

RESSALVA

Atendendo solicitação da autora, o texto completo desta tese será disponibilizado somente a partir de 27/07/2024.

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(BIOLOGIA VEGETAL)**

**ANÁLISE FILOGENÉTICA, MORFOMETRIA E REVISÃO TAXONÔMICA EM
ANTHURIUM SECT. *UROSPADIX* ENGL. EMEND. TEMPONI, NADRUZ, CROAT
& CARLSEN (ARACEAE)**

JANAINE KUNRATH HAMMES

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(BIOLOGIA VEGETAL)**

**ANÁLISE FILOGENÉTICA, MORFOMETRIA E REVISÃO TAXONÔMICA EM
ANTHURIUM SECT. *UROSPADIX* ENGL. EMEND. TEMPONI, NADRUZ, CROAT &
CARLSEN (ARACEAE)**

JANAINE KUNRATH HAMMES

Tese apresentada ao Instituto de Biociências do Câmpus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas (Biologia Vegetal).

Orientador: Dr. Julio Antonio Lombardi

Co-orientadora: Dra. Lívia Godinho Temponi

**Rio Claro – SP
2022**

H224a	<p>Hammes, Janaine Kunrath</p> <p>Análise filogenética, morfometria e revisão taxonômica em <i>Anthurium</i> sect. <i>Urospadix</i> Engl. emend. Temponi, Nadruz, Croat & Carlsen (Araceae) / Janaine Kunrath Hammes. -- Rio Claro, 2022</p> <p>116 p. : il., tabs., fotos, mapas</p> <p>Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Rio Claro</p> <p>Orientador: Julio Antonio Lombardi</p> <p>Coorientadora: Livia Godinho Temponi</p> <p>1. Filogenia. 2. Mata Atlântica. 3. matriz morfológica. 4. sistemática. I. Título.</p>
-------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: **ANÁLISE FILOGENÉTICA, MORFOMETRIA E REVISÃO TAXONÔMICA EM ANTHURIUM SECT. UROSPADIX ENGL. EMEND. TEMPONI, NADRUZ, CROAT & CARLSEN (ARACEAE)**

AUTORA: JANAINÉ KUNRATH HAMMES

ORIENTADOR: JULIO ANTONIO LOMBARDI

COORIENTADORA: LÍVIA GODINHO TEMPONI

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (BIOLOGIA VEGETAL), área: Biologia Vegetal pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. JULIO ANTONIO LOMBARDI (Participação Virtual)
Departamento de Biodiversidade / UNESP Instituto de Biociências de Rio Claro SP

Prof^ª. Dr^ª. CÁSSIA MÔNICA SAKURAGUI (Participação Virtual)
Instituto de Biologia. / Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof^ª. Dr^ª. LUANA SILVA BRAUCKS CALAZANS (Participação Virtual)
Departamento de Biologia. / Universidade Federal do Espírito Santo - Centro de Ciências Humanas e Naturais

Prof. Dr. ERIC DE CAMARGO SMIDT (Participação Virtual)
Laboratório de Sistemática e Ecologia Molecular de Plantas / Universidade Federal do Paraná

Prof. Dr. MARCUS ALBERTO NADRUZ COELHO (Participação Virtual)
Diretoria de Pesquisa / Instituto de Pesquisa do Jardim Botânico do Rio de Janeiro

Rio Claro, 27 de julho de 2022

Essa tese é dedica à Dra. Livia Godinho Temponi, professora e mestre, sempre mostrando os caminhos a seguir. Você foi peça importante para a execução e finalização, obrigada por tudo!

AGRADECIMENTOS

Agradecer, eu pensei muito nesse momento e em como escrever isso, tenho certeza que as palavras não serão suficientes para expressar o que eu sinto. O Doutorado me mudou, nesses quatro anos eu me tornei outra pessoa e cada um que passou pelo meu caminho pelo bem ou pelo mal fez parte disso, então eu agradeço.

Obrigada a Deus e ao Universo, por terem trilhado meu caminho até aqui. Obrigada a todos os meus ancestrais, a todas as mulheres da família que um dia tiveram que abrir mão de um estudo digno para servir suas famílias. Hoje eu honro todas vocês e mostro que é possível, estudar, trabalhar e ter uma família.

Mãe, temos nossas diferenças, mas eu sou grata pela mulher que você é e por quem eu me tornei, sem você e sua garra, não teria sido possível. Pai, você me deixou fisicamente tão cedo, e desde então eu tento preencher esse vazio, mas eu sei que espiritualmente você esteve comigo em todos os momentos. Amo vocês!

Eliane e Luciane, minhas irmãs, meus exemplos de vida, de mulher, de mãe e de professoras. Aos meus sobrinhos, Stéfani, Derek e Davi, nesses 4 anos eu tive que estar ausente diversas vezes, mas quando eu voltava, vocês que recarregavam minhas energias, eu amo vocês.

Marcos Vinicius, meu amor, você está comigo desde o começo, topou todas as minhas loucuras desde então, sempre confiou mais em mim do que eu mesma e sempre me deu forças para continuar. Amo Você.

As minhas amigas de Rio Claro, Ana Angélica, Mara e Giselle, vocês foram luz para mim naquela cidade escura e nossa amizade floresceu e está dando bons frutos, mesmo de longe sempre foram, colo, abrigo e palavra amiga, eu só tenho a agradecer por terem cruzado meu caminho. Amo vocês.

Esses 4 anos foram repletos de coletas e aventuras e quero agradecer a você Elmar, por ter topado ir em quase todas, foi meu parceiro de coleta, só você para andar 2km no sol e ainda manter o bom humor. Quero agradecer também ao Gabriel, Lázaro, Ana, Tereza, Cris e Cris Bordin, vocês toparam as aventuras de campo de estrada e de mar, obrigada!

Claro que não poderia faltar minhas meninas prediletas, Kami, Dani, Helu e Cris. Kami e Dani aguentam uma personalidade minha, ouvem todos os podcasts e ainda respondem. Kami e Helu aguentam a outra personalidade, mas ela também manda podcasts rrsrrsrs. Meninas, vocês me ensinaram e ensinam muito, obrigada por todas as nossas trocas. Cris, nossa mais nova mãe e mais um exemplo de vida pra mim, obrigada por dividir tanto e por estar sempre presente.

Fer, minha amiga de infância, o destino nos uniu novamente por um tempo, eu amava nossas caronas e amava que tínhamos esse tempo para conversar, acalmava meu coração, obrigada.

Eu não poderia deixar de agradecer a minha coorientadora, prof Lúvia, a quem essa tese é dedicada, você plantou a semente de *Anthurium* dentro de mim, e eu vou lembrar para sempre o dia que você me apresentou o grupo, colocou todas as cartas na mesa para eu saber onde estava me metendo. Você sempre lidou com carinho e com muita realidade sobre tudo, me ensinava e me mostrava o caminho, eu sou grata por você ter

sido minha coorientadora. Você é meu exemplo, se eu conseguir ser 10% do que você é como profissional e como pessoa eu já estou feliz.

Gostaria de agradecer também ao meu orientador, Julio Lombardi, obrigada por ter me levado para os campos, por ter tido paciência com as coletas repetitivas e os itinerários longos, obrigada por cada *Anthurium* que você encontrava e deixava no caminho para mim, obrigada pelos ensinamentos sobre outras famílias e pelos de vida.

Obrigada ao pesquisador Dr. Marcus Nadruz, que sempre esteve presente nesses 4 anos, pelas coletas, correções e orientações. Obrigada ao Dr. Simon Mayo e a Dra. Ivanilza Andrade, pela ajuda na morfometria e todos os ensinamentos. Obrigada também a Dra. Mónica Carlsen, que além de todo conhecimento transmitido, me acolheu em sua casa e em sua família, pelo tempo que estive no Missouri.

Agradeço ainda, as meninas da República Quebra Cadeira, que me acolheram em Rio Claro nesses quatro anos, o sofá já era meu quase por uso capião. Obrigada a toda equipe UNOP, vocês fazem meus dias especiais, são abrigo e conversa boa.

Obrigada a Unesp, a coordenação e a secretaria de Pós graduação, também aos SISBIO, SISGEN e a todos os parques que permitiram a entrada e a coleta e a todos os herbários que eu visitei. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, com bolsa de doutorado concedida e ao apoio Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Por fim, eu quero agradecer a Jana de 2018, que tomou a decisão de começar esse doutorado, se quebrou e se reergueu, a Jana de 2019 que fazia coletas quase todos os meses e que topou começar a dar aula, a Jana de 2020 com o ano todo planejado e que como todos teve que cancelar por uma pademia. A Jana de 2021 que aos poucos voltou a rotina de coletas e de aulas, vocês todas são quem eu sou hoje e eu só quero dizer que nós conseguimos, apesar de tudo e por tudo.

RESUMO

Araceae possui aproximadamente 3.400 espécies, distribuídas pelas Américas Tropical e do Norte. O gênero *Anthurium* Schott a é o maior da família, pertencente à subfamília Pothoideae, com 950 espécies e no Brasil é representado por 153 espécies, das quais 123 são endêmicas. É monofilético e reúne 19 seções, porém com muitas discordâncias nessas classificações infragenéricas, pois são baseadas geralmente em caracteres morfológicos foliares. Apenas cinco destas seções ocorrem no Brasil, das quais *Anthurium* sect. *Urospadix* Temponi, Nadruz, Croat & Carlsen se destaca por reunir a grande maioria das espécies endêmicas para o Brasil. Este trabalho propôs ampliar os estudos filogenéticos para essa seção de *Anthurium*, revisar taxonomicamente *A.* sect. *Urospadix* subsect. *Insculptinervia*, encontrar caracteres morfológicos para seu reconhecimento e realizar a morfometria do contorno foliar do complexo *Anthurium coriaceum* (Graham) G.Don, usando Análise Elíptica de Fourier. A análise filogenética baseada em caracteres morfológicos apresentou sinapomorfias e agrupou espécies que previamente já são conhecidas como seções ou subseções, o que demonstra que as características morfológicas e observadas *in situ*, auxiliam na delimitação dos grupos. Na revisão taxonômica de *Anthurium* sect. *Urospadix* subsect. *Insculptinervia*, a subseção foi ampliada de cinco para 15 espécies, endêmicas da Mata Atlântica, além disso a seção *Urospadix* bem como a subseção *Insculptinervia* foram tipificadas. Além destes resultados a morfometria do complexo *A. coriaceum* permitiu a resolução e sinonimização de *Anthurium vallidinervium* Engl. em *A. coriaceum* e consequentemente a sinonimização desta subseção monoespecífica. Os dados da morfometria demonstraram uma evidente diferenciação da forma foliar elíptica-ovada nas populações de Espírito Santo e Rio de Janeiro e obovada nas populações de São Paulo, Paraná e Santa Catarina.

Palavras chaves: Filogenia, Mata Atlântica, matriz morfológica, sistemática.

ABSTRACT

Araceae has approximately 3.400 species, distributed across Tropical and North America. The genus *Anthurium* Schott is the largest of the family, belonging to the subfamily Pothoideae with 950 species, and in Brazil, it is represented by 153 species, of which 123 are endemic. It is monophyletic and comprises 19 sections, but with many disagreements in these infrageneric classifications, as they are generally based on leaf morphological characters. Only five of these sections occur in Brazil, of which *Anthurium* sect. *Urospadix* Temponi, Nadruz, Croat & Carlsen stands out for comprising the vast majority of species endemic to Brazil. This research proposed to expand the phylogenetic studies for this section of *Anthurium*, taxonomically review *A.* sect. *Urospadix* subsect. *Insculptinervia*, find morphological characters for species recognition and perform morphometry of the leaf contour of the *Anthurium coriaceum* (Graham) G.Don complex, using the Fourier Elliptic Analysis. The phylogenetic analysis based on morphological characters showed synapomorphies and grouped species previously known as sections or subsections, which demonstrates that the morphological characteristics observed *in situ* help in the groups delimitations. The subsection *Anthurium* sect. *Urospadix* subsect. *Insculptinervia* was expanded from five to 15 species in the taxonomic review, all endemic to the Atlantic Forest. In addition, the *Urospadix* section, as well as the *Urospadix* subsection, were herein typified. The morphometry of the *A. coriaceum* complex allowed the resolution and synonymization of *Anthurium vallidinervium* Engl. in *A. coriaceum* and consequently the synonymization of this monospecific subsection. The morphometric data also showed an evident differentiation in leaf shape, elliptical-ovate in the Espírito Santo and Rio de Janeiro populations, and obovate in the São Paulo, Paraná, and Santa Catarina populations.

Keywords: Phylogeny, Atlantic Forest, Morphological Matrix, Systematics.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	10	
REFERÊNCIAS	13	
CAPÍTULO 1: Análise filogenética, em <i>Anthurium</i> sect. <i>Urospadix</i> Engl. emend. Temponi, Nadruz, Croat & Carlsen (2022). (Araceae)		14
Resumo	15	
Introdução.....	16	
Material e Métodos	18	
Resultados e discussão.....	25	
Considerações Finais	30	
Referências	31	
Anexo	35	
Figuras	36	
CAPÍTULO 2: Revisão taxonômica, em <i>Anthurium</i> sect. <i>Urospadix</i> subsect. <i>Urospadix</i> Hammes, Nadruz, Simon & Temponi (Araceae)		39
Resumo	40	
Introdução.....	41	
Material e Métodos	42	
Resultados e discussão.....	43	
Tratamento Taxonômico.....	43	
Considerações Finais	68	
Agradecimentos	68	
Referências	69	
Índice de Exsicatas	71	
Figuras	72	
CAPÍTULO 3: Morfometria do contorno foliar do complexo <i>Anthurium coriaceum</i> (Graham) G.Don usando Análise Elíptica de Fourier (EFA).....		76
Resumo	77	
Introdução.....	78	

Material e Métodos	79
Resultados.....	84
Discussão	94
Tratamento Taxonômico.....	95
Referências... ..	96

CAPÍTULO 4: Two new species of <i>Anthurium</i> Schott (Araceae) from the Atlantic Forest in Minas Gerais, Brazil.....	100
Abstract.....	101
Introduction... ..	102
Material and Methods	103
Taxonomy.....	103
Conclusions	108
Acknowledgements	109
References... ..	109
Figures... ..	112

INTRODUÇÃO GERAL

Araceae possui aproximadamente 3.400 espécies distribuídas pelas Américas Tropical e do Norte, África Tropical Continental e Sul, Eurásia Temperada, Arquipélago Malaio e Madagascar (BOYCE; CROAT 2022; COELHO et al. 2012). No Brasil estão registrados 47 gêneros, 521 espécies (278 são endêmicas), 11 subespécies e 13 variedades das (ARACEAE IN FLORA E FUNGA DO BRASIL 2022).

Pertencente à subfamília Pothoideae, *Anthurium* Schott é o maior gênero de Araceae, com 950 espécies (BOYCE; CROAT 2022), podendo ser caracterizadas pelas nervuras terciárias reticuladas e flores perigoniadas (CROAT; SHEFFER 1983; COELHO et al. 2012). Para o Brasil, *Anthurium* está representado por 153 espécies, das quais 123 são endêmicas do país (CROAT; SHEFFER 1983; COELHO et al. 2012; COELHO et al. 2022).

Anthurium é monofilético, separado em 19 seções (CARLSEN; CROAT, 2019; CROAT; CARLSEN 2020) com base em análises filogenéticas e dados morfológicos. Apenas cinco destas seções ocorrem no Brasil dentre as quais destaca-se *Anthurium* sect. *Urospadix* Engl. emend. Temponi, Nadruz, Croat & Carlsen, que corresponde ao clado 1, e representa a grande maioria das espécies do leste brasileiro (Figura 1).

Segundo Engler (1905), *Anthurium* sect. *Urospadix* está representada por aproximadamente 100 espécies no neotrópico, com distribuição disjunta, composta por dois centros de diversidade, um deles no leste do Brasil e o outro no noroeste da América do Sul, América Central e algumas ilhas do Caribe. Trabalhos mais recentes apontam que *Anthurium* sect. *Urospadix* reúne pelo menos 60 espécies encontradas apenas no leste do Brasil (TEMPONI 2006; CARLSEN; CROAT 2013), uma vez que descrições de novas espécies têm sido realizadas frequentemente. Os estudos de Carlsen e Croat (2013) corroboram resultados anteriores de Temponi (2006) onde as espécies brasileiras formam um grupo monofilético. Neste estudo mais recente elas emergem formando o clado 1.

De acordo com Engler (1905), *Anthurium* sect. *Urospadix* é composta por sete subseções (*Dependentia*, *Insculptinervia*, *Flavescentiviridia*, *Obscureviridia*, *Occultinervia*, *Paucinervia* e *Validinervia*), das quais apenas quatro ocorrem no Brasil (*Flavescentiviridia*, *Insculptinervia*, *Obscureviridia* e *Validinervia*). O autor utilizou a proeminência das nervuras laterais primárias, a distância entre a nervura coletora e a

margem, consistência, coloração e forma da lâmina foliar para reconhecer e separar estas subseções.

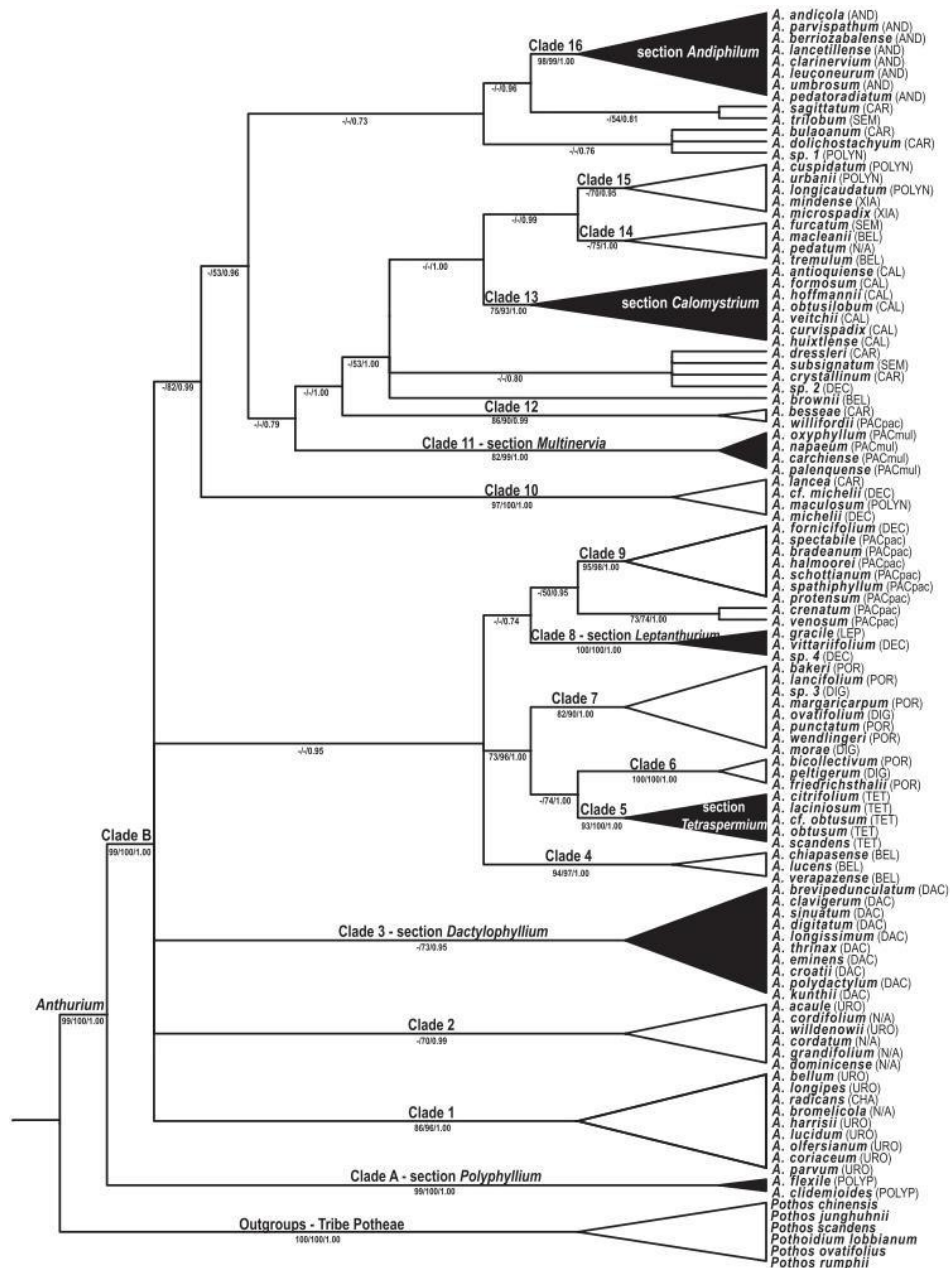


Figura 1. Uma filogenia esquemática do gênero *Anthurium* Schott (Araceae) mostrando ao clados principais e bem suportados.

Coelho e colaboradores (2009), baseando-se em Engler (1878, 1905), resumem características morfológicas que separam as subseções de *Anthurium* sect. *Urospadix*. Das quatro subseções que ocorrem no Brasil, *Insculptinervia* e *Validinervia* são caracterizadas por apresentar lâmina foliar cártacea a coriácea, nervuras laterais primárias visíveis, folhas eretas e nervuras laterais primárias bem desenvolvidas. As espécies de *Insculptinervia* apresentam as nervuras laterais primárias fortemente

insculpidas adaxialmente (HAMMES *et al.* em preparo), enquanto em *Validinervia* estas são muito proeminentes abaxialmente. *Flavescentiviridia* e *Obscureviridia* apresentam lâmina foliar cartácea ou membranácea. *Flavescentiviridia* apresenta lâmina esverdeada discolor e nervuras laterais primárias evidentes. Já atualmente em *Obscureviridia* a lâmina é esverdeada concolor, as nervuras laterais primárias são obscuras e a lâmina foliar é cartácea a coriácea (VALADARES; SAKURAGUI 2014). Porém estes caracteres muitas vezes se sobrepõem e não são suficientes para reconhecer todas as espécies destas subseções.

Dante de toda a plasticidade de *Anthurium* sect. *Urospadix*, das discordâncias infragenéricas e dos complexos de espécie, o objetivo desse trabalho foi investigar caracteres morfológicos que auxiliem no entendimento das subseções, revisar a subseção *Insculptinervia* e realizar a morfometria do contorno foliar do complexo *Anthurium coriaceum*.

Portanto, a tese está estruturada em quatro capítulos: Análise Filogenética de *A.* sect. *Urospadix* Engl. emend. Temponi, Nadrusz Carlsen & Croat; Revisão taxonômica, em *Anthurium* sect. *Urospadix* subsect. *Insculptinervia*; Morfometria do contorno foliar do complexo *Anthurium coriaceum* (Graham) G.Don, usando Análise Elíptica de Fourier (EFA) e Two new species of *Anthurium* Schott (Araceae) from the Atlantic Forest in Minas Gerais, Brazil, já publicado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARACEAE in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB51>>. Acesso em: 31 mai. 202.

BOYCE, P.C. & CROAT, T.B. (2022) *The Überlist of Araceae*: Totals for published and estimated number of species in Aroid genera. Available from: <http://www.aroid.org/genera/120110uberlist.pdf> (accessed 24 March 2022)

CARLSEN, M.M. & CROAT, T.B. (2013) A Molecular Phylogeny of the species—rich Neotropical genus *Anthurium* (Araceae) based on Combined Chloroplast and Nuclear DNA. **Systematic Botany** 38: 576–z88. <https://doi.org/10.1600/036364413X670287>

CARLSEN, M.M. & CROAT, T.B. 2019. An analysis of the sectional classification of *Anthurium* (Araceae): comparing infrageneric groupings and their diagnostic morphology with a molecular phylogeny of the genus. **Annals Missouri Botanical Garden**, 104: 69–82.

COELHO, M. A. N., WAECHTER, J. L., MAYO, S. J. 2009. Revisão taxonômica de *Anthurium* (Araceae) seção *Urospadix* subseção *Flavescentiviridia*. **Rodriguésia** 60, 799–864.

COELHO, M.A.N., GONÇALVES, EG., SAKURAGUI, CM. & TEMPONI, LG. (2012) Araceae. In: WANDERLEY, M.G.L., SHEPHERD, G.J., MELHEM, T.S., GIULIETTI, A.M. & MARTINS, S.E. (Eds.) *Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo*, ed. 7. **FAPESP**, São Paulo, pp. 27–71.

COELHO, M.A.N.; TEMPONI, L.G.; CAMELO, M.C.; MAYO, S.J.; PIMENTA, K.M.; PONTES, T.A.; ANDRADE, I.M. *Anthurium* in **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB4912>>. Acesso em: 18 mai. 2022

CROAT, T.B. & SHEFFER, R.D. (1983) The sectional groupings of *Anthurium* (Araceae). **Aroideana** 6:85–123.

CROAT, T. B.; CARLSEN, M. A new section of *Anthurium*: section *Cordato-punctatum* (Araceae), restricted to Central America. *Novon: A Journal for Botanical Nomenclature*, v. 28, n. 1, p. 46-50, 2020.

ENGLER, H.G.A. (1878) Araceae. In: Martius, C.F.P. (Ed.) **Flora Brasiliensis** 3: 56–88.

ENGLER, H.G.A. (1905) Araceae–Pothoideae. **Das Pflanzenreich** 4: 1–330.

TEMPONI, L. (2006) *Sistemática de Anthurium sect. Urospadix (Araceae)*. 143f. **Tese de Doutorado em Botânica**, Universidade de São Paulo, São Paulo.

VALADARES, R.T. & SAKURAGUI C.M. (2014) A New Species of *Anthurium* (Araceae) sect. *Urospadix* subsect. *Obscureviridia* from Espírito Santo, Eastern Brazil. **Systematic Botany**, 39(1):31-35.