ONTOGÊNESE FLORAL RESPONDE QUESTÕES MORFOLÓGICAS?

Sueli Maria Gomes
Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Botânica, Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal, Brasil, suelimariagomes@gmail.com

RESUMO - A ontogênese floral analisa o desenvolvimento das flores, desde os primórdios de seus verticilos. Objetiva-se aqui enfocar contribuições deste tipo de abordagem ao conhecimento morfológico vegetal, mencionando-se alguns aspectos metodológicos. Questões morfológicas sobre a sinorganização corolina em Balsaminaceae, a origem do ovário pseudo-súpero em Vochysiaceae e do gineceu hemi-sincárpico em Apocynaceae são abordadas, com referências à evolução destas características.

Palavras-chave: flor, morfologia, ontogenia, primórdio, recapitulação.

INTRODUÇÃO

A ontogenia é a história das mudanças estruturais e, embora tenha tido estudos mais aprofundados em relação aos animais, é bastante antiga no que diz respeito aos vegetais. No caso da ontogênese floral, o marco inicial se deu com os trabalhos de Payer (1857) – "Traité D'Organogénie Comparée de la Fleur", que há mais de um século atrás realizou um abrangente estudo micromorfológico sobre 142 famílias de plantas. Esta obra clássica em francês consta de descrições objetivas e de ilustrações minuciosas, desenhadas mediante observações sob lupa. Muitos anos se passaram até que a ontogenia encontrasse os avanços proporcionados pela microscopia fotônica e eletrônica de varredura (MEV), dentro do que Harris (1995) assinalou como renascimento dos estudos ontogenéticos.

A observação de como um verticilo se desenvolve, desde um simples primórdio até a complexidade da flor adulta, é, no mínimo, interessante. A ontogênese floral deveria ser mais abordada em livros textos de Botânica, pois o fenômeno desperta a curiosidade e cativa o leitor.

O objetivo do presente trabalho é apresentar algumas questões morfológicas que a ontogênese floral contribuiu para esclarecer.

MATERIAL E MÉTODOS

Este relato baseia-se na literatura e em pesquisas próprias sobre ontogenia floral. O protocolo geral pode ser obtido em Gomes (2006). Seguem comentários gerais sobre a metodologia.

Vários tipos de soluções têm sido usadas para fixar os ramos no campo, como formalina-ácido acético-álcool etílico (FAA), formalina neutra tamponada (FNT), etanol 70% (Johansen 1940; Gomes 2006) ou glutaraldeído (Valente & Costa 2005; Machado *et al.* 2006), destacando-se o primeiro fixador, por sua menor toxidez a humanos e facilidade de transporte, pois pode ser usado à temperatura ambiente, tendo bons resultados. Botões flutuando no fixador são evidência de que têm ar, o quê favorece o apodrecimento. Fazer pequenos orifícios no tubo floral das gamopétalas e manter sob vácuo possibilita melhor penetração do fixador.

As coletas devem ter exsicata testemunha tombada em herbário. Estudos ontogenéticos florais requerem coletas meticulosas e direcionadas à obtenção dos diferentes estágios de desenvolvimento. Especial atenção deve ser dada à obtenção de botões de vários tamanhos, especialmente os menores, pois os principais eventos ontogenéticos ocorrem no início do desenvolvimento, enquanto botões maiores geralmente diferem apenas no tamanho das estruturas. Botões florais no início do desenvolvimento podem ser muito inconspícuos, confundíveis com o meristema apical caulinar, portanto é necessária uma boa observação da planta para conseguir identificá-los no campo. Espécies com flores solitárias, inflorescências paucifloras e flores síncronas são as mais difíceis de se obter todos os estágios.

O armazenamento do material é feito em álcool 50% ou 70%, assim como o isolamento dos botões sob lupa. Flores muito pequenas, com seus botões ínfimos, requerem lupa com alta magnificação, mas às vezes a dissecação é feita às cegas, apenas orientada pelo conhecimento da posição dos verticilos. Neste sentido, começar a dissecação pela flor e botões maiores pode facilitar o entendimento da organização dos botões menores. Recomenda-se usar uma cerda de pincel adaptada a um suporte plástico (tubo de caneta), pois é menos grosseira que agulhas de dissecação. Geralmente é necessário eliminar os verticilos mais externos para expor os primeiros estágios de desenvolvimento do androceu e do gineceu.

Estágios ontogenéticos de flores grandes podem ser registrados diretamente sob lupa, mas o brilho afeta a qualidade da imagem. MEV é o método mais usado para registrar os estágios de desenvolvimento, onde o material é desidratado até o ponto crítico do dióxido de carbono e depois metalizado com ouro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sinorganização. A despeito da enorme diversidade floral das angiospermas, Endress (1990, 1998) aponta que há relativamente poucas tendências evolutivas, que geralmente baseiam-se no aumento da sinorganização e da simetria floral, abrangendo fusões congênitas ou posgênitas de partes florais. Este autor é um dos mais renomados morfólogos vegetais, que se notabilizou por vários estudos sobre ontogenia floral.

A sinorganização refere-se a diferentes tipos de fusão, constituindo um dado importante inferido a partir da análise ontogenética. Fusões congênitas originam-se a partir de uma zona meristemática basal confluente, onde ocorre uma expansão dos tecidos, na região em que, se presume, os primeiros órgãos existiam, enquanto a fusão posgênita abrange a união de tecidos que surgem como primórdios separados (Walker 1975). Alguns autores denominam a fusão congênita como filogenética, enquanto que a posgênita seria ontogenética (Walker 1975; Fahn 1990; Gasser & Robinson-Beers 1993; Cusick 1966). Não obstante, fusões congênitas e posgênitas são ambas eventos ontogenéticos, posto que ocorrem ao longo do desenvolvimento da planta. Por seu turno, as fusões de verticilos e estruturas encontradas atualmente nas plantas são todas filogenéticas, uma vez que são fruto de variações morfológicas que ocorreram ao longo da evolução dos grupos taxonômicos. Fusões congênitas e posgênitas podem originar verticilos com morfologia semelhante, inclusive com continuidade histológica (Gomes 2006). Eventos congênitos evidenciam fenômenos filogeneticamente mais antigos do que aqueles de origem posgênita.

Exemplo de variação na sinorganização ocorre em Balsaminaceae, onde a dialipetalia é considerada plesiomórfica. *Hydrocera* Blume é um gênero mais basal dentro desta família e tipicamente apresenta cinco pétalas livres. No passado, não estava claro se *Impatiens* L. teria tido redução a três pétalas livres entre si, duas das quais seriam bilobadas, ou se teria cinco pétalas, sendo as quatro laterais conatas aos pares, mas a constatação de cinco primórdios corolinos no início do desenvolvimento floral, que depois se tornam conatos, esclareceu a questão (Caris *et al.* 2006), aliada à presença de traços vasculares independentes nas cinco pétalas adultas (Grey-Wilson 1980).

Recapitulação. A ideia de que a ontogenia recapitula a filogenia originou-se na área zoológica, tratando da relação entre desenvolvimento embrionário e a evolução biológica. Houve questionamentos a este respeito, sobretudo devido à aplicação *ipsis literi* deste princípio, o que não cabe tratar aqui, mas a relação entre estes dois aspectos também está presente na Botânica. Eventos presentes durante o desenvolvimento de certos órgãos vegetais, especialmente de flores e embriões, ocorreram de forma semelhante também ao longo da história das plantas sobre a Terra.

Por exemplo, espécies mais basais de Vochysiaceae (Myrtales) apresentam ovário ínfero, enquanto ovário súpero é condição tida como mais derivada na família. Isto é o inverso do que ocorre na maioria das angiospermas e o ovário súpero desta família tem sido referido como secundariamente derivado. A ontogênese floral revela que nos dois casos o ovário origina-se a partir de uma concavidade no receptáculo, com estágios ontogenéticos iniciais semelhantes entre si, que posteriormente divergem no desenvolvimento devido a um crescimento intercalar diferenciado (Litt & Stevenson 2003). O ovário ínfero das Myrtaceae, que são basais em relação às Vochysiaceae, também se desenvolve a partir de uma concavidade no receptáculo (Carrucan & Drinnan 2000; Bohte & Drinnan 2005).

Assim as espécies mais derivadas de Vochysiaceae, que são hipóginas, apresentam um desenvolvimento inicial do ovário semelhante ao de suas ancestrais epíginas, mas totalmente diferente ao final do desenvolvimento. A ontogenia do ovário súpero nestas plantas, ao menos no início de seu desenvolvimento, recapitula o ovário ínfero de seus ancestrais mais imediatos.

Existe a proposta de designar o ovário súpero formado a partir de uma região ínfera como pseudo-súpero (Kuzoff *et al.* 2001). A ontogenia em espécies de Apocynaceae *s.l.* (Gomes 2006; Gomes *et al.* 2008) revela que este tipo de ovário também se desenvolveu nesta família. O ovário adulto pseudo-súpero difere do súpero devido à presença de uma pequena porção mergulhada no receptáculo floral.

Gineceu hemi-sincárpico. A maioria das espécies de Apocynaceae apresenta gineceu bicarpelar, peculiarmente com os carpelos livres na região do ovário e conatos distalmente, caracterizando o que Ehrendorfer (1985) denominou de hemi-sincarpia. Esta terminologia tem sido pouco usada na literatura, mas descreve apropriadamente este tipo de gineceu, cuja peculiaridade desperta a questão: como se forma um gineceu com carpelos livres na base e unidos no ápice?

Os desenhos apresentados por Payer (1857) já tratavam da ontogênese floral de duas espécies desta família: *Apocynum cannabinum* L. e *Asclepias syriaca* L. Outras espécies hemi-sincárpicas posteriormente foram analisadas, demonstrando que inicialmente surgem dois primórdios carpelares, que se desenvolvem e se fecham, originando cada um seu respectivo lóculo, sendo que somente depois que o ovário se forma é que ocorre a conação dos carpelos em sua porção apical, originando primeiro a região estigmática e, posteriormente, por crescimento intercalar, forma-se o estilete (Boke 1949; Walker 1975; Endress *et al.* 1983; Van der Schoot *et al.* 1995; Endress 1998; Gomes *et al.* 2008). Deste modo, o gineceu hemi-sincárpico origina-se por fusão carpelar posgênita.

As Apocynaceae já foram referidas como apocárpicas (Cronquist 1993), mas a hemi-sincarpia efetivamente é um tipo mais derivado de sincarpia, o que esclarece que não houve reversão deste caráter (Gomes *et al.* 2008). A hemi-sincarpia mantém as vantagens de um só cômpito estigmático receptivo, o qual distribui e seleciona os tubos polínicos, gerando mais de um fruto, reunindo assim as vantagens da sincarpia e apocarpia em um só gineceu (Endress *et al.* 1983; Gomes *et al.* 2008).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOHTE, A.; DRINNAN, A. Floral development and systematic position of *Arillastrum*, *Allosyncarpia*, *Stockwellia* and *Eucalyptopsis* (Myrtaceae). **Plant Systematic and Evolution** 251: 53–70, 2005.

BOKE N. H. Development of the stamens and carpels in *Vinca rosea* L. **American Journal of Botany** 36: 535-547, 1949.

CARIS, PIETER L.; GEUTEN, KOEN P.; JANSSENS, STEVEN B.; SMETS, ERIK F. Floral development in three species of *Impatiens* (Balsaminaceae). **American Journal of Botany** 93(1): 1-14, 2006.

CARRUCAN, A.E.; DRINNAN, A.N. The ontogenetic basis for floral diversity in the *Baeckea* sub-group (Myrtaceae). **Kew Bulletin** 5: 593-613, 2000.

CRONQUIST, A. **The evolution and classification of flowering plants**. New York: The New York Botanical Garden, 1993.

CUSICK, F. On phylogenetic and ontogenetic fusions. *In* Cutter EG. **Trends in plant morphogenesis.** New York: John Wiley; Sons, 1966.

EHRENDORFER, F. Sinopsis del Reino Vegetal: espermatófitos. *In* STRASBURGER E. **Tratado de Botânica.** Barcelona: Ediciones Omega, 1985.

ENDRESS, P.K. Patterns of floral construction in ontogeny and phylogeny. **Biological Journal of the Linnean Society** 39: 153-175, 1990.

ENDRESS, P.K. **Diversity and evolutionary biology of tropical flowers.** (Cambridge Tropical Biology Series). Cambridge: Cambridge University Press, 1998.

ENDRESS, P.K., JENNY, M.; FALLEN, M.E. Convergent elaboration of apocarpous gynoecia in higher advanced dicotyledons (Sapindales, Malvales, Gentianales). **Nordic Journal of Botany** 3(3):293-300, 1983.

FAHN, A. **Plant Anatomy.** Oxford: Pergamon Press, 1990.

GASSER, C. S.; ROBINSON-BEERS, K. Pistil development. **Plant Cell** 5(10): 1231-1239, 1993.

GOMES, S.M. **Ontogênese floral com ênfase no estudo do gineceu em Apocynaceae *s.l.*** Tese: de (Doutorado em Botanica). Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2006.

GOMES, S. M., KINOSHITA, L. S.; CASTRO, M. M. Hemisincarpia e nectário apendicular enfocados através de ontogênese floral em *Mandevilla velame* (A. St.-Hil.) Pichon, Apocynoideae. **Revista Brasileira de Botânica** 31(1): 81-93, 2008.

GREY-WILSON, C. Some observations on the floral vascular anatomy of *Impatiens*. Studies in Balsaminaceae: VI. **Kew Bulletin** 35: 221-227, 1980.

HARRIS, E.M. Inflorescence and floral ontogeny in Asteraceae: a synthesis of historical and current concepts. **Botanical Review** 61(2/3): 93-278, 1995.

JOHANSEN, D.A. **Plant microtechnique.** New York: McGraw-Hill, 1940.

KUZOFF, R.K.; HUFFORD, L.; SOLTIS, D.E. Structural homology and developmental transformations associated with ovary diversification in *Lithophragma* (Saxifragaceae). **American Journal of Botany** 88(2): 196-205, 2001.

LITT, A.; STEVENSON, D.W. Floral development and morphology of Vochysiaceae. I. The structure of the gynoecium. **American Journal of Botany** 90(11): 1533-1547, 2003.

MACHADO, S.R., GREGÓRIO, E.A.; GUIMARÃES, E. Ovary peltate trichomes of *Zeyheria montana* (Bignoniaceae): developmental ultrastructure and secretion in relation to function. **Annals of Botany** 97(3): 357-369, 2006.

PAYER, J.B. Traité d'organogénie comparée de la fleur. *In* **Historiae Naruralis Classica.** Vol XLCII. Codicote, Herts: Wheldon; Wesley Ltd. Reimp, 1857.

VALENTE, M.C; COSTA, C.G. Estudo anatômico da flor de *Marsdenia loniceroides* E. Fournier (Asclepiadoideae – Apocynaceae). **Rodriguésia** 56(87): 51-66, 2005.

VAN DER SCHOOT, C.; DIETRICH, M.A.; STORMS, M.; VERBEKE, J.A.; LUCAS, W.J. Establishment of a cell-to-cell communication pathway between separate carpels during gynoecium development. **Planta** 195: 450-455, 1995.

WALKER, D.B. Postgenital carpel fusion in *Catharanthus roseus* (Apocynaceae). I. Light and scanning electron microscopic study of gynoecial ontogeny. **American Journal of Botany** 62(5): 457-467, 1975.