

CLONALIDADE EM PLANTAS: UMA BREVE REVISÃO EM Rubiaceae Juss.

Leticia Rigo Tavares¹, Poliany de Oliveira Barbosa¹, Gabriel Permanhane da Silva¹

¹Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Departamento de Ciências Biológicas, Laboratório de Botânica, campus Alegre, Alto Universitário, 29500-000 – Alegre-ES, Brasil.
leticiarigot@hotmail.com, polianybarbosa@gmail.com, permanhaneg@gmail.com

Resumo

Este trabalho apresenta uma revisão sobre a clonalidade e a coexistência em plantas da família Rubiaceae, com ênfase na formação de agregados e propagação vegetativa. A clonalidade, característica comum em muitas espécies de Rubiaceae, confere vantagens competitivas importantes, como maior resiliência a perturbações ambientais e eficiência na ocupação de nichos. Através da análise de diversos estudos, discutem-se os mecanismos pelos quais a clonalidade influencia a estruturação espacial das comunidades vegetais e os processos de coexistência entre espécies. A revisão busca sintetizar os principais apontamentos sobre o tema, oferecendo uma base teórica para orientar futuras pesquisas e ampliar o entendimento sobre as dinâmicas ecológicas na família Rubiaceae.

Palavras-chave: Coocorrência. Propagação vegetativa. Rubiaceae.

Área do Conhecimento: Ciências Biológicas – Botânica.

Introdução

De forma natural, muitas espécies de plantas se propagam vegetativamente. Na reprodução vegetativa, uma nova planta clonal cresce a partir de um órgão reprodutivo especializado ou se regenera totalmente a partir de uma parte da planta (Amano *et al.*, 2019). Como os brotos vegetativos se originam de sistemas radiculares já estabelecidos, o desenvolvimento é rápido (Hall, Aalders; Everett, 1976). Isso pode explicar o porquê de plantas que realizam reprodução vegetativa tendem a ter uma vantagem competitiva sobre as espécies sexualmente estabelecidas (Flinn; Wein, 1977), que são mais sensíveis às variações ambientais (Hall, Aalders e Everett, 1976). Por conseguinte, a maioria das espécies de propagação vegetativa são perenes (Del Tredici, 1977), sendo comum a dominância em comunidades pós-perturbação.

Para espécies de Rubiaceae, é habitual a reprodução vegetativa, conforme relatado na literatura, observado por Coelho e Barbosa (2004), em *Psychotria poeppigiana* Mull. Arg.; em *Cephaelis ipecacuanha* (Brot.) A. Rich por Souza *et al.* (2006); e Souza *et al.* (2008) em *Psychotria ipecacuanha* (Brot.) Stokes; Silva *et al.* (2014) em *Psychotria hastisepala* Müll.Arg.; e Silva *et al.* (2015) em *Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L. Andersson.

Este trabalho tem como objetivo revisar e destacar os principais apontamentos sobre a formação de agregados e a propagação vegetativa em Rubiaceae, visando contribuir para o avanço do conhecimento na área e fornecer insights que orientem futuras investigações sobre o tema.

Metodologia

Inicialmente, foi realizada uma revisão de literatura a partir de banco de dados eletrônicos. Para estratégias de busca, foram utilizadas as bases de dados eletrônicas Science Direct, Scielo (Scientific Electronic Library OnLine), Scopus e Google Acadêmico, tendo como recorte temporal de publicações o ano de 2004 a 2024. As palavras-chave utilizadas foram: “clonal diversity AND Rubiaceae”, “clonality AND Rubiaceae”, “clonal plants AND Rubiaceae”.

Foram selecionados artigos preferencialmente, a partir dos seguintes critérios de inclusão: publicação de 2004 a 2024; em língua inglesa ou portuguesa; disponíveis de forma pública e/ou acesso via Capes periódicos e na íntegra; sendo espécies da família Rubiaceae. Foram critérios de exclusão:

artigos publicados antes de 2004 e os que não apresentaram ao menos uma das palavras-chave no título ou no resumo. Após a leitura dos resumos, foram selecionados estudos que preenchiam os critérios inicialmente propostos. Esses estudos foram lidos na íntegra.

Resultados

Para espécies da família Rubiaceae, o crescimento agregado foi registrado em diferentes estudos (Tabela 1). Indivíduos de uma mesma espécie e de ocorrência agregada podem apresentar crescimento clonal, ou não.

Tabela 1. Espécies para as quais foram realizados estudos que registraram crescimento agregado e propagação vegetativa em Rubiaceae.

Espécie	Autor	Principais apontamentos sobre a formação de agregados e propagação vegetativa
<i>Carapichea ipecacuanha</i>	Souza et al. (2008)	A heterostilia confere eficiência da polinização cruzada e favorece a alogamia. Espécies heterostilicas podem manter um equilíbrio entre endogamia e alogamia; essa flexibilidade torna a reprodução altamente adaptável, frente a diferentes pressões ambientais.
<i>Carapichea ipecacuanha</i>	Souza et al. (2006)	A presença de irregularidades meióticas afetou significativamente o índice meiótico e a viabilidade polínica e pode implicar que o processo de reprodução sexuada não seja totalmente efetivo. A reprodução sexuada parece ser tão importante quanto a propagação vegetativa. A existência de diferenças no mecanismo reprodutivo (heterostilia) entre as populações reforça essa ideia.
<i>Psychotria poeppigiana</i>	Coelho; Barbosa (2004)	A distribuição agregada pode ter papel importante no aumento do atrativo visual e concentração de recursos para os agentes polinizadores.
<i>Carapichea ipecacuanha</i>	Silva (2015)	Os sistemas subterrâneos caulinar e radicular aumentam as chances de sobrevivência da espécie às condições adversas do ambiente, por meio do alto potencial gemífero de natureza mista que aumenta o número de indivíduos nas reboleiras. Este mecanismo de propagação vegetativa aparentemente está associado à perpetuação e manutenção de espécies formando populações clonais. A espécie apresenta distribuição agregada com novas plantas que se desenvolvem próximos à planta- mãe e o sistema subterrâneo, geralmente, encontra-se interligado.

Fonte: autores.

Discussão

A capacidade das plantas de se deslocarem no espaço através de órgãos vegetativos, conhecida como mobilidade clonal (Tamm *et al.*, 2002; Zobel *et al.*, 2010), é determinada principalmente por características específicas de cada espécie, sendo influenciada pelo ambiente em que a planta cresce, por fatores bióticos e abióticos (Klimeš, 1999; Sammul *et al.*, 2003). A mobilidade clonal desempenha um papel significativo na explicação da dinâmica temporal dos padrões espaciais das espécies vegetais e pode influenciar fortemente os mecanismos de coexistência entre elas (Wildová *et al.*, 2007; Zobel *et al.*, 2010). Isso significa que os padrões iniciais resultantes da dispersão de sementes podem se tornar menos importantes ao longo do tempo para determinar as interações entre as espécies (Schmid; Harper, 1985). A renovação local das espécies pode ser entendida como um resultado do equilíbrio entre competição e colonização. A longo prazo, os clones de plantas colonizadoras rápidas morrem, criando lacunas ou nichos de regeneração, nos quais plantas colonizadoras mais lentas, mas com maior competitividade, podem estabelecer-se e persistir por mais tempo (Wildová *et al.*, 2007; Zobel *et al.*, 2010).

Espera-se que plantas geneticamente semelhantes tenham requisitos de recursos semelhantes e, portanto, a competição com parentes deveria ser mais intensa do que com não-parentes. No entanto, algumas espécies mostram um fenômeno chamado facilitação de parentesco, no qual as plantas reduzem sua competição com parentes em comparação com membros não relacionados da mesma

espécie (Murphy; Dudley, 2009; Biernaskie, 2010). Com a facilitação de parentesco, os indivíduos apresentam um melhor desempenho ao interagir com parentes do que com indivíduos que não pertencem à mesma espécie (Ehlers, Damgaard, Laroche, 2016).

Os efeitos da clonalidade na aptidão das plantas podem variar de acordo com as condições ambientais: por exemplo, a resposta da aptidão à fertilização pode depender da interação entre clonalidade e altura da planta (Eilts *et al.*, 2011; Gough *et al.*, 2012). Não é tão claro como a clonalidade pode influenciar as diferenças de nicho. É crucial notar que o impacto da clonalidade na coexistência está estreitamente ligado a processos espaciais (Oborny; Bartha, 1995; Gigon, Leutert, 1996), os quais podem alterar significativamente as interações previstas por modelos que não consideram a espacialidade (Bolker *et al.*, 2003). Plantas clonais geralmente posicionam seus descendentes próximos aos seus pais, criando uma estrutura espacial marcante que muitas vezes restringe, de maneira complexa, as possibilidades de coexistência entre espécies individuais (Stoll, Prati, 2001; Lenssen *et al.*, 2005).

Em princípio, existem três maneiras principais pelas quais a clonalidade pode influenciar a coexistência de espécies através de processos espaciais:

1) Comunidades controladas pelos fundadores em sistemas espaciais explícitos podem manter uma diversidade, mesmo quando há potencial para exclusão competitiva entre as espécies. Isso ocorre devido a um mecanismo de equalização que impede que diferenças na aptidão predominem. Embora este mecanismo não leve em conta a coexistência em estado estável, o período até a extinção é geralmente tão longo em cenários realistas que efetivamente funciona como um mecanismo de coexistência (Molofsky *et al.*, 2002; Bolker *et al.*, 2003).

2) A clonalidade pode desempenhar um papel significativo na rápida colonização de espaços abertos na comunidade por meio de um processo chamado de nichos sucessionais espaciais. Este processo é mais provável de ocorrer em sistemas moderadamente perturbados (Bolker, Pakala, Neuhauser, 2003; ver Vojtko *et al.*, 2017, fornecem uma demonstração experimental desse processo).

3) A dinâmica espacial resultante do crescimento clonal pode estar associada a um feedback negativo entre as plantas e o solo (Bever, 2003; Bever, Mangan, Alexander, 2015).

A existência de clones desempenha um papel significativo na dinâmica temporal e espacial das populações de uma espécie, podendo também influenciar em mecanismos de coexistência com outras espécies (Svensson, Rydin, Carlsson, 2013). Há quatro comportamentos em que as plantas clonais se destacam em comparação com organismos não clonais (Svensson, Rydin, Carlsson, 2013):

- 1) compartilhamento de recursos entre rametas fisiologicamente integrados;
- 2) habilidade de buscar recursos através de comportamento de forrageamento;
- 3) dispersão de curto alcance usando rametas competitivamente superiores; e
- 4) genetas que promovem maior longevidade e resiliência

Essas características conferem vantagens às plantas clonais em relação às não clonais em termos de resistência a distúrbios físicos, como herbivoria (Bittebiere, Benot, Mony, 2020) e inundações (Martínková *et al.*, 2020), e adaptação a mudanças ambientais resultantes de perturbações, como heterogeneidade (Franklin *et al.*, 2020).

Conclusão

A revisão sobre clonalidade e coexistência em plantas da família Rubiaceae destaca a importância da propagação vegetativa na formação de agregados e na dinâmica populacional dessas espécies. A capacidade de reprodução clonal confere vantagens competitivas, como maior resiliência a distúrbios ambientais e eficiência na colonização de novos espaços, o que pode influenciar significativamente os mecanismos de coexistência entre espécies. A clonalidade, ao moldar padrões espaciais e interações ecológicas, desempenha um papel crucial na manutenção da diversidade em comunidades vegetais, possibilitando que espécies coexistam mesmo em cenários de intensa competição. Essas observações reforçam a necessidade de estudos futuros que explorem a inter-relação entre clonalidade e coexistência, contribuindo para um entendimento mais profundo da ecologia e evolução das plantas.

Referências

AMANO, R. *et al.* Molecular Basis for Natural Vegetative Propagation via Regeneration in North American Lake Cress, *Rorippa aquatica* (Brassicaceae). **Plant and Cell Physiology**, v. 61, n. 2, fev. 2020, p. 353–369. Disponível: <https://doi.org/10.1093/pcp/pcz202>. Acesso em: 23 jan. 2024.

BEVER, J.D. Soil community feedback and the coexistence of competitors: conceptual frameworks and empirical tests. **New Phytol.** 157, 465–473. 2003.

BEVER, J.D., MANGAN, S.A., ALEXANDER, H.M. Maintenance of plant species diversity by pathogens. *Ann. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 46, 305–325. 2015.

BOLKER, B.J., PACALA, S.W., NEUHAUSER, C. Spatial dynamics in model plant communities: what do we really know? **Am. Nat.** 162, 135–148. 2003.

BITTEBIERE, A.-K., BENOT, M.-L., MONY, C. Clonality as a key but overlooked driver of biotic interactions in plants. *Perspect. Plant Ecol. Evol. Syst.* 43, 125510. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2020.125510>. Acesso em: 24 jan. 2024.

BIERNASKIE, J. M. Evidence for competition and cooperation among climbing plants. **Proc. R. Soc. B** 278, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1098/rspb.2010.1771>. Acesso em: 23 jan. 2024.

COELHO, C. P.; BARBOSA, A. A. A. Biologia reprodutiva de *Psychotria poeppigiana* Mull. Arg. (Rubiaceae) em mata de galeria. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, n. 3. pp. 481-489. 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062004000300008>. Acesso em: 23 set. 2022.

DEL TREDICI, P. The buried seeds of *Comptonia peregrina*, the sweet fern. **Bull. Torrey Bot. Club**, v. 104, p. 270–275. 1977.

EHLERS, BK, DAMGAARD, CF, LAROCHE, F. Intraspecific genetic variation and species coexistence in plant communities. **Biol. Lett.** 12: 20150853. 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2015.0853>. Acesso em: 23 set. 2024.

EILTS, J.A. *et al.* Resource heterogeneity, soil fertility, and species diversity: effects of clonal species on plant communities. **Am. Nat.** 177, 574–588. 2011.

FLINN, M. A.; WEIN, R. W. Depth of underground plant organs and theoretical survival during fire. **Canadian Journal of Botany**, v. 55, p. 2550-2554. 1977.

FRANKLIN, S. *et al.* Next-gen plant clonal ecology. **Perspectives in Plant Ecology**, Evolution and Systematics, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2021.125601>. Acesso em: 23 de jan. 2024.

GIGON, A., LEUTERT, A. The dynamic keyhole-key model of coexistence to explain diversity of plants in limestone and other grasslands. **J.Veg. Sci.** 7, 29–40. 1996.

GOUGH, L. *et al.* Incorporating clonal growth form clarifies the role of plant height in response to nitrogen addition. **Oecologia** 169, 1053–1062. 2012.

HALL, I. V.; AALDERS, L.; EVERETT, C. F. The biology of Canadian weeds: *Comptonia peregrina* (L.) Coult. *Can. J. Plant Sci.*, v. 56, p. 147–156. 1976.

KLIMEŠ, L. Small- scale plant mobility in a species- rich grassland. **J. Veg. Sci.** 10, 209–218. 1999.

LENSSSEN, J.M.P. *et al.* Experimental ramet aggregation in the clonal plant *Agrostis stolonifera* reduces its competitive ability. **Ecology**, 86, 1358–1365. 2005.

Martínková, J. *et al.* Response of clonal versus nonclonal herbs to disturbance: different strategies revealed. *Perspect. Plant Ecol. Evol. Syst.* 44, 125529. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2020.125529>. Acesso em 23 jan. 2024.

MOLOFSKY, J. *et al.* Negative frequency dependence and the importance of spatial scale. **Ecology** 83, 21–27. 2002.

MURPHY G.P, DUDLEY S.A. Kin recognition; competition and cooperation in Impatiens (Balsaminaceae). **Am. J. Bot.** 96, 1990–1996. (doi:10.3732/ajb.0900006). 2009.

OBORNY, B., BARTHA, S. **Clonality in plant communities: an overview.** In: Oborny, B., Podani, J. (Eds.), Clonality in Plant Communities. Special Features in Vegetation Science 11. Opulus Press, Uppsala, pp. 115–127. 1995.

SAMMUL, M., KULL, K., TAMM, A. Clonal growth in a species-rich grassland: Results of a 20-year fertilization experiment. **Folia Geobot.** 38, 1–20. 2003.

SCHMID, B., HARPER, J.L., 1985. Clonal growth in grassland perennials: I. Density and pattern-dependent competition between plants with different growth forms. **J. Ecol.** 73, 793–808.

SOUZA, M. M. *et al.* Reproductive studies on ipecac (*Cephaelis ipecacuanha* (Brot.) A. Rich; Rubiaceae): meiotic behavior and pollen viability. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 1, pp. 151-159, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1519-69842006000100019>. Acesso em: 27 set. 2022.

SILVA, M. L. da. *et al.* Morfoanatomia dos sistemas gemíferos de poaia (*Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L. Andersson) -Rubiaceae / Morphoanatomy of Shoot-Bud Forming Root Systems of Poaia (*Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L. Andersson) – *Rubiaceae Rev. Fitos*; 9(1): 9-17, 2015.jan-mar.

SILVA, C. A. *et al.* Reproductive success and genetic diversity of *Psychotria hastisepala* (Rubiaceae), in fragmented Atlantic forest, Southeastern Brazil. **Rev. biol. trop, San José**, v. 62, n. 1, p. 369-380, Mar. 2014. Disponível em: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442014000200028&lng=en&nrm=iso. Acesso em 23 jan. 2024.

SOUZA, M. M. *et al.* Reproductive studies in ipecac (*Psychotria ipecacuanha* (Brot.) stockes; Rubiaceae): pollen development and morphology. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 51, n. 5, pp. 981-989. 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-89132008000500015>. Acesso em: 27 set. 2022.

STOLL, P., PRATI, D., Intraspecific aggregation alters competitive interactions in experimental plant communities. **Ecology** 82, 319–327. 2001.

SVENSSON, B.M., RYDIN, H., CARLSSON, B.A., 2013. Clonality in the plant community. In: van der Maarel, E., Franklin, J. (Eds.), **Vegetation Ecology**. Wiley-Blackwell, pp. 141–163.

TAMM, A., KULL, K., SAMMUL, M., Classifying clonal growth forms based on vegetative mobility and ramet longevity: a whole community analysis. **Evol. Ecol.** 15, 383–401. 2002.

VOJTK’O, A.E. *et al.* Clonal vs leaf-height-seed (LHS) traits: which are filtered more strongly across habitats? **Folia Geobot.** 52, 269–281. 2017.

ZOBEL, M., MOORA, M., HERBEN, T. Clonal mobility and its implications for spatiotemporal patterns of plant communities: what do we need to know next? **Oikos**. 119, 802–806. 2010.

Agradecimentos

À FAPES pela bolsa de estudos concedida e financiamento, à CAPES e ao CNPq pelo financiamento e aos laboratórios de botânica – LABOT e Bioquímica e Biologia Molecular – BQMOL da UFES pelo apoio e concessão de espaço para pesquisa.