência. Entretanto, ao se utilizar os índices de retenção, ocorreu uma diferença estatisticamente significativa para a família Commelinaceae e para o gênero *Cambessedesia*. Esses resultados sugerem que os caracteres vegetativos podem ser considerados mais conservados do que os reprodutivos. Sendo assim, as transformações dos caracteres vegetativos podem acumular mais sinapomorfias, já que tais mudanças ocorreram em cladogêneses mais antigas. Por outro lado, na família Orchidaceae e nos gêneros *Barnadesia*, *Drosera* e *Paspalum*, a falta de significância observada pode ser resultante da codificação inadequada dos caracteres vegetativos e reprodutivos, ou por carência de maior número dos dois tipos de caracteres, ou por desequilíbrio entre os dois tipos de caracteres, ou ainda por falha ao assumir critérios na categorização dos caracteres (*e.g.* gineceu, androceu, corola, folha, etc.). Além disso, para minimizar a discrepância entre os valores dos índices obtidos, seria prudente aumentar a amostragem dos dois tipos de caracteres. Em ambos os casos, quanto aos valores de homoplasia e retenção, é preciso que a codificação de caracteres não privilegie estruturas reprodutivas ou vegetativas, por outro lado, que o esforço amostral contemple de forma ampla ambas as classes de caracteres.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, D. S. **Fundamentos de Sistemática Filogenética**. 1ª ed. Ribeirão Preto: Holos editora, 2002.

LAWRENCE, G. H. M. **Taxonomia das Plantas Vasculares**. 1ª ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1973.

STACE, C.A. **Plant taxonomy and Biosystematics**. 2^a edição. U.S.A.: Cambridge University Press, 1991.