

JULIANA SCHAEFER
ILSI IOB BOLDRINI (ORIENTADORA)
NATALY O'LEARY (CO-ORIENTADORA)

**O CLADO *LIPPIA/ LANTANA L.* (LANTANEAE-VERBENACEAE) NA
AMÉRICA DO SUL**

Porto Alegre
2018

RESUMO

Apesar do elevado avanço nos estudos em Verbenaceae nas últimas décadas a delimitação do clado *Lippia/Lantana* continua sendo um grande desafio. O gênero *Lantana* L. (Verbenaceae) compreende cerca de 150 espécies, ao passo que *Lippia* L. possui aproximadamente 120 espécies. Ambos possuem os centros de diversidade situados na América do Sul. A utilização do fruto como caráter para segregar *Lantana* de *Lippia* vem acarretando em diversos erros de identificação ou determinações pouco precisas ao nível genérico e específico. A incoerência taxonômica gerada pela falta de características diagnósticas e pela inflação taxonômica tem mascarado a riqueza específica do clado, bem como o real status de conservação desse taxa. Apesar de esse número ser bastante controverso 30 espécies sul- americanas de *Lantana* são citadas, e 14 de *Lippia* sect. *Dioicolippia*. Desta forma o presente estudo propõe realizar o estudo taxonômico das espécies de *Lantana* L. na América do Sul, bem como o estudo filogenético da seção *Dioicolippia*. O estudo será realizado através de expedições de coleta, revisões de exsicatas em herbários da América do Sul, bem como consultas em bibliografias especializadas. Para as análises filogenéticas primers universais serão usados, e as novas sequências serão inseridas em árvore já existente. Através da presente proposta buscamos trazer novos *insight* sobre o posicionamento filogenético das espécies sul-americanas *Lippia* sect. *Dioicolippia*, bem como distribuição geográfica das espécies, avaliando o status de ameaça contribuindo para das medidas de conservação das espécies, em especial dos táxons ameaçados e pouco coletados.

Palavras-chave: *Lippia*, inflação taxonômica.

INTRODUÇÃO

Verbenaceae pertence à Ordem Lamiales, composta por 35 gêneros e cerca de 1000 espécies (Atkins 2004). Está predominantemente associada a regiões tropicais, subtropicais e temperadas do Hemisfério Sul, com algumas espécies nas zonas temperadas do Hemisfério Norte (Melo *et al.* 2010).

Desde as primeiras obras do século XIX a morfologia do fruto foi utilizada para distinguir *Lantana* dos gêneros morfologicamente semelhantes, como é o caso de *Lippia*, *Aloysia* Palau e *Phylla* Lour. A utilização do fruto seco *versus* carnosos (Schauer 1847, 1851; Benth, 1876; Briquet 1904), ou o número de pirênios (Chamisso 1832) para delimitar especialmente *Lantana* e *Lippia* apresentou divergências entre diferentes autores. A aplicação de diferentes características na circunscrição dos gêneros acarretou em uma instabilidade nomenclatural, e conseqüentemente em inflação taxonômica. Assim, comumente são encontradas espécies de *Lantana* que foram descritas como *Lippia*, e vice-versa, sendo comum a transferência de espécies de um gênero para o outro (Silva & Salimena, 2002; Salimena & Múlgura 2015).

Após vários rearranjos, uma análise baseada em caracteres morfológicos vegetativos e florais foi utilizada para recircunscrever *Lantana* (Silva 1999) transferindo a seção *Sarcolippia* para *Lippia*. Como resultado, o número de pirênios foi reestabelecido como característica diagnóstica. Essa inconsistência taxonômica constitui um obstáculo não só à conservação das espécies (Pillon & Chase, 2006), mas também para as demais áreas do conhecimento.

O CLADO *LIPPIA/LANTANA*

Com o advento da biologia molecular dados moleculares evidenciaram a homoplasia do fruto, bem como o não monofiletismo tanto de *Lippia* quanto de *Lantana* (Lu-Irving & Olmstead 2013). Os gêneros *Lippia/Lantana* formam um clado, e dispõem cerca de 80% das espécies da tribo Lantaneae. Morfologicamente são caracterizados pela presença de cálice bilobado (O’Leary *et al.* 2012). Além disso, estudos recentes constataram que o clado *Lippia/Lantana* é um grupo fortemente suportado incluindo *Phylla*, *Nashia* Mill, bem como três espécies mexicanas de *Aloysia* e *Acantholippia seriphioides* (A. Gray) Moldenke (O’Leary *et al.* 2016). Dados ainda não publicados determinaram que as espécies de *Lippia* distribuíram-se ao longo do clado

Lippia/Lantana e formaram um *background* do qual *Nashia inaguensis* Millsp, *Burroughsia fastigiata*, *Phyla nodiflora*, *Aloysia barbata*, e dois clados de *Lantana* são derivados (*com. pess* Olmstead 2017). Assim, como já sugerido por Lu-Irving & Olmstead (2013) esses gêneros deverão ser recircunscritos, admitindo um único gênero, ou fragmentando-os em vários.

A América do Sul detêm a maior diversidade dos gêneros pertencentes ao clado *Lippia/Lantana*. Por conta disso, pesquisadores de Verbenaceae vêm desenvolvendo trabalhos taxonômicos associados a estudos filogenéticos no intuito de compreender esse clado. Os gêneros *Phyla* (O’Leary & Múlgura 2012) e *Aloysia* (O’Leary 2016) já foram contemplados com tratamentos taxonômicos recentes. A circunscrição de *Aloysia* foi ampliada através da inclusão de gêneros como *Acantholippia* e *Xeroaloyisia*, corroborando os dados moleculares (Lu-Irving 2014).

Atualmente a taxonomia de *Lantana* e *Lippia* constitui o principal desafio em Verbenaceae, visto que os demais gêneros já foram contemplados em revisões recentes para a América do Sul, ou possuem trabalhos em andamento. *Lippia* não possui uma revisão completa, mas existem trabalhos de taxonomia clássica sendo desenvolvidos por pesquisadoras ativas, como Fátima Salimena e Maria Ema Múlgura. No entanto, carece de informações provenientes de dados moleculares, ecológicos, citogenéticos, dentre tantos outros.

LIPPIA L.

Lippia é um gênero com 120 espécies (Marx *et al.* 2010) amplamente distribuído na América tropical e subtropical (Moldenke 1965). O México e o Brasil são considerados os principais centros de diversidade, porém algumas espécies são endêmicas da África (Salimena 2000). O gênero foi segregado em sete seções (Troncoso 1974) até a recircunscrição de *Lantana*. Após a proposta de Chamisso (1832) ser reestabelecida (Silva 1999), a seção *Sarcolippia* foi transferida para o gênero *Lippia* (Silva & Salimena 2002). Atualmente são admitidas oito seções para o gênero *Lippia*.

A seção *Dioicolippia* é caracterizada pela dioicia e possui uma distribuição restrita ao sul da América do Sul. Foram catalogadas 14 espécies que ocorrem desde o sul do Brasil, Uruguai, Argentina, Paraguai até a Bolívia (Múlgura 2000). A dioicia já havia sido relatada para a família e Troncoso citou pela primeira vez, em 1964, para

Lippia. Em trabalhos filo e citogenéticos as espécies desta seção estão subamostradas, uma vez que são pouco frequentes e ocorrem mais ao sul da América do Sul.

LANTANA L.

O gênero *Lantana* tem sido revisado somente em trabalhos florísticos, catálogos regionais e floras para a Argentina, Bolívia, Equador, Paraguai e Peru. Estudos taxonômicos foram desenvolvidos apenas para o Brasil (Silva 1999). Para a América do Norte e Mesoamérica existem tratamentos de *Lantana* como: Howard (1989), López-Palacios (1977) e Sanders (1987, 2006). Apesar da inconstância na circunscrição de diversas espécies estima-se que ocorram cerca 30 espécies de *Lantana* para a América do Sul (*com. pess.* 2017). No entanto, devido às delimitações distintas adotadas por cada autor, o número específico pode variar de acordo com a literatura seguida.

Investir em trabalhos quando não conhecemos as espécies com as quais estamos trabalhando pode ser uma prática um tanto quanto perigosa. De acordo com Ahmad *et al.* (2010), um dos maiores problemas na fabricação de fármacos a partir de estratos vegetais, em países como o Paquistão, é adulteração e identificação incorreta das espécies. Indexar dados fitoquímicos ou ecológicos, por exemplo, a uma espécie identificada erroneamente pode desencadear os chamados erros em cascata.

Muitas espécies pertencentes aos gêneros *Lippia* e *Lantana* destacam-se por suas potencialidades medicinais e econômicas como plantas ornamentais, ou invasoras de cultura (Sanders 2006). *Lantana camara* L., por exemplo, foi considerada uma espécie facilmente reconhecida, entretanto, alguns problemas foram apontados por Sanders (2006). Lantanas são propensas a sofrer poliploidia nos Neotrópicos, causando uma justaposição de táxons nativos e cultivados, resultando em uma variação morfológica complexa. De acordo com Maschinski (2010), administradores de terras têm dificuldade para distinguir indivíduos raros de híbridos introduzidos, e por vezes a eliminação desses táxons invasores é interrompida por conta da dificuldade de identificação. Desta forma, a conservação dos táxons raros tem sido afetada.

OBJETIVO GERAL

Efetuar o primeiro tratamento taxonômico clássico de *Lantana* para a América do Sul, bem como realizar análises filogenéticas de *Lippia* sect. *Dioicolippia*. Com base

nestas informações e juntamente com os dados disponíveis proveniente de outros trabalhos, pretende-se estabelecer os limites das espécies, e inferir o posicionamento filogenético da seção *Dioicolippia*.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

(I) Reunir dados sobre a distribuição, morfologia e ecologia das espécies envolvidas.

(II) Através de expedições de campo e revisões de herbário, elaborar um estudo taxonômico com descrições, chaves dicotômicas, ilustrações e/ou fotos.

(III) Com material coletado em campo e armazenado em sílica gel, montar o banco de DNA das espécies de *Lantana* para análises posteriores.

(IV) Testar o monofiletismo de *Lippia* sect. *Dioicolippia*.

(V) Avaliar o estado de conservação dos táxons estudados.

(VI) Desenvolver trabalhos de divulgação científica em escolas de ensino fundamental da rede pública de ensino.

HIPÓTESES

Acredita-se que muitas sinonimizicações (entre outras alterações nomenclaturais) serão realizadas, visto que muitos dos táxons estudados são extremamente semelhantes e que as diferenças apresentadas não sejam suficientes para sustentar algumas espécies. Muitas tipificações serão realizadas, pois muitas espécies possuem seu material *typus* perdido. Novas espécies serão descritas. Provavelmente muitos dos táxons sejam enquadrados em algum grau de ameaça, segundo as recomendações da IUCN. Acredita-se que *Lippia* sect. *Dioicolippia* seja monofilético.

JUSTIFICATIVA

Atualmente o descobrimento e o mapeamento da biodiversidade estão limitados, em parte pelo grande número de identificações incorretas, e/ou na escassez de determinações precisas. Apesar de várias revisões recentes enfatizarem o papel fundamental que a taxonomia exerce na conservação, relatórios de política científica atentam para o pouco investimento nessa área.

Estudos taxonômicos norteados por limites políticos tem dificultado o entendimento das espécies pertencentes ao clado, pois podem ou não denotar alguma informação biogeográfica (Lu-Irving & Olmstead 2013). A falta de características diagnósticas, inflação taxonômica, e o regionalismo dos trabalhos resultaram em uma grande incoerência na taxonomia do grupo.

O Brasil é o único país que possui um tratamento taxonômico para o gênero, porém nunca foi publicado na forma de artigo, dificultando o acesso às chaves e às descrições. Assim, espécies de *Lantana* raramente figuram entre as Listas de Espécies Ameaçadas de Extinção, reflexo de dados defasados ou faltantes que impossibilitam a análise do status de ameaça desses táxons.

As análises filogenéticas da seção *Lippia* sect *Dioicolippia* serão inéditas, uma vez que foram amostradas apenas duas espécies nas filogenias já realizadas. Testar o monofiletismo desta seção poderá trazer *insights* sobre a evolução da dioícia em *Lippia*, e em Verbenaceae. Os dados moleculares poderão se mostrar ferramentas úteis na delimitação de alguns táxons cuja delimitação é duvidosa. As espécies dioicas são em grande parte restritas a ambientes muito específicos, formando populações pequenas e esparsas. O tratamento taxonômico do gênero *Lantana* para a América do Sul consiste em um trabalho inédito, e fundamental ao entendimento e ao desenvolvimento de novas pesquisas acerca do clado *Lippia/Lantana*.

Somente após estudos robustos de taxonomia clássica, associada a análises filogenéticas, as espécies pertencentes ao clado *Lippia/Lantana* poderão ser melhor delimitadas. Sem essa etapa é impossível assegurar o status de conservação desses táxons. Como já afirmado por Greuter *et al.* (2000), nomear é documentar a biodiversidade, a fim de enfrentar desafios globais, mediante a compreensão da diversidade e dos recursos genéticos da Terra.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo

A delimitação da área de estudo representa um papel fundamental no desenvolvimento desse estudo. A fragmentação causada pelos estudos taxonômicos limitados pelas fronteiras políticas tem corroborado na inflação taxonômica. Por isso, nosso estudo compreende os 12 países da América do Sul. A maioria das espécies

pertencentes ao clado *Lippia/Lantana* são sul-americanas, cujos centros de diversidade estão situados no Brasil, norte da Argentina e Bolívia. Apesar de o gênero ter sido contemplado em floras de alguns países, a proposta da presente estudo é inédita pela área de estudo abrangente, a qual poderá trazer respostas condizentes com a biogeografia do grupo.

Coleta de Dados

Os dados referentes às espécies e suas respectivas ocorrências serão buscados através de pesquisas bibliográficas, consultas a herbários e expedições de campo para coleta de material botânico, tanto para registro em herbário quanto para extração de material para análises genéticas. Serão visitados ou solicitados materiais dos principais herbários nacionais: BHCB, CEN, CGMS, CNMT, COR, EAFM, ESA, HAMAB, HAS, HB, HBR, HF, HFSL, HPL, HUEFS, IAN, INPA, MBM, MG, MIRR, PA, R, RB, RON, SP, SPF, UB, UFACPZ, UFMT, e internacionais: CTES, BA, SI, LPC, MVM, MVFA, MVFQ, LPB, VALLE, SQF; JBN, CUSF, QCNE, USM; HOXA, SCP, FCQ, PY, AS, HGV, MY.

Tratamento Taxonômico

A identificação do material botânico será realizada através da consulta dos exemplares *typus* e *Opera princeps*, bem como a comparação de exsicatas identificadas por especialistas. A descrição das espécies, chave de identificação e as ilustrações serão elaboradas com base nos caracteres morfológicos vegetativos e reprodutivos de espécimes coletados, assim como em exsicatas selecionadas. Após o término das análises e descrições morfológicas os materiais serão incorporados a acervos.

Análises do Estado de Conservação

A análise das espécies ameaçadas de extinção será baseada nos critérios e parâmetros propostos pela IUCN (2016). Para tal, o presente estudo fornecerá subsídios para avaliar os critérios B e D, sendo que o primeiro consiste em analisar a distribuição geográfica na forma da extensão e da presença e/ ou área de ocupação. Já, o segundo

visa avaliar o grau de ameaça da espécie considerando se a população é pequena ou restringida a um determinado local.

EXTRAÇÕES, SEQUENCIAMENTO E ALINHAMENTO DO DNA

Serão amostradas nas análises moleculares as 14 espécies de *Lippia* seção *Dioicolippia* ou o maior número de espécies possível, de acordo com a disponibilidade de material. Como grupo externo serão utilizadas espécies de *Lippia* de outras seções e do gênero *Lantana* sequenciadas com os mesmos marcadores que serão utilizados neste estudo (Lu-Irving & Olmstead 2012) disponíveis no GenBank.

O DNA será extraído a partir do tecido de folhas secas coletadas em campo e armazenado em sílica gel. Quando não for possível obter o material vegetal fresco para a extração, espécimes de herbário terão seu material extraído mediante autorização, e de acordo com o estado de conservação do material. As extrações seguirão o método CTAB (Doyle & Doyle 1987) com modificações.

Primers serão usados para amplificar e sequenciar os espaçadores intergênicos do genoma plastidial *trnT-L* (Taberlet *et al.* 1991), *rpl32-trnL* (Shaw *et al.* 2007) e *trnQ-rps16* (Shaw *et al.* 2007) e o espaçador externo transcrito (ETS) do DNA ribossomal nuclear. As reações de PCR serão realizadas em termocicladores seguindo as condições de amplificação destes marcadores otimizadas para amostras da tribo Lantaneae segundo Lu-Irving & Olmstead (2012).

A amplificação dos produtos de PCR será conferida em gel de agarose 1% e as amostras serão enviadas para sequenciamento em empresa terceirizada (Macrogen Inc., Coréia do Sul).

Análises Filogenéticas

O conjunto de dados será composto pelas sequências obtidas neste estudo e sequências dos mesmos marcadores existentes para a tribo Lantaneae disponíveis no GenBank obtidas em um estudo molecular de Lu-Irving & Olmstead (2012).

As sequências serão alinhadas usando o MAFFT ver. 6 online (Kato *et al.* 2002) com ajustes manuais quando necessário. Os alinhamentos para as sequências dos marcadores de cloroplasto (*trnT-L*, *rpl32-trnL*, *trnQ-rps16*) serão concatenados e o

alinhamento da região ETS será tratado separadamente. Os modelos de substituição nucleotídicas de cada região serão selecionados no programa jModeltest 0.1 (Posada 2008). Reconstruções filogenéticas serão realizados usando Inferência Bayesiana no MrBayes 3.2.6 (Ronquist *et al.* 2012) e Máxima Verossimilhança no RAxML 8.2.9 (Stamatakis 2014).

Na análise Bayesiana serão realizadas duas corridas independentes, cada corrida consistindo em quatro cadeias de Markov-Monte Carlo com 1 milhão de gerações com árvores amostrando cada 1000 gerações.

As análises de Máxima Verossimilhança serão conduzidas com a sustentação dos ramos acessada via *fast-bootstrap* (-f a) utilizando 1,000 pseudo-réplicas de *bootstrap* não paramétrico.

RESULTADOS ESPERADOS

Através deste estudo espera-se delimitar as espécies de *Lantana* ocorrentes na América do Sul, e fornecer subsídios para a identificação ao nível específico desses táxons. Para tal, acredita-se que serão necessárias tipificações, sinonimizagens e descrições de novas espécies.

Após a análise morfológica mais acurada de *Lantana*, novos caracteres diagnósticos poderão ser detectados. Também, espera-se contabilizar o grande número de espécies identificadas erroneamente, a fim de discutir a importância da taxonomia clássica, bem como dos caracteres diagnósticos morfológicos na influência da conservação dos táxons envolvidos, sejam eles potenciais medicinais ou não. E por fim, através de análises filogenéticas espera-se conseguir novos *insights* sobre a evolução da dioícia em Verbenaceae, e grupos monofiléticos no clado *Lippia/Lantana*.

O tratamento taxonômico de *Lantana*, e o estudo filogenético de *Lippia* sect *Dioicolippia* constituem etapas fundamentais para a compreensão do clado *Lippia/Lantana*. Esse estudo viabilizará a interpretação da futura filogenia do clado, que provavelmente recircunscreverá o gênero mais numeroso de Verbenaceae. Acreditamos que os resultados poderão ser publicados em revistas de alto impacto como: *Annals of the Missouri Botanical Garden*, *Systematic Botany*, *Taxon*, *Journal for Nature Conservation*, *American Journal of Botany* e *Botanical Journal of The Linnean Society*.

Além dos artigos científicos, o projeto pretende desenvolver trabalhos de divulgação científica em escolas de ensino fundamental da rede pública de ensino. A aluna pretende dar continuidade às atividades que já desenvolve no Projeto Cambia, o qual foi inspirado no “Echanges Phocéens da França”. Trabalhamos conceitos básicos de botânica relacionando-os com plantas presentes no cotidiano dos alunos. As lantanas são utilizadas na ornamentação urbana, e através desses exemplos poderemos aplicar conceitos de plantas exóticas, nativas, e seus respectivos impactos nos ambientes. Além de ensinar a importância de saber identificar uma espécie, diferenciando-a de outras, e de conhecer as suas mais diversas aplicações. Acreditamos que “É preciso aumentar o interesse das crianças pelas ciências, despertar a curiosidade delas, estimular jovens cientistas e incentivar a reflexão dos estudantes da educação básica (relato da professora Zélia Maria Ludwig, física UFJF)”.

CRONOGRAMA

Ano	2019	2020	2021	2022
Atividade				I
s / Semestre	II	I I	I I	I
Revisão de Literatura	X	X	X	X
Revisão de herbários	X			
Excursões de coleta	X			
Doutorado sanduíche			X	
Extração de DNA			X	
Sequenciamento de DNA				X
Análise de dados				X
Redação de Artigos		X	X	X
Defesa da Tese				X

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmad, M.; Khan, M.A.; Zafar, M.; Arshad, M.; Sultana, S.; Abbasi, B.H. & Din, S.U. 2010. Use of chemotaxonomic markers for misidentified medicinal plants used in traditional medicines. *Journal of Medicinal Plants Research*. 4: 1244-1252.
- Atkins, S. 2004. Verbenaceae. In: Kadereit, J.W. (ed.). *The families and genera of flowering plants*, v. 7. Berlin: Springer-Verlag, 449-468.
- Barros, L.M. 2016. Constituintes químicos e propriedades bioativas de *Lantana montevidensis* (Spreng.) Briq. e *Lantana camara* L. (Verbenaceae) evidências para o uso farmacológico. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências Biológicas: Bioquímica Toxicológica. Universidade Federal de Santa Maria. 89 p.
- Bentham, G. 1876. Verbenaceae. In: Bentham, G. & Hooker, J.D. *Genera Plantarum*. L. Reeve & Co.: London, 2: 1131-1160.
- Briquet, J. 1895. Verbenaceae. In: Engler, A. & Prantl, K. *Die natürlichen Pflanzenfamilien*. Wilhelm-Engelmann: Leipzig, 4. 3a: 132-182.
- Chamisso, A. 1832. De plantis in Expeditione Romanzoffiana observatis dicunt. Verbenaceae. *Linnaea* 7: 105-128; 213-272.
- Doyle, J.J. & Doyle, L. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical Bulletin*, Botanical Society of America. 19: 11-15.
- Endicler, S.L. 1838. Verbenaceae. *Genera Plantarum Secundum Ordines Naturales Disposita*. Fr. Beck: Vienna, 1: 632-639.
- Greuter, W.; McNeill, J.; Barrie, F.R.; Burdet, H.M.; Demoulin, V.; Filgueiras, T.S.; Nicolson, D.H.; Silva, P.C.; Skog, J.E.; Trehane, P.; Turland, N.J. & Hawksworth, D.L. 2000. *International Code of Botanical Nomenclature* (Saint Louis Code) Adotado 26 Congresso Internacional de Botânica, Saint Louis, Missouri. Julho-Agosto, 1999. Koeltz Scientific Books, Kognigstein [Regnum Veg. 138].
- IUCN. 2016. Guidelines for Using the IUCN Red List – Categories and Criteria. Version 12. Prepared by the Standards and Petitions Subcommittee. Retrieved from <http://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf>
- Katoh, K.; Misawa, K.; Kuma, K. & Miyata, T. 2002. MAFFT: a novel method for rapid multiple sequence alignment based on fast Fourier transform. *Nucleic Acids Research* 30: 3059-3066.
- López-Palacios, S. 1977. *Flora de Venezuela: Verbenaceae*. Mérida: Universidade de los Andes. Facultad de Farmacia. 654 p.
- Lu-Irving, P. & Olmstead, R.G. 2013. Investigating the evolution of Lantaneae (Verbenaceae) using multiple loci. *Botanical Journal of the Linnean Society* 173: 103-119.
- Maschinski, J.; Sirkin, E. & Fant, J. 2010. Using genetic and morphological analysis to distinguish endangered taxa from their hybrids with the cultivated exotic pest plant *Lantana strigocamara* (syn: *Lantana camara*). *Conservation Genetics*. 11: 1607-1621.
- Marx, H.E.; O'Leary, N.; Yuan, Y.W.; Lu-Irving, P.; Tank, D.C.; Múlgura, M.E. & Olmstead, R.G. 2010. A molecular phylogeny and classification of Verbenaceae. *American Journal of Botany* 97(10): 1647-1663.
- Melo, J.I.M.; Alves, I.M.; Sousa, R.T.M.; Barbosa, L.M.M. & Andrade, W.M. 2010. Verbenaceae *sensu lato* em um trecho da Esec Raso da Catarina, Bahia, Brasil. *Revista Caatinga*. 23(3): 41-47.
- Moldenke, H. 1965. Materials toward a monograph of the genus *Lippia* I. *Phytologia* 12: 174.
- Múlgura, M.E. 2000. Las especies de *Lippia* sect. *Dioicolippia* Tronc. (Verbenaceae). *Candollea* 55: 227-254.
- O'Leary, N. & Múlgura, M.E. 2012. A taxonomic revision of the genus *Phyla* (Verbenaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 98 (4): 578-596.

- O'Leary, N.; Calviño, C.I.; Martínez, S.; Lu-Irving, P.; Olmstead, R.G. & Múlgura, M. 2012. Evolution of morphological traits in Verbenaceae. *American Journal of Botany* 99 (11): 1778-1792.
- O'Leary, N.; Lu-Irving, P. & Siedo, P.M.S. 2016. Taxonomic Revision of *Aloysia* (Verbenaceae, Lantaneae) in South America. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 101(3): 568-609.
- Pillon, Y. & Chase, M.W. 2007. Taxonomic exaggeration and its effects on orchid conservation. *Conservation Biology*. 21: 1263-265.
- Posada, D. 2008. jModelTest: phylogenetic model averaging. *Molecular Biology and Evolution*. 25: 1253-1256.
- Ronquist, F.; Teslenko, M.; Van Der Mark, P.; Ayres, D.L.; Darling, A.; Höhna, S.; Larget, B.; Liu, L.; Suchard, M.A. & Huelsenbeck, J. 2012. MrBayes 3.2: efficient Bayesian phylogenetic inference and model choice across a large model space. *Systematic Biology* 61: 539-542.
- Salimena, F.R.G. 2000. Revisão taxonômica de *Lippia* L. sect. *Rhodolippia* Schauer (Verbenaceae). *Tese de Doutorado*. 209 p.
- Salimena, F.R. & Múlgura, M.E. 2015. Notas taxonômicas em Verbenaceae do Brasil. *Rodriguésia* 66 (1): 191-197.
- Sanders, R.W. 1987. Taxonomic significance of chromosome observations in Caribbean species of *Lantana* (Verbenaceae). *American Journal of Botany* 74: 914-920.
- Sanders, R.W. 2001. The genera of Verbenaceae in the Southeastern United States. *Harvard Papers in Botany* 5(2): 303-358.
- Sanders, R.W. 2006. Taxonomy of *Lantana* sect. *Lantana* (Verbenaceae): I. Correct application of *Lantana camara* and associated names. *Sida* 22: 381-421.
- Silva, T.R.S. 1999. Redelimitação e revisão do gênero *Lantana* L. (Verbenaceae) no Brasil. [Tese de Doutorado]. Universidade de São Paulo, São Paulo. 175 p.
- Silva, T.R.S. & Salimena, F.R.G. 2002. Novas combinações e novos sinônimos em *Lippia* e *Lantana* (Verbenaceae). *Darwiniana* 40(1-2): 57-59.
- Schauer, J.C. 1847. Verbenaceae. In: De Candolle, A. *Prodromus Systematis Naturalis Regni Vegetabilis*. Victoris Masson: Paris, 11: 522-700.
- Stamatakis, A. 2014. RAxML Version 8: A tool for Phylogenetic Analysis and Post-Analysis of Large Phylogenies. *Bioinformatics* 30: 1312-1313.
- Schaefer, J.S. & Boldrini, I.I. 2018. O gênero *Lippia* L. (Lantaneae-Verbenaceae) no estado do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado. UFRGS.
- Shaw, J.; Lickey E.B.; Schilling, E.E. & Small, R.L. 2007. Comparison of whole chloroplast genome sequences to choose noncoding regions for phylogenetic studies in Angiosperms: the Tortoise and the Hare III. *American Journal of Botany* 94: 275-288.
- Taberlet, P.; Gielly, L.; Pautu, G. & Bouvet, J. 1991. Universal primers for amplification of three non-coding regions of chloroplast DNA. *Plant Molecular Biology* 17: 1105-1109.
- Troncoso, N.S. 1974. Los géneros de verbenáceas de Sudamérica extratropical. *Darwiniana* 18(3-4): 295-412.

