

CÁTIA TAKEUCHI

***Gaya* Kunth (Malvoideae, Malvaceae): Filogenia
e sua relação com gêneros afins e Revisão
Taxonômica das espécies que ocorrem no Brasil**

Tese apresentada ao Instituto de Botânica da
Secretaria do Meio Ambiente, como parte dos
requisitos exigidos para a obtenção do título de
DOUTOR em BIODIVERSIDADE VEGETAL
E MEIO AMBIENTE, na Área de Concentração
de Plantas Vasculares em Análises Ambientais.

SÃO PAULO

2015

CÁTIA TAKEUCHI

***Gaya* Kunth (Malvoideae, Malvaceae): Filogenia
e sua relação com gêneros afins e Revisão
Taxonômica das espécies que ocorrem no Brasil**

Tese apresentada ao Instituto de Botânica da
Secretaria do Meio Ambiente, como parte dos
requisitos exigidos para a obtenção do título de
DOUTOR em BIODIVERSIDADE VEGETAL
E MEIO AMBIENTE, na Área de Concentração
de Plantas Vasculares em Análises Ambientais.

ORIENTADORA: DRA. GERLENI LOPES ESTEVES

Ficha Catalográfica elaborada pelo NÚCLEO DE BIBLIOTECA E MEMÓRIA

Takeuchi, Cátia

T136g *Gaya* Kunth (Malvoideae, Malvaceae): filogenia e sua relação com gêneros afins e revisão taxonômica das espécies que ocorrem no Brasil / Cátia Takeuchi -- São Paulo, 2015.

166 p. il.

Tese (Doutorado) -- Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2015

Bibliografia

1. Malvaceae. 2. Taxonomia. 3. Morfologia. I. Título

CDU: 582.796

Aos meus pais, Huziko Takeuchi & Takashi
Takeuchi,

Às minhas avós Chiemi Kono (1913-2014) &
Haguino Takeuchi (1920-2015),

dedico

Agradecimentos

Primeiramente agradeço aos meus pais e à tia Ruth Morinaga por todo apoio e compreensão em todos os momentos da minha existência.

A minha orientadora Dra. Gerleni L. Esteves pela dedicação durante anos a minha formação científica, especialmente no universo das Malváceas. Agradeço pelos dias que se dedicou intensamente a esta tese nesta orientação à longa distância.

Minha gratidão à Dra. Mutue T. Fujii que me acolheu no Laboratório Molecular do Núcleo de Pesquisa de Ficologia e que tornou possível a execução do estudo filogenético integralmente no Instituto de Botânica. À Cecília H. Kano cujo auxílio foi essencial para o desenvolvimento da etapa laboratorial deste estudo, agradeço a atenção e companhia.

Ao aluno de doutorado Me. Otávio L. Marques da Silva. Não tenho como agradecer a ajuda em vários momentos: na confecção dos mapas, nos programas de filogenia, na tradução do inglês e na formatação. Obrigada também pelas sugestões. Um amigo genuíno que admiro muito e que me trazia sempre o melhor bolo de leite ninho do universo!

Ao “irmão malvólogo” Me. Victor M. González pelos anos de convivência e amizade; agradeço a sua companhia nas viagens, a coleta de espécimes, fotos de *Gaya* e a confecção da capa desta tese. À “irmã malvóloga” Dra. Marília C. Duarte pelos conselhos, ajuda nos programas de filogenia e por servir de exemplo.

À Dra. Jennifer Tate da Universidade de Massey (Nova Zelândia) pela colaboração valiosa. Ao Dr. Antônio Krapovickas do Instituto de Botânica del Nordeste (Argentina) pelas discussões taxonômicas em Malvaceae e pelo churrasco oferecido.

Ao Dr. Paulo Affonso por ter me transmitido os primeiros conhecimentos em Taxonomia Vegetal na iniciação científica. Sou grata pela orientação nobre e segura, pela sabedoria dos seus conselhos que busco seguir até os dias atuais.

À Dra. Cintia V. da Silva pela amizade inestimável nestes doze anos de convivência, caronas, companhia nas coletas e disposição em ajudar nesta reta final! Agradeço a revisão e o carinho!

À Comissão de Pós-graduação do Instituto de Botânica (Ibt), especialmente pela concessão da verba PROAP. Aos funcionários e estagiários da pós-graduação, especialmente à Marcinha e à Shirley por todo o auxílio prestado. A CAPES pela bolsa concedida.

A todos os pesquisadores do Núcleo de Curadoria Herbário SP. Em especial à Dra. Maria Margarida R.F. de Melo pela sua humanidade única e afeto, contribuindo principalmente para a minha formação ética e nutricional. À Dra. Lúcia Rossi pelas manifestações constantes de apoio, interesse e auxílio. À Dra. Inês Cordeiro pela consideração e ajuda sempre oferecida; agradeço especialmente o uso da centrífuga e do computador, além dos seus doces diet que compartilhou comigo diversas

vezes. Ao Dr. Fábio de Barros pela seriedade e contribuições em vários momentos como integrante da Comissão de Pós-graduação do Ibt, banca da aula de qualificação e do corpo editorial da Revista Hoehnea. À Dra. Maria Cândida H. Mamede pelos diversos e-mails enviados para os curadores dos herbários estrangeiros para obtenção de materiais de *Gaya*. Aos demais pesquisadores do Herbário SP pelo acolhimento durante todos estes anos: Dra. Cintia Kameyama, Dra. Maria das Graças L. Wanderley, Dra. Marie Sugiyama, Dra. Rosângela Simão-Bianchini, Dr. Sérgio Romaniuc e à Ma. Sônia Aragaki. Aos funcionários do Herbário SP: Ana Célia A. Calado, Claudinéia de Lourdes Ináceo, Marcela Silva e Evandro Fortes por todo o auxílio e carinho.

Às alunas Rafaela Freitas, Fernanda S. Petrongari, Camila Araújo e Mayra Jamas, por tornarem os dias mais alegres. Aos alunos do Instituto de Botânica, especialmente: Me. Rodrigo S. Rodrigues por todo apoio, afeição e ajuda oferecida; Dr. Allan C. Pscheidt pelas dicas que foram compartilhadas no estudo filogenético e pela amizade durante estes doze anos; Adenilsa A.R. Lima, Me. Mayara Pastore e ao Dr. Marcos E. Lima, Yasmim Hirao, Gabriela C.G. de Oliveira, Ulisses G. Fernandes e Bárbara Puglia pelos momentos de escuta e convivência; Me. Aluísio F. Júnior pela companhia nas viagens, Me. Augusto F.N. Gonzaga por sempre me enviar artigos especializados e ao Rudolph Sartin pela concessão das fotos de *Gaya guerkeana*.

Aos doutores Tarciso S. Filgueiras pela diagnose de *Gaya xiquexiquensis*, Máximo G. Bovini e Cyl Farney do Jardim Botânico do Rio de Janeiro que me proporcionaram a viagem de coleta para Arraial do Cabo. Ao Dr. Allan Sciamarelli pela coleta em Dourados. À Dra. Kazue Kawakita pela acolhida em Maringá. Ao Prof. Dr. Arnildo Pott e aos funcionários da fazenda San Francisco pela ajuda prestada no trabalho de campo em Miranda.

À banca da aula de qualificação pelas sugestões e críticas: Dr. Fábio de Barros, Dr. Fábio Pinheiro e Dra. Marília C. Duarte.

Aos curadores dos herbários visitados pela recepção e envio dos materiais solicitados na forma de empréstimo ou doação, bem como pela autorização para a retirada de fragmentos de folhas para o estudo filogenético. Em especial à curadora Dra. Mercedes Arbo do herbário CTES que permitiu a minha permanência por um período prolongado.

A todos que me acompanharam nas viagens de coleta: Me. Gisele da Silva, Dr. Rafael Louzada e Me. Érika M. Ramos. À aluna de mestrado da HUEFS, Me. Liziane V. Vasconcelos pelo apoio e acolhida em sua casa em Feira de Santana. Aos alunos de mestrado da UNEB (campus Paulo Afonso), especialmente à Fracislainy Pereira que me acolheram na cidade de uma forma muito especial. Ao Me. Danilo Marques pela hospedagem na Argentina.

Por fim, a todos os meus familiares (incluindo os gatos) e amigos, especialmente à minha prima Namiyo Hashimoto, companheira das aventuras gastronômicas e culturais pela cidade.

Índice

ORGANIZAÇÃO DA TESE	1
INTRODUÇÃO GERAL	2
MALVOIDEAE BURNETT (1835)	2
TRIBO MALVEAE	4
POSICIONAMENTO DE GAYA NA TRIBO MALVEAE	9
HISTÓRIA TAXONÔMICA DE GAYA	11
GAYA KUNTH	13
OBJETIVOS	23
MATERIAL E MÉTODOS	24
ESTUDO FILOGENÉTICO	24
Amostragem	26
Extração do DNA, amplificação e sequenciamento	26
Análises filogenéticas	27
Mapeamento dos estados de caracteres morfológicos, polínicos e citogenéticos	28
ESTUDO TAXONÔMICO	30
BIBLIOGRAFIA	34
CAPÍTULO 1 – MOLECULAR PHYLOGENETICS AND CHARACTER EVOLUTION OF GAYA KUNTH AND RELATED GENERA (MALVOIDEAE, MALVACEAE)	45
ABSTRACT	46
INTRODUCTION	47
MATERIAL AND METHODS	49
Sampling	49
DNA extraction, amplification and sequencing	49
Phylogenetic analysis	50
Morphologic, palinologic and cytogenetic characters mapping	51
RESULTS	52
Individual markers analyzes	52
Combined analysis	54
Cytogenetic and palinologic characters mapping	57
DISCUSSION	58
Relationships between <i>Gaya</i> and genera of clade C234	60
REFERENCES	65
CAPÍTULO 2 – REVISÃO TAXONÔMICA DAS ESPÉCIES DE GAYA KUNTH (MALVOIDEAE, MALVACEAE) QUE OCORREM NO BRASIL	82
ABSTRACT	83
INTRODUÇÃO	85
MATERIAL E MÉTODOS	87
RESULTADOS E DISCUSSÃO	89
<i>Gaya aurea</i> A. St.-Hil.	94
<i>Gaya bordasii</i> Krapov.	96
<i>Gaya dentata</i> Krapov.	98
<i>Gaya domingensis</i> Urb.	99
<i>Gaya gaudichaudiana</i> A. St.-Hil.	105
<i>Gaya gracilipes</i> K. Schum.	107
<i>Gaya grandiflora</i> Baker f.	109
<i>Gaya guerkeana</i> K. Schum.	111
<i>Gaya macrantha</i> Barb. Rodr.	113
<i>Gaya meridionalis</i> Hassler	114
<i>Gaya monosperma</i> (K. Schum.) Krapov.	116
<i>Gaya pilosa</i> K. Schum.	118
<i>Gaya scopulorum</i> Krapov.	120

<i>Gaya xiquexiquensis</i> C. Takeuchi & G.L. Esteves	122
LITERATURA CITADA	135
CAPÍTULO 3 – GAYA XIQUEXIQUENSIS (MALVOIDEAE, MALVACEAE), A NEW SPECIES FROM BAHIA STATE, BRAZIL.....	143
ABSTRACT	144
INTRODUCTION.....	144
TAXONOMY	144
REFERENCES.....	147
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	148
BIBLIOGRAFIA GERAL.....	155

Lista de figuras

INTRODUÇÃO

Figura 1: Tubo estaminal	16
Figura 2: Mericarpos de gêneros da tribo Malveae.....	17
Figura 3: Mericarpos de gêneros da tribo Malveae, vista interna, mostrando sementes e a endoglossa	17
Figura 4: Árvores de consenso de maioria parciais (clados A e B) obtidas das 10.000 árvores geradas na análise de Máxima Parcimônia com base em ITS.....	21
Figura 5: Árvore de consenso estrito (parcial) com ênfase no clado C	22

MATERIAL E MÉTODOS

Figura 6: A. Fruto de <i>Gaya</i> . B Mericarpo, vista externa	33
--	----

CAPÍTULO 1

Figure 1: A. Complete fruit of <i>Gaya</i> , external view. B. Mericarp, dorsal-lateral view .	73
Figure 2: Majority rule (50%) consensus tree obtained in Bayesian analysis of ITS data	73
Figures 3-4: Majority rule (50%) consensus tree obtained in Bayesian analysis of petL-psbE (Fig. 3) and <i>rpL16 intron</i> (Fig. 4) data.	74
Figure 5: Majority rule (50%) consensus tree obtained in Bayesian analysis of combined nuclear (ITS) and plastid (petL-psbE and <i>rpL16 intron</i>) data.....	75
Figure 6: Evolution patterns of morphological mapped onto Bayesian analysis of combined nuclear (ITS) and plastid (petL-psbE and <i>rpL16 intron</i>) data.	76
Figure 7: Evolution patterns of morphological mapped onto Bayesian analysis of combined nuclear (ITS) and plastid (petL-psbE and <i>rpL16 intron</i>) data.....	77
Figure 8: Evolution patterns of morphological palinological and cytogenetical characters onto Bayesian analysis of combined nuclear (ITS) and plastid (petL-psbE and <i>rpL16 intron</i>) data	78
Figure 9: Simplified majority rule (50%) consensus tree based on Bayesian analysis of combined nuclear (ITS) and plastid (petL-psbE and <i>rpL16 intron</i>) data with nodes collapsed to genus	79

Figure 10: Illustrations of mericarps, calyx and inflorescence of genera of tribe Malveae	80
Figure 11: Morphology of genera within tribe Malveae sampled in this study	81

CAPÍTULO 2

Figura 1: A. Esquizocarpo completo de <i>Gaya</i> , vista externa. B. Mericarpo, vista externa, látero-dorsal	88
Figura 2: Ilustrações de <i>Gaya aurea</i> , <i>G. bordasii</i> e <i>G. dentata</i>	124
Figura 3: Mapa de distribuição geográfica de <i>Gaya aurea</i> , <i>G. bordasii</i> e <i>G. dentata</i> ..	125
Figura 4: Ilustrações de <i>G. gaudichaudiana</i> , <i>Gaya domingensis</i> e <i>G. gracilipes</i>	126
Figura 5: Fotos de <i>Gaya dentata</i> , <i>G. domingensis</i> e <i>G. gaudichaudiana</i>	127
Figura 6: Mapa de distribuição geográfica de <i>G. domingensis</i> , <i>G. gaudichaudiana</i> e <i>G. gracilipes</i>	128
Figura 7: Ilustrações de <i>Gaya grandiflora</i> , <i>G. guerkeana</i> e <i>G. macrantha</i>	129
Figura 8: Fotos de <i>G. gracilipes</i> , <i>G. grandiflora</i> , <i>G. guerkeana</i> e <i>G. macrantha</i>	130
Figura 9: Mapa de distribuição geográfica de <i>Gaya grandiflora</i> , <i>G. guerkeana</i> e <i>G. macrantha</i>	131
Figura 10: Ilustrações de <i>Gaya meridionalis</i> , <i>G. monosperma</i> , <i>G. pilosa</i> , <i>G. scopulorum</i> e <i>G. xiquexiquensis</i>	132
Figura 11: Fotos de <i>Gaya meridionalis</i> , <i>G. monosperma</i> , <i>G. pilosa</i> e <i>G. xiquexiquensis</i>	133
Figura 12: Mapa de distribuição geográfica de <i>Gaya meridionalis</i> , <i>G. monosperma</i> , <i>G. pilosa</i> , <i>G. scopulorum</i> e <i>G. xiquexiquensis</i>	134

CAPÍTULO 3

Figure 1: Ilustrações de <i>Gaya xiquexiquensis</i>	145
Figure 2: Fotos de <i>Gaya xiquexiquensis</i>	146

Lista de tabelas

INTRODUÇÃO GERAL

Tabela 1: Principais caracteres das tribos de Malvaceae s.s.	16
Tabela 2: Principais classificações propostas para a tribo Malveae com ênfase em <i>Gaya</i> e gêneros historicamente relacionados	18
Tabela 3: Principais caracteres de <i>Gaya</i> e de gêneros historicamente relacionados com base em dados morfológicos, polínicos e de distribuição geográfica e no número de cromossomos	19
Tabela 4: <i>Gaya</i> e gêneros afins amostrados nos estudos filogenéticos e principais caracteres utilizados na delimitação destes gêneros	20

MATERIAL E MÉTODOS

Tabela 5: Espécies amostradas no estudo filogenético, seguidas dos respectivos vouchers dos materiais testemunho	25
Tabela 6: Região e primers utilizados no trabalho	26
Tabela 7: Caracteres mapeados e a codificação dos caracteres (*caracteres utilizados pela primeira vez na delimitação genérica)	29
Tabela 8: Expedições de coleta	32

CAPÍTULO 1

Table 1: Mapped characters and character states codification (*characters utilized for the first time to generic delimitation)	69
Table 2: Informative values of MP analyzes of molecular data utilized	69
Table 3: Main overlapping characters in <i>Gaya</i> and <i>Herissantia</i>	70
Table 4: Main differences among <i>Callianthe</i> , <i>Abutilon</i> s.s. and <i>Bakeridesia</i> (sensu Donnel et al. 2012) and *based on the present study	70

RESUMO: *Gaya* Kunth (Malvaceae, Malvoideae, tribo Malveae) compreende 39 espécies distribuídas na região Neotropical, desde o México até a Argentina, com maior diversidade no Brasil onde ocorrem 14 espécies. As análises filogenéticas moleculares realizadas com a tribo Malveae, baseadas na amostragem de apenas duas espécies e em um único marcador (ITS), não esclareceram as relações de *Gaya* com os gêneros afins. O presente estudo visou realizar uma análise filogenética do gênero utilizando dados moleculares (ITS, *rpL16 intron* e *petL-psbE*), morfológicos, citogenéticos e polínicos, além de uma maior amostragem de espécies a fim de testar o monofiletismo de *Gaya* e esclarecer as suas relações na tribo Malveae. Foram amostradas 43 espécies de Malveae, sendo 19 de *Gaya*, além de uma espécie da tribo Malvavisceae. *Gaya* emergiu como monofilético em todas as análises individuais e combinada de todos os marcadores, sendo sustentado por duas sinapomorfias morfológicas. A relação desse gênero como grupo-irmão de *Herissantia* foi evidenciada em todas as análises com fraca a forte sustentação. Os padrões de evolução dos caracteres mapeados revelaram poucas sinapomorfias para a sustentação das relações de *Gaya* com os gêneros afins. Quanto à taxonomia de *Gaya*, os principais estudos compreendem inventários florísticos e uma sinopse com ênfase nas descrições de 10 espécies novas. No Brasil, a escassez de estudos vem dificultando o entendimento da circunscrição do gênero e da delimitação e distribuição geográfica de suas espécies. Soma-se a isso, a baixa representação de *Gaya* nos herbários brasileiros. Assim sendo, objetivou-se realizar a revisão taxonômica das espécies de *Gaya* que ocorrem no Brasil, fornecendo chave analítica, descrições morfológicas, ilustrações inéditas das espécies, comentários sobre variabilidade, relações taxonômicas, mapas, distribuição geográfica, novas ocorrências e dados de conservação. Foram analisados cerca de 450 materiais de herbários brasileiros e estrangeiros e oriundos de um programa de coleta que abrangeu 37 municípios brasileiros. As 14 espécies de *Gaya* registradas no Brasil (oito endêmicas) estão amplamente distribuídas no país, especialmente na região Nordeste, no domínio da Caatinga. Os frutos de *Gaya* ofereceram o maior número de caracteres taxonômicos para a delimitação

do gênero, destacando-se a posição de uma constrição nos mericarpos, o tipo de deiscência dos mericarpos, a posição das flores e dos frutos nos diferentes estágios de desenvolvimento e o local de origem da endoglossa que é uma protrusão da parede do mericarpo que geralmente retém a semente e que aqui foi minuciosamente analisada pela primeira vez. A taxonomia das espécies foi estudada com base na morfologia do indumento, cálice, pétalas e dos frutos. Foi constatado que metade das espécies está ameaçada, sendo que uma se enquadra na categoria “Em Perigo”. Os resultados obtidos no presente estudo foram apresentados em três capítulos: 1) Filogenia molecular e evolução dos caracteres de *Gaya* e de gêneros afins; 2) Revisão taxonômica das espécies de *Gaya* que ocorrem no Brasil; 3) *Gaya xiquexiquensis* (Malvoideae, Malvaceae), uma espécie nova do Estado da Bahia, Brasil.

Palavras-chave: morfologia, ITS, petL-psbe, *rpL16 intron*, taxonomia, tribo Malveae

ABSTRACT: *Gaya* Kunth (Malvaceae, Malvoideae, tribe Malveae) comprises thirty nine species distributed in Neotropical region, from México to Argentina, with greatest diversity in Brazil where occur fourteen species. Phylogenetic studies performed with tribe Malveae were unable to clarify relationships among *Gaya* and related genera, with only two species of *Gaya* sampled and using only one molecular marker (ITS). The present study aimed to test the monophyly of the genus, with a wider sample, as well as bring light to its affinities based on morphologic, palinologic and cytogenetic and cytogenetic data and sequences from nuclear ITS and plastid petL-psbE and *rpL16 intron*. Forty-three species from tribe Malveae were sampled, of which nineteen are species of *Gaya* and one belongs tribe Malvaceae. *Gaya* emerged as monophyletic on individual and combined analyses from molecular sequences with moderate to high support, and is supported by two morphologic synapomorphies. Relationship between the genus as sister group to *Herissantia* was evident on all analysis with low to high support. Evolution patterns of morphological characters mapped revealed few synapomorphies supporting the relationships of *Gaya* and related genera. Regarding to the taxonomy of *Gaya*, most studies comprises floristic inventories and a synopsis with emphasis on ten new species. The lack of studies has been a challenging to generic circumscription and delimitation and geographical distribution of species. Furthermore, *Gaya* has low representation in Brazilian herbaria. Thus, this work aimed to accomplish the taxonomic revision of the species of *Gaya* occurring in Brazil, proving an analytical key, morphological descriptions, new illustrations, comments about the variability, taxonomic relationship, distribution, maps, new occurrences and conservation data. Approximately 450 materials from Brazilian and foreign herbaria and from a collection program which covered 37 Brazilian municipalities were analyzed. The fourteen species of *Gaya* registered in Brazil (eight endemic) are widely distributed, especially in Northeastern region, in Caatinga domain. The fruit of *Gaya* offered the largest numbers of taxonomic characters to generic delimitation, mainly the constriction site of the mericarp, dehiscence type of the mericarp, the position of flowers and fruits along the different

development stages and site of endoglossum origin on the mericarp which is a protusion of mericarp wall, thoroughly analyzed here for the first time. The taxonomy of the species was based on indumentum, calyx, petals and fruit morphology. It has been found that half of species are threatened, one of them is Endangered. The results of this study were presented in three chapters: 1) Molecular phylogenetics and character evolution of *Gaya* Kunth and related genera (Malvoideae, Malvaceae); 2) Taxonomic revision of *Gaya* Kunth (Malvoideae, Malvaceae) in Brazil; 3) *Gaya xiquexiquensis* (Malvoideae, Malvaceae), a new species from Bahia State, Brazil.

Keywords: morphology, ITS, petL-psbe, *rpL16 intron*, taxonomy, tribe Malveae

Organização da Tese

Neste trabalho são apresentados a Introdução Geral, as Considerações Finais e três capítulos:

Capítulo 1. Filogenia molecular e evolução dos caracteres de *Gaya* Kunth e de gêneros afins (Malvoideae, Malvaceae). Nesse capítulo é apresentada uma análise filogenética com base em dados morfológicos e moleculares (sequências de ITS, petL-psbE e *rpL16 intron*) de 43 espécies da tribo Malveae, sendo 19 espécies de *Gaya*, 24 espécies de gêneros afins e uma espécie do gênero *Pavonia* (tribo Malvavisceae) com o objetivo de testar o monofiletismo de *Gaya* e esclarecer a sua relação filogenética com os gêneros afins.

Capítulo 2. Revisão taxonômica das espécies de *Gaya* Kunth (Malvoideae, Malvaceae) que ocorrem no Brasil. É apresentada a revisão taxonômica das espécies de *Gaya* que ocorrem no Brasil, compreendendo uma chave de identificação, descrições morfológicas, ilustrações, mapas de distribuição, além de comentários sobre variabilidade, relações taxonômicas, status de conservação e distribuição geográfica de todas as espécies.

Capítulo 3. *Gaya xiquexiquensis* (Malvaceae, Malvoideae), uma nova espécie da Bahia, Brasil (*Gaya xiquexiquensis* (Malvaceae, Malvoideae), a new species from Bahia state, Brazil). É apresentada a descrição de uma espécie nova com ocorrência registrada apenas no município de Xique-Xique, crescendo no domínio da Caatinga. Este estudo compreende uma descrição morfológica, ilustrações e comentários sobre as suas relações taxonômicas, status de conservação e dados de distribuição geográfica.

INTRODUÇÃO GERAL

Malvoideae Burnett (1835)

O gênero *Gaya* está situado em Malvaceae, família monofilética formada pelos representantes das tradicionais famílias Sterculiaceae, Malvaceae, Bombacaceae e Tiliaceae *sensu* Cronquist (1981). Nessa circunscrição, Malvaceae apresenta como sinapomorfia morfológica um nectário constituído de tricomas glandulares que está localizado internamente na base do cálice ou com menos frequência, nas pétalas ou no androginóforo. Malvaceae compreende nove subfamílias: Bombacoideae, Brownlowioideae, Byttnerioideae, Dombeyoideae, Grewioideae, Helicteroideae, Sterculioideae, Malvoideae e Tilioideae (Alverson *et al.* 1999, Bayer *et al.* 1999, Judd & Manchester 1997, Nyffeler *et al.* 2005).

Malvoideae abriga todos os gêneros de Malvaceae s.s. e alguns membros tradicionalmente inseridos em Bombacaceae e Sterculiaceae, sendo fortemente sustentada nos estudos filogenéticos baseados nos marcadores plastidiais *matK*, *ndhF*, *atpB* e *rbcL*. Esta subfamília forma com Bombacoideae, composta pela maior parte dos representantes de Bombacaceae, o clado Malvatheca altamente sustentado por sequências plastidiais e pela sinapomorfia morfológica das anteras altamente modificadas, compostas por uma teca bi a poliesporangiada (Alverson *et al.* 1999, Baum *et al.* 2004, Nyffeler *et al.* 2005). As duas subfamílias distinguem-se pela morfologia das folhas: simples com lâminas inteiras, lobadas a partidas em Malvoideae e compostas e digitadas em Bombacoideae (Baum *et al.* 2004).

Malvoideae possui distribuição cosmopolita com cerca de 110 gêneros e 1730 espécies, sendo a América do Sul seu principal centro de diversidade (Bayer & Kubitzky 2003). No Brasil ocorrem cerca de 36 gêneros e 424 espécies distribuídas em todas as regiões do país, habitando diversos domínios fitogeográficos (Bovini *et al.* 2014).

Esta subfamília compreende ervas, arbustos ou raras árvores, com o indumento constituído predominantemente de tricomas estrelados. As folhas são simples, alternas, pecioladas, estipuladas, com lâminas inteiras, lobadas ou partidas, às vezes com nectários e

nervação em geral palmatinérvia. As flores são geralmente grandes e vistosas, muitas vezes com um conjunto de bractéolas denominado epicálice, 5 sépalas valvares e 5 pétalas imbricadas que são diversamente coloridas. O androceu, constituído de 5 a numerosos estames é monadelfo, com as partes livres de estames diversamente distribuídas ao longo do tubo estaminal ou concentradas no ápice; as anteras são monotecas e biesporangiadas, rimosas e reniformes. O gineceu tem ovário súpero e 5 a muitos carpelos uni a pluriovulados, estiletes em número igual ao de carpelos ou em dobro deles e estigmas geralmente capitados. Os frutos são predominantemente dos tipos cápsula ou esquizocarpo, sendo que os mericarpos variam quanto ao número, forma, textura e ornamentação. As sementes em geral são reniformes ou obovóides, glabras a comosas, com endosperma ausente ou abundante, oleaginoso, embrião curvo ou reto e cotilédones dobrados.

A importância econômica das Malvoideae está na alimentação do homem e de outros animais (*Abelmoschus*, *Hibiscus* e *Malva*), nas indústrias têxtil (*Gossypium*) e madeira (*Hampea* e *Hibiscus*), na produção de óleos (*Gossypium*) e de fibras usadas na cordoaria e na aniagem (*Abutilon*, *Sida* e *Urena*), na ornamentação pública (*Abutilon*, *Hibiscus*, *Malvaviscus* e *Pavonia*) e na medicina popular (*Malva*, *Malvastrum* e *Sida*). Além disso, incluem-se nesta subfamília diversas espécies daninhas especialmente dos gêneros *Herrisantia*, *Malvastrum* e *Sida* (Pio-Côrrea 1926-931, Braga 1953, Fryxell 1979, 1988, Lorenzi, 2002a, 2002b).

Quimicamente Malvoideae caracteriza-se pela presença de proantocianinas e de ácidos gordurosos (ácidos malvático e estercúlico), sobretudo nas sementes. Nos tecidos parenquimáticos são encontrados células ou canais de mucilagem, bem como cristais de oxalato de cálcio e raramente glândulas de gossipol (Cronquist 1981, Fryxell 1988).

Quanto à anatomia, o floema é geralmente estratificado tangencialmente, em camadas de esclerênquima e parênquima, com raios em forma de cunha como nas Malvaceas em geral. No tocante aos estômatos há predominância do tipo anomocítico (Metcalf & Chalk 1979).

No que se refere à polinização ocorrem predominantemente a ornitofilia e a entomofilia, raramente a quiropterofilia em espécies de *Abutilon* (Bayer & Kubitzky 2003, Brizicky 1965; Buzato & Sazima 1994, Gottsberg *et al.* 1986, Ruschi 1949, Sazima 1981), com autogamia facultativa registrada em *Hibiscus* e *Pavonia* (Vogel 1954, 1969). Além do nectário localizado na base interna do cálice, nectários extraflorais aparecem nas faces adaxiais e abaxiais das folhas de *Urena* e *Hibiscus*.

O número de cromossomos vem sendo bastante utilizado para delimitar os gêneros de Malvoideae e estabelecer as afinidades entre eles, sendo evidenciados diferentes níveis de ploidia (Esteves 1996). Os números de cromossomos encontrados em Malvoideae são os mais baixos dentre as subfamílias de Malvaceae ($n=5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 25$ e 28), mas diploidia e poliploidia foram registradas excedendo $n=100$ (Bayer & Kubitzky 2003, Fryxell 1988, 1997a).

Tribo Malveae

Nas classificações tradicionais, Malvaceae s.s., que compõe em parte a subfamília Malvoideae, foi dividida em cinco tribos: Decaschistieae, Gossypieae, Hibisceae, Malvavisceae e Malveae. Estas tribos são aceitas até os dias atuais, sendo circunscritas principalmente pelo tipo de fruto, número de estiletes em relação ao de carpelos, ápice do tubo estaminal e pela presença ou não de glândulas de gossipol, principalmente nas folhas e sementes (tabela 1). O número de representantes varia desde Decaschistieae com apenas um gênero até Malveae com cerca de 70 gêneros (Fryxell 1988, La Ducke & Doebley 1995).

A tribo Malveae, na qual *Gaya* se insere é considerada morfologicamente a mais diversa entre as cinco tribos de Malvaceae s.s. e exibe ampla distribuição geográfica nas regiões temperadas e tropicais, compreendendo 70 gêneros e cerca de 1000 espécies (Fryxell 1997a). No Brasil esta tribo está representada por 17 gêneros e aproximadamente 210 espécies distribuídas em todas as regiões e domínios fitogeográficos (Bovini *et al.* 2014).

A tribo Malveae caracteriza-se por reunir espécies com as partes livres dos estames concentradas no ápice do tubo estaminal, diferindo dos representantes das demais tribos que apresentam as partes livres de estames diversamente distribuídas ao longo do tubo estaminal cujo ápice é pentalobado (figura 1). Além disso, nos representantes da tribo Malveae o epicálice às vezes está ausente, o número de carpelos é igual ao número de estiletos e o fruto geralmente é do tipo esquizocarpo (Fryxell 1988, Bayer & Kubitzki 2003).

Os estudos filogenéticos mais abrangentes que amostraram representantes da tradicional ordem Malvales, realizados por Bayer *et al.* (1999), Alverson *et al.* (1999), Baum *et al.* (2004) e Nyffeler *et al.* (2005) baseados em sequências plastidiais (*rbcL*, *atpB*, *ndhF*, *trnK* e *matK*), apontaram o monofiletismo da tribo Malveae, além da sua relação com a tribo Gossypieae. Essas evidências também foram constatadas na análise filogenética da tribo Hibisceae (Pfeil *et al.* 2002) com os marcadores de cloroplasto *ndhF* e *rpL16 intron*.

No trabalho de La Ducke & Doble (1995) com enfoque em Malvoideae, baseado em sítios de restrição de cpDNA, os representantes de Malveae emergiram num clado com suporte significativo (BS=97%), tendo como grupo irmão todos os gêneros amostrados de Gossypieae e Hibisceae. A sinapomorfia morfológica da tribo Malveae é a ausência dos cinco lobos apicais no tubo estaminal (figura 1) (Judd *et al.* 1999).

Em Malveae a morfologia do mericarpo assumiu grande importância na taxonomia da tribo em função da diversidade que esta estrutura exhibe (figura 2), constituindo base para a criação e circunscrição de vários gêneros. Os mericarpos podem ser trígonos, com ápice aristado (figura 2H, I), rostrado ou mútico (figura 2A-C), apresentando no interior uma ou duas cavidades (figura 2C, I, H, K, L) e 1-muitas sementes (figura 2I, K, L, C). Além disso, podem apresentar (figura 2D, J) ou não nervuras conspícuas (figura 2A), constrição mediana (figura 2H), alas laterais (figura 2E), uma projeção interna denominada endoglossa (figura 2K, L) e diferentes tipos de deiscência (Fryxell 1988, 1997a, Bayer & Kubitzky 2003).

O problema de circunscrição dos gêneros da tribo Malveae com base nos caracteres morfológicos utilizados para a criação destes representantes, bem como as dificuldades encontradas para posicionar várias espécies foram bastante discutidos nos trabalhos taxonômicos de Fryxell (1997a, b).

Nesse contexto deve-se destacar os caracteres da endoglossa. Segundo Fryxell (1988) trata-se de uma protrusão da parede interna do mericarpo que exhibe variação morfológica em nível genérico. Esta estrutura foi denominada genericamente por Hochreutiner (1917a) sem, no entanto, apresentar um estudo anatômico e ontogenético. A endoglossa origina-se na parede ventral ou dorsal do mericarpo, podendo ser simples ou dupla, vestigial ou desenvolvida de forma a reter a semente (exclusivamente em *Gaya*) ou dividir o mericarpo em duas cavidades (Fryxell 1988) (figura 3).

Vários gêneros da tribo Malveae foram criados com base na presença de endoglossa, associada em alguns casos ao número de sementes: *Allosidastrum* (Hochr.) Krapov., Fryxell & D.M. Bates, *Anoda* Cav., *Anisodonteia* C. Presl, *Allowissadula* D.M. Bates, *Batesimalva* Fryxell, *Briquetia* Hochr., *Gaya* Kunth, *Hochreutineria* Krapov., *Fuertesimalva* Fryxell, *Malvastrum* A. Gray, *Modiola* Moench, *Modiolastrum* K. Schum., *Pseudabutylon* R.E. Fries, *Sphaeralcea* A. St.-Hil., *Tetrasida* Ulbr. e *Urocarpidium* Ulbr.

A presença da endoglossa em gêneros morfológicamente não relacionados entre si tornou essa estrutura gradativamente pouco importante na taxonomia da tribo Malveae. Alguns gêneros foram segregados como *Allosidastrum* e *Allowissadula*, enquanto outros passaram a abrigar espécies nas quais a endoglossa está ausente como *Pseudabutylon* e *Gaya*.

Quanto aos caracteres florais e vegetativos, estes pouco auxiliaram na circunscrição genérica, sempre em associação aos caracteres do fruto, destacando-se os estigmas clavados em *Corynabutylon*, as lâminas foliares dos ramos superiores sésseis em *Briquetia*, as pétalas auriculadas em *Akrosida*, o hábito arborescente em *Bakeridesia* e a presença ou não de epicálise

em *Malvella*, os dois últimos considerados caracteres artificiais por Bates (1968) e Fuertes *et al.* (2003).

Em relação às subdivisões da tribo, foram propostas várias interpretações e composições (tabela 2). A primeira classificação de Malveae, proposta por Bentham & Hooker (1862), baseou-se na morfologia do gineceu quanto ao número de verticilos, número de óvulos por carpelo e posição do óvulo no ovário, dividindo Malveae em quatro subtribos: Abutilinae, Malopinae, Malvinae e Sidinae. Essa classificação foi seguida por Schumann (1890), Edlin (1935) e Kearney (1951) que adicionaram outros gêneros e propuseram algumas modificações, sendo que o último autor criou uma subtribo nova, Corynabutilinae, com base na presença de estigmas clavados (tabela 2).

A partir de 1968 foram propostas novas classificações compostas por alianças baseadas principalmente na presença ou ausência de epicálise, morfologia do pólen, número de cromossomos e nos dados de distribuição geográfica (Bates 1968, Bates & Blanchard 1970, Fryxell 1988, Bayer & Kubitzky 2003) (tabela 2).

Essas classificações tradicionais propostas para a tribo Malveae foram consideradas artificiais, com o estabelecimento dificultado pelo fato de que vários gêneros foram pobremente circunscritos com base em caracteres que não refletiam as relações de parentesco. A evolução convergente de muitos caracteres morfológicos constituiu um obstáculo para a identificação de grupos naturais e a taxonomia de diversos gêneros como *Sida* e *Abutilon* foi durante muito tempo mal compreendida (Bates 1968, Fryxell 1997a, Fuertes *et al.* 2003).

No que diz respeito às análises filogenéticas moleculares que buscaram esclarecer as relações entre os gêneros da tribo Malveae, a mais abrangente foi realizada por Tate *et al.* (2005) com base em sequências de ITS, na qual foram amostrados 68 gêneros e 121 espécies, sendo evidenciado que a maioria das alianças propostas para a tribo, assim como vários gêneros (*Abutilon*, *Bakeridesia*, *Sida* e *Tarasa*) não são monofiléticos (figura 4). Nesse estudo emergiram dois grandes clados (A e B). No clado B emergiram os gêneros com epicálise

(exceto em *Malvella*) e número de cromossomos básico $n=5$ ou 9. No clado A os gêneros sem epicálise (exceto em *Nototriche*) e com número de cromossomos $n=6, 7, 8$, raramente 5, 13 ou 15. Deve-se destacar que os gêneros cujas espécies apresentam mericarpos com endoglossa emergiram isoladamente e não relacionados entre si nos cladogramas A e B.

Outras análises filogenéticas moleculares buscaram testar o monofiletismo de gêneros da tribo Malveae, bem como esclarecer as relações com gêneros afins destacando-se: Tate & Simpson (2003) para *Tarasa* (ITS), Escobar Garcia *et al.* (2009) para as relações dos gêneros da aliança *Malva* (*psbA-trnH*, *matK*, *trnK*, *ndhF* e *trnL-trnF*), Fuertes *et al.* (2003) para *Sida* (ITS), Huertas *et al.* (2007) para *Palaua* (ITS e *psbA-trnH*), Tate (2011) para *Urocarpidium* (*rpL16* intron, *ndhF* e 3' *matK-trnK* intron), Wagstaff & Tate (2011) para *Plagianthus* (ITS e *trnK/matK*), Escobar Garcia *et al.* (2012) para *Alcea* (ITS, *trnL-trnF*) e Donnel *et al.* (2012) para *Callianthe*, *Bakeridesia* e *Abutilon* (ITS).

Nestes estudos não foi evidenciado o monofiletismo da maioria dos gêneros (*Abutilon*, *Bakeridesia*, *Sida*, *Malva*, *Lavatera*, *Tarasa*, *Alcea*, *Plagianthus* e *Palaua*). Apenas Donnel *et al.* (2012) propuseram mudanças nomenclaturais, apresentando um gênero novo (*Callianthe*) composto por membros segregados de *Abutilon* e *Bakeridesia*, sustentado por uma deleção de 25 pares de base na sequência de ITS2 e pelas pétalas com nervuras proeminentes.

No tocante às relações infragenéricas, foram pobremente resolvidas na maioria das análises filogenéticas, exceto em Huertas *et al.* (2007), Wagstaff & Tate (2011) e Fuertes *et al.* (2003). Somente Escobar Garcia *et al.* (2009) e Wagstaff & Tate (2011), que trataram de gêneros endêmicos do Peru e da Nova Zelândia (*Palaua* e *Plagianthus*) respectivamente, discutiram a morfologia com base na reconstrução evolutiva dos caracteres. Os únicos gêneros que ocorrem no Brasil, tratados nestes estudos, foram *Abutilon*, *Sida* e *Bakeridesia*. Além desses ressalta-se a análise cladística das espécies de *Wissadula* que ocorrem no Brasil realizada por Bovini (2008) com base em caracteres morfológicos.

Dentre os caracteres que corroboraram as evidências filogenéticas na tribo Malveae destacam-se o comprimento das pétalas, proeminência das nervuras do cálice e das pétalas, deiscência dos mericarpos, presença de tricomas no interior dos mericarpos, tipos de inflorescência, além do número de cromossomos (Fuertes *et al.* 2003, Donnel *et al.* 2012, Escobar *et al.* 2009).

Posicionamento de *Gaya* na tribo Malveae

Nas primeiras classificações propostas para tribo Malveae (1862 a 1967), baseadas na morfologia do gineceu, o gênero *Gaya* sempre foi posicionado na subtribo Sidinae com base nos carpelos dispostos em um único verticilo, tendo cada carpelo apenas um óvulo pêndulo. Os gêneros incluídos por Bentham & Hooker (1862) na subtribo Sidinae são atualmente muito distintos entre si pelos caracteres morfológicos, citogenéticos e polínicos. Mesmo assim essa composição morfológica foi seguida nas classificações de Schumann (1890), Edlin (1935) e Kearney (1951) que adicionaram outros gêneros à subtribo (tabela 2).

O gênero *Herissantia*, considerado morfológicamente afim de *Gaya*, foi inserido por Edlin (1935) na mesma subtribo de *Gaya* com base nas similaridades compartilhadas, especialmente na morfologia dos frutos (tabelas 2 e 3). Em 1951, Kearney transferiu *Herissantia* para a subtribo Abutilinae, provavelmente por ter constatado maior número de sementes por mericarpo neste gênero (tabelas 2 e 3).

Nas classificações propostas posteriormente (1968-2003) baseadas em alianças, *Gaya* foi sempre mantido na aliança *Gaya* juntamente com *Cristaria* e *Lecanophora* por compartilharem o mesmo número de cromossomos, ausência de epicálice e a distribuição nas Américas (tabelas 2 e 3). Entretanto, os representantes destes dois gêneros apresentam diferenças consideráveis em relação a *Gaya*, principalmente quanto aos caracteres polínicos e à morfologia dos frutos (tabela 3).

Nessas classificações baseadas em alianças, Fryxell (1988) definiu o posicionamento de *Herissantia*, criando a aliança *Herissantia* que abriga espécies com número de cromossomos $n=7$

ou 6 e grãos de pólen com 3-4 aberturas. Posteriormente, este gênero foi novamente relacionado com o gênero *Abutilon*, sendo transferido para aliança *Abutilon* por Bayer & Kubitzki (2003).

Na análise filogenética mais abrangente realizada com a tribo Malveae (Tate *et al.* 2005), os gêneros da aliança *Gaya* foram segregados em dois clados fortemente sustentados (BS=100%, PP=1), sendo um deles formado por *Cristaria* e *Lecanophora*, enquanto o outro, distantemente relacionado, constituído pelas únicas espécies amostradas de *Gaya*: *G. atiquipana* Krapov. e *G. calyptrata* (Cav.) Kunth ex K. Schum. (figura 4). O clado composto por *Gaya* emergiu como grupo irmão do clado constituído por *Hochreutinera*, *Briquetia* e *Dirhamphis* com fraco suporte nas análises de Máxima Parcimônia (MP) e Bayesiana (figura 4).

Hochreutinera é um gênero da aliança *Abutilon*, enquanto *Briquetia* e *Dirhamphis* pertencem à aliança *Batesimalva* (tabela 2). Esses gêneros são claramente distintos de *Gaya* especialmente pelos caracteres dos mericarpos: número de cavidades internas e sementes, presença ou não de endoglossa, tipos de nervuras nas faces laterais e presença ou não de aristas basais. Além disso, também diferem de *Gaya* por apresentarem os grãos de pólen em geral com apenas três aberturas e número de cromossomos $n=7$ ou 15 (tabela 4) (Erdtman 1952, Fryxell 1982, 1988, 1997a, Bayer & Kubitzki 2003, Milla 2007).

Na análise filogenética realizada por Donnel *et al.* (2012) o gênero *Gaya*, representado somente por *G. calyptrata* e *G. atiquipana*, emergiu com alto suporte como grupo-irmão de *Callianthe* (BS=92%, PP=1), um gênero novo criado naquele estudo com base em espécies segregadas de *Abution* (aliança *Abutilon*) e *Bakeridesia*, posicionado em várias alianças (tabela 2). Um clado maior, o clado C, constituído por *Gaya* + *Callianthe* e *Hochreutinera* + *Briquetia* + *Dirhamphis* emergiu com fraco suporte nas análises de Máxima Parcimônia e Verossimilhança (figura 5).

Donnel *et al.* (2012) destacaram as diferenças morfológicas entre *Callianthe* e *Gaya*, não encontrando sinapomorfias que sustentassem as relações fortemente estabelecidas entre os dois gêneros. *Callianthe* compreende 41 espécies caracterizadas principalmente pelo hábito

arbóreo (até 17 m de altura) e arbustivo, número de cromossomos $n=8$, flores maiores que 2 cm de comprimento, pétalas com coloração variada e apresentando as nervuras proeminentes. Quanto ao fruto, os mericarpos possuem 4 a muitas sementes e a endoglossa está ausente. Além disso, Milla (2007) e Saba (2007) relataram, em seis espécies de *Callianthe*, grãos de pólen com apenas 3-4 aberturas (tabela 4).

Os estudos filogenéticos realizados até o presente não esclareceram as relações de *Gaya* e de vários outros gêneros da tribo Malveae e não corroboraram as classificações tradicionais, apoiando a artificialidade das mesmas. No estudo de Tate *et al.* (2005) as afinidades de *Gaya* foram evidenciadas com suporte pouco significativo, o que foi corroborado pelas diferenças encontradas em *Gaya*, principalmente quanto à morfologia do fruto, aos caracteres polínicos e ao número de cromossomos (tabela 4). No estudo de Donnel *et al.* (2012) a relação de *Gaya* como grupo-irmão de *Callianthe* apresentou forte sustentação molecular, mas não foi reconhecida principalmente por não terem sido evidenciadas similaridades morfológicas entre os dois gêneros (tabela 4).

Por outro lado, as afinidades morfológicas compartilhadas por *Gaya* e *Herissantia* apontadas nos estudos taxonômicos por Hanks & Fryxell (1979) e Fryxell (1997a) não foram avaliadas nos estudos filogenéticos moleculares, já que *Herissantia* não foi amostrado.

História taxonômica de *Gaya*

O gênero *Gaya* foi descrito por Kunth (1821) em homenagem ao botânico francês Jacques Etienne Gay com base em três espécies: *G. canescens*, *G. hermannioides* e *G. subtriloba*, sendo inicialmente circunscrito pela presença nos mericarpos de uma endoglossa muito desenvolvida e peculiar.

Essa delimitação morfológica foi seguida por Saint-Hilaire (1827) e Sweet (1830) que adicionaram ao gênero quatro espécies e por Schumann (1891), na *Flora brasiliensis*, que descreveu nove espécies, das quais duas (*G. guerkeana* K. Schum. e *G. pilosa* K. Schum.) apresentam o

mericarpo com uma endoglossa vestigial e que não retém a semente. Nesta obra, foram propostas duas Seções: *Eugaya* e *Microlophia* com base na presença de endoglossa desenvolvida ou vestigial.

A importância que foi atribuída à presença da endoglossa na taxonomia de *Gaya* foi evidente e decisiva para a incorporação de outras espécies por Baker (1892), Rose (1895), Fries (1906), Rodrigues (1907), Hassler (1909), Urban (1912), Hochreutiner (1917b, 1920), Rusby (1920) e Ulbrich (1932).

Krapovickas *et al.* (1974) propuseram uma nova circunscrição do gênero, incluindo uma espécie (*G. elinguata*=*G. monosperma*) cujo mericarpo não possui endoglossa, sendo tal posicionamento corroborado principalmente pela presença de uma semente no mericarpo, número de cromossomos ($n=6$) e pelos caracteres polínicos.

Hanks & Fryxell (1979) relacionaram *Gaya* a *Herissantia* com base nas similaridades morfológicas compartilhadas, principalmente pelos frutos inflados e devido ao estudo de Bates (1976) que evidenciou em *Herissantia tiubae* (K. Schum.) Brizicky o mesmo número de cromossomos que as espécies de *Gaya*. Entretanto diferenças na morfologia do fruto, bem como nos caracteres polínicos foram decisivas para o posicionamento de *H. tiubae* em *Herissantia* e para distinção dos dois gêneros.

Os últimos e mais importantes trabalhos taxonômicos sobre *Gaya* foram os de Krapovickas (1996), no qual foram reconhecidas 33 espécies (10 novas) e o gênero foi considerado um representante isolado na tribo Malveae com base em caracteres morfológicos, polínicos e no número de cromossomos; e de Fryxell (1997a) que corroborou o trabalho anterior e considerou artificiais as similaridades entre *Gaya* e *Herissantia* quanto aos frutos inflados, conforme já havia discutido Bates (1976) e Hanks & Fryxell (1979).

A história taxonômica de *Gaya* revela poucas segregações e problemas nomenclaturais. Quanto às questões nomenclaturais, das 39 espécies descritas em *Gaya*, apenas seis foram segregadas de outros gêneros: *Sida* (3 spp.), *Abutilon* (2 spp.) e *Tetraptera* (1sp.). Foram sinonimizados 34 nomes, sendo 11 infraespecíficos. Apenas duas espécies foram segregadas

para outros gêneros: *G. violacea* Rose, foi combinada em *Batesimalva* e *G. sylvatica* (Cav.) Krapov. em *Callianthe* por Fryxell (1975) e Door (2014), respectivamente.

Gaya Kunth

Gaya compreende 39 espécies distribuídas na região Neotropical desde o México até a Argentina. Na América Central foram registradas apenas três espécies, enquanto a América do Sul abriga 37 espécies, das quais 36 são endêmicas, sendo que a maior diversidade do gênero ocorre no Brasil, com 13 espécies (Esteves & Takeuchi 2014) e no Peru, com oito espécies.

Na lista do Brasil, das 13 espécies registradas, oito são endêmicas, distribuídas em todas as regiões e domínios fitogeográficos (Esteves & Takeuchi 2014). O alto grau de endemismo das espécies de *Gaya* que ocorrem no país é semelhante àquele constatado em outros gêneros de Malvoideae como *Abutilon*, *Hibiscus*, *Pavonia* e *Peltaea* (Esteves 1996, Takeuchi & Esteves 2012).

Diversos autores caracterizaram *Gaya*, sobretudo pelo esquizocarpo inflado com os mericarpos dotados de endoglossa. Na maioria das espécies do gênero essa estrutura atinge uma complexidade não notada em nenhuma outra espécie de Malveae, de tal forma a reter a única semente no momento da deiscência (Fryxell 1997a, Hochreutiner 1917a, Krapovickas 1996), entretanto a endoglossa não é conhecida quanto à sua ontogenia. O único trabalho que tratou dos frutos das espécies da tribo Malveae é de cunho morfológico (Hochreutiner 1917a), do qual vários termos propostos são adotados nos trabalhos taxonômicos.

Com relação aos estudos taxonômicos, a contribuição mais importante, Krapovickas (1996), compreende uma sinopse na qual foram apresentados uma chave de identificação, dados citogenéticos e de distribuição geográfica, além de ilustrações de 33 espécies (10 novas). Entretanto, nesse trabalho foram incluídas somente as descrições morfológicas das espécies novas. As espécies ocorrentes no Brasil foram apenas relacionadas e a citação das mesmas foi baseada principalmente nos materiais de herbários estrangeiros.

Outra contribuição importante, Fryxell (1997a), compreende um estudo abrangente dos gêneros de Malvaceae que ocorrem no continente americano. Nesta obra são apresentados a descrição morfológica de *Gaya* e comentários sobre a história taxonômica do gênero, bem como a discussão de suas relações com outros membros da tribo Malveae. Além disso, destacam-se trabalhos que trataram de descrições de espécies novas (Krapovickas 2006, 2008, 2012).

O gênero foi tratado em vários estudos florísticos, ressaltando-se os inventários de Arechavaleta (1898) no Uruguai, Macbride (1956) no Peru, Foster (1958) na Bolívia, Standley & Steyermark (1949) na Guatemala, Molina (1975) em Honduras, Fryxell (1988, 1991, 1992) no México, Equador e Venezuela, Krapovickas (1999), Krapovickas & Tolaba (2008), Carreras *et al.* (2012) na Argentina e Stevens *et al.* (2001) na Nicarágua.

No tocante às espécies que ocorrem no Brasil, os trabalhos são escassos, sendo o tratamento de Schumann (1891) na *Flora brasiliensis* a principal referência, na qual foram tratadas nove espécies. Além disso, há somente as contribuições de Esteves & Takeuchi (2014) na Lista de espécies da Flora do Brasil e de Esteves (2010) na Flora de Alagoas.

Nos estudos polínicos realizados por Christensen (1986), Hanks & Fryxell (1979), Martinez (1982), Jiménez-Reyes (2003), Cuadrado (2006), Saba (2007) e Milla (2007) foram analisadas 11 espécies de *Gaya*, das quais seis ocorrem no Brasil. De acordo com estes autores, os grãos de pólen de *Gaya* são apolares, grandes, pericóporados, com 10-32 aberturas distribuídas espiraladamente. Somente Milla (2007) detectou caracteres para delimitação infragênica, encontrando diferenças significativas para a separação de *Gaya gaudichaudiana* A. St.-Hil. e *G. domingensis* Urb.

Os estudos citogenéticos realizados com a tribo Malveae envolveram 12 espécies de *Gaya*, sendo que seis ocorrem no Brasil. O número de cromossomos registrado para *Gaya* é $n=6$, com tetraploidia relatada apenas em *G. gaudichaudiana* (Bates 1976, Coleman 1982, Fernández 1974, 1981, Fernández *et al.* 2003, Krapovickas *et al.* 1974, Krapovickas 1957, 1967, 2012).

No que se refere aos caracteres micromorfológicos de *Gaya*, Krapovickas *et al.* (1974) estudaram a nervação dos mericarpos de duas espécies, comparando o padrão encontrado com o de espécies de *Abutilon* e *Herissantia*. Posteriormente, Da-Silva (2014) analisou a nervação dos mericarpos de um maior número de espécies de *Gaya*, relacionando-a à dos gêneros *Callianthe*, *Briquetia*, *Herissantia* e *Hochreutinera*. Este autor investigou também o indumento dos mericarpos e das sementes de várias espécies destes gêneros visando sua utilização na delimitação infragenérica.

Quanto aos estudos filogenéticos destacam-se os de Tate *et al.* (2005) e Donnel *et al.* (2012) que amostraram duas espécies extra brasileiras: *Gaya atiquipana* e *G. calyptrata*, utilizando sequências de ITS. Além destes há apenas o de Tate (2011) que amostrou *G. atiquipana* com base em sequências *rpL16 intron*, *ndhF* e 3' *matK-trnK intron*.

Além da carência de espécies amostradas de *Gaya* nos estudos filogenéticos disponíveis, e das relações pouco esclarecidas deste gênero na tribo Malveae, vale ressaltar que, exceto Tate (2011), os demais trabalhos filogenéticos referidos foram desenvolvidos com base em apenas um marcador molecular. Ressalta-se também que *Herissantia*, o gênero morfológicamente mais relacionado a *Gaya* nos estudos taxonômicos, não foi amostrado em nenhum dos trabalhos já publicados.

Tabela 1. Principais caracteres das tribos de Malvaceae s.s. (Fryxell 1988).

	Decaschistieae	Gossypieae	Hibisceae	Malvavisceae	Malveae
Fruto	cápsula	cápsula	cápsula	esquizocarpo	esquizocarpo
Relação: estiletos/carpelos	1	1	1	2	1
Ápice do tubo estaminal	5-lobado	5-lobado	5-lobado	5-lobado	não lobado
Glândulas de gossipol	ausente	presente	Ausente	ausente	ausente

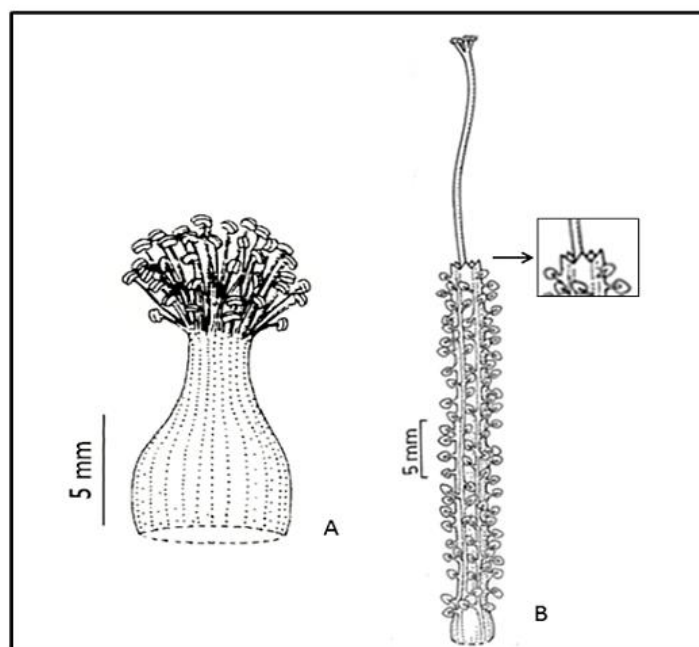


Figura 1. Tubo estaminal. A: *Abutilon nigricans* Esteves & Krapov., tribo Malveae (extraído de Esteves & Krapovickas, 2002). B: *Hibiscus kitabelifolius* A. St.-Hil., tribo Hibisceae (extraído de Esteves *et al.* 2014).

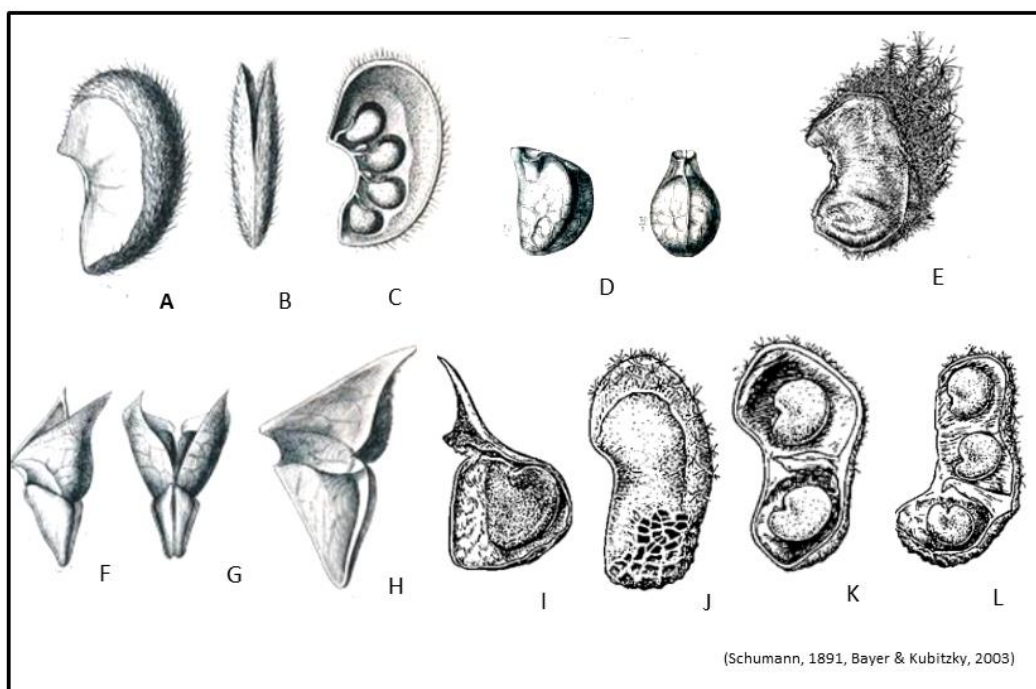


Figura 2. A-L. Mericarpos de gêneros da tribo Malveae. A-C. *Callianthe*. A-B. Vista externa lateral e dorsal; C. Vista interna. D. *Sida*. Vista externa lateral, dorsal. E. *Bakeridesia*. Vista externa lateral. F-H. *Wissadula*. Vista externa, lateral, dorsal, lateral. I. *Sida*. Vista interna. J-L. *Anisodonteia*; J. Vista externa, lateral; K-L. Vista interna.

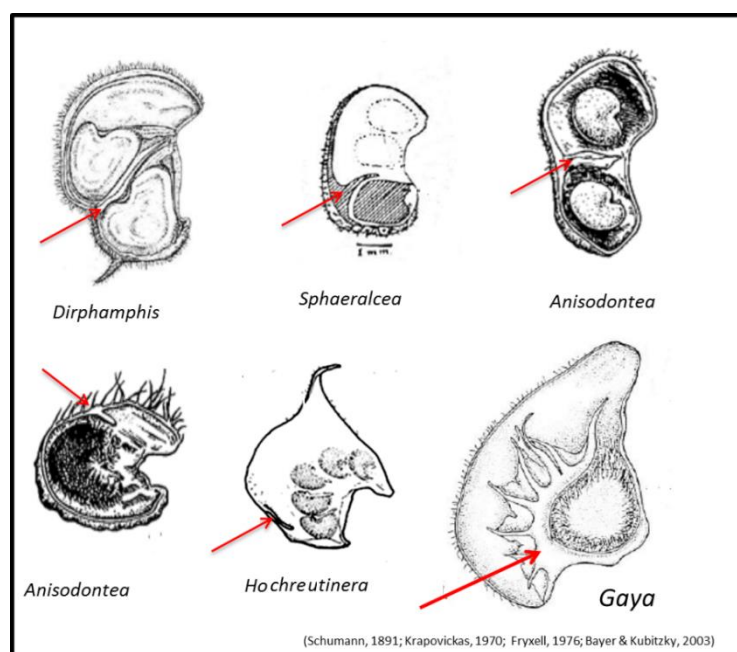


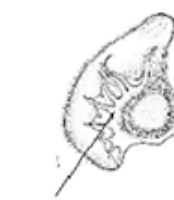
Figura 3. Mericarpos de gêneros da tribo Malveae, vista interna, mostrando as sementes e a endoglossa indicada na seta.

Tabela 2. Principais classificações propostas para a tribo Malveae com ênfase em *Gaya* e gêneros historicamente relacionados (subtribos e alianças em negrito).

Subtribos				Alianças		
Bentham & Hooker (1862)	Schumann (1890, 1891)	Edlin (1935)	Kearney (1951)	Bates (1968)	Fryxell (1988)	Bayer & Kubitzky (2003)
Abutileae <i>Abutilon</i>	Abutilinae <i>Abutilon</i>	Abutilinae <i>Abutilon</i> <i>Bakeridesia</i>	Abutilon <i>Abutilon</i> <i>Bakeridesia</i> <i>Herissantia</i>	Abutilon <i>Abutilon</i> <i>Bakeridesia</i> <i>Briquetia</i> <i>Herissantia</i>	Abutilon <i>Abutilon</i> <i>Hochreutinera</i>	Abutilon <i>Abutilon</i> <i>Hochreutinera</i>
Malopeae	Malvinae	Malvinae			Anisodontea	Anisodontea
Eumalveae	Sidinae <i>Bastardia</i> <i>Periptera</i> <i>Bastardiopis</i> <i>Briquetia</i> <i>Robinsonella</i> <i>Tarasa</i> <i>Malvella</i> <i>Sida</i> <i>Anoda</i> <i>Cristaria</i> <i>Gaya</i> <i>Hoheria</i> <i>Plagianthus</i>	Sidinae <i>Bastardia</i> <i>Herissantia</i> <i>Malvella</i> <i>Sida</i> <i>Anoda</i> <i>Cristaria</i> <i>Gaya</i> <i>Hoheria</i> <i>Lawrencia</i> <i>Plagianthus</i>	Malvinae Sidinae <i>Bastardia</i> <i>Bastardiopis</i> <i>Briquetia</i> <i>Malvella</i> <i>Robinsonella</i> <i>Sidastrum</i> <i>Tetrasida</i> <i>Periptera</i> <i>Anoda</i> <i>Gaya</i> <i>Cristaria</i> <i>Lecanophora</i> <i>Sida</i> <i>Hoheria</i>	Anisodontea Anoda Kearnemalvastrum <i>Gaya</i> <i>Cristaria</i> <i>Lecanophora</i> Malacothamnus Malope Malva (p.p.) Anisodontea (p.p.) Malvastrum (p.p.) Sphaeralcea (p.p.) Plagianthus Sidalcea Sphaeralcea	Anoda Bakeridesia Batesimalva <i>Briquetia</i> <i>Dirhamphis</i> Fryxellia <i>Gaya</i> <i>Gaya</i> <i>Cristaria</i> <i>Lecanophora</i> Herissantia <i>Herissantia</i> Kearnemalvastrum Phymosia Malope Modiola Malva Malvastrum Robinsonella Sida Sidalcea Sphaeralcea	Anoda Batesimalva <i>Bakeridesia</i> <i>Briquetia</i> <i>Dirhamphis</i> <i>Gaya</i> <i>Cristaria</i> <i>Lecanophora</i> Kearnemalvastrum Malacothamnus Malope Malva Malvastrum Plagianthus Sidalcea Sphaeralcea
			Corynabutilinae			

Tabela 3. Principais caracteres de *Gaya* e de gêneros historicamente relacionados com base em dados morfológicos, polínicos e de distribuição geográfica e no número de cromossomos (Fryxell 1988, 1997a; Bayer & Kubitzki 2003).

Caracteres	<i>Gaya</i>	<i>Herissantia</i>	<i>Cristaria</i>	<i>Lecanophora</i>
Distribuição geográfica	México até Argentina	México até Argentina	Peru, Bolívia e Chile	Argentina
Nº de cromossomos (n)	6	6-7	6	6
Nº de aberturas dos grãos de pólen	10-32	3-4	3-4	3
Fruto inflado	presente	presente (fig. 2)	ausente	ausente
Nº de sementes por mericarpo	1	1-3	1	1
Endoglossa	em geral presente (fig. 1)	ausente	ausente	ausente
Nervuras das faces laterais do mericarpo	inconspícuas	inconspícuas	conspícuas	conspícuas
Expansão basal da columela	ausente	ausente	presente	presente (fig. 3)



endoglossa
Gaya fig. 1



fig. 2
Herissantia



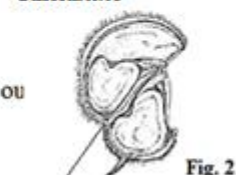
fig. 3
Lecanophora

Tabela 4. *Gaya* e gêneros afins amostrados nos estudos filogenéticos (Tate *et al.* 2005; Donnel *et. al* 2012) e principais caracteres utilizados na delimitação destes gêneros por Fryxell (1988, 1997a); Krapovickas (1970); Bayer & Kubitzki (2003).

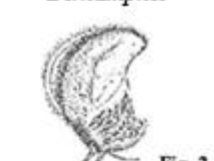
Caracteres	<i>Gaya</i>	<i>Callianthe</i>	<i>Briquetia</i>	<i>Dirhamphis</i>	<i>Hochreutinera</i>
Distribuição geográfica	México até a Argentina	México até a Argentina	México, Brasil, Paraguai e Argentina	México, Bolívia e Paraguai	México, Paraguai e Argentina
Nº de cromossomos (n)	6	8	7	7 ou 15	7
Nº de aberturas dos grãos de pólen	10-32	3-4	3-10	-	3
Folhas	pecioladas	pecioladas	superiores sésseis ou pecioladas	superiores sésseis	superiores sésseis ou pecioladas
Venação das pétalas	não proeminente	proeminente	não proeminente	não proeminente	não proeminente
Fruto inflado	presente	ausente	ausente	ausente	ausente
Nº de cavidades no mericarpo	1	1	1-2	2 (Fig. 2)	1
Nº de sementes por mericarpo	1	4-muitas	1-2	1-3	5 (Fig. 4)
Endoglossa	presente	ausente	presente	presente (Fig. 2)	presente (Fig. 4)
Aristas basais no mericarpo	ausente	ausente	presente ou ausente	presente (Fig. 2)	presente (Fig. 4)
Nervuras das faces laterais do mericarpo	inconspícuas	inconspícuas	conspícuas ou não	conspícuas (Fig. 3)	conspícuas



Callianthe



endoglossa
Dirhamphis



Dirhamphis



endoglossa
Hochreutinera

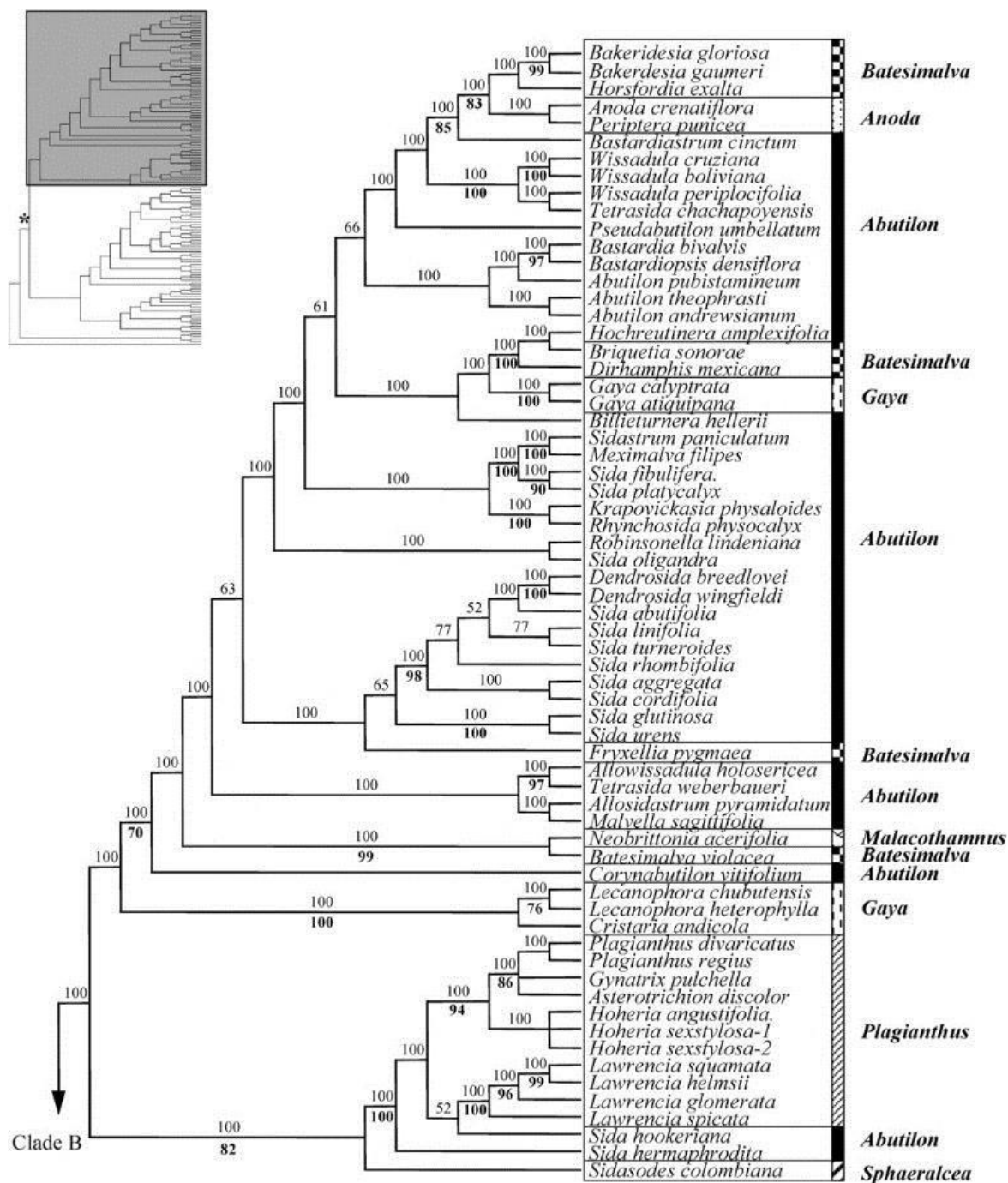


Figura 4. Árvore de consenso de maioria parcial (clado A) obtida das 10.000 árvores geradas na análise de Máxima Parcimônia com base em ITS. A frequência da reconstrução dos clados é indicada acima dos ramos e os valores de bootstrap são mostrados abaixo dos nós. Os nomes das alianças propostas para a tribo Malveae são mostrados à direita e seguiram Bayer & Kubitzki (2003).

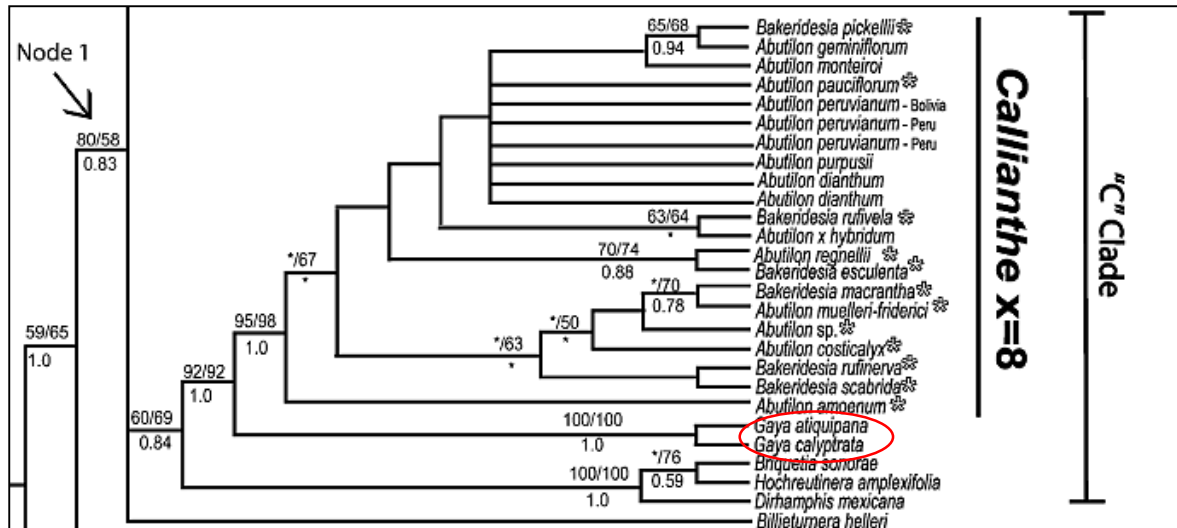


Figura 5. Árvore de consenso estrito parcial com ênfase no clado C. Os valores de bootstrap (Máxima Verossimilhança/Máxima Parcimônia) são mostrados acima dos ramos e os valores das probabilidades posteriores abaixo dos ramos.

OBJETIVOS

Diante do exposto o presente trabalho teve como objetivos:

- testar o monofilismo do gênero *Gaya* e esclarecer suas relações na tribo Malveae, utilizando maior amostragem de espécies, por meio de uma análise filogenética baseada principalmente em dados moleculares (nuclear e plastidiais);
- realizar a revisão taxonômica das espécies de *Gaya* que ocorrem no Brasil, com base na análise morfológica de suas estruturas vegetativas e reprodutivas, fornecendo novos caracteres diagnósticos para o reconhecimento das espécies, descrições morfológicas, chave de identificação, ilustrações, comentários sobre a variabilidade e relações taxonômicas, além de mapas e dados de distribuição geográfica e de conservação;

MATERIAL E MÉTODOS

Estudo filogenético

Amostragem

Foram incluídas 43 sequências de ITS, 35 de petL-psbE e 38 de *rpL16 intron*, das quais um total de 110 foram obtidas neste estudo, 16 estão depositadas no Genbank e duas foram cedidas pela Dra. Jennifer Tate (Universidade de Massey, Nova Zelândia). As sequências representam um total de 19 espécies de *Gaya* e 14 espécies pertencentes a oito gêneros da tribo Malveae, além de um representante da tribo Malvavisceae (*Pavonia communis* A. St.-Hil.) que foi utilizado como grupo externo. Os materiais testemunho das espécies estão indicados na tabela 5.

A escolha dos gêneros afins de *Gaya* foi baseada no estudo das similaridades morfológicas observadas entre os gêneros, na classificação de Bayer & Kubitzky (2003) e nos estudos filogenéticos moleculares de Tate *et al.* (2005) e Donnel *et al.* (2012).

Essa amostragem corresponde a cerca de 50% das espécies de *Gaya*, buscando englobar toda a diversidade morfológica observada no gênero. Além disso, procurou-se amostrar espécies que abrangem grande parte da área de distribuição geral do gênero: 13 spp. do Brasil, 1 sp. da Argentina, 1 sp. da Nicarágua, 1 sp. do Peru e 3 spp. da Colômbia.

Foram feitos esforços para obtenção de sequências das espécies citadas abaixo a partir de materiais de herbário, porém sem sucesso para todas as regiões estudadas: *Gaya bordasii* Krapov. (A. Pott 6999, CPAP; S. Neffa 1750, CTES), *Gaya cruziana* Krapov. (Ferrucci 2648, CTES), *Gaya matutina* Krapov. (Ferrucci *et al.* 2624, CTES), *Gaya parviflora* (Phil.) Krapov. (J. Paula-Souza 7779, CTES) e *Hochreutinera amplexifolia* (DC.) Fryxell (F. Franco 3069, CTES).

Tabela 5: Espécies amostradas no estudo filogenético, seguidas dos respectivos vouchers dos materiais testemunho.

Espécies	Voucher
Tribo Malveae	
<i>Abutilon itatiaie</i> R.E. Fries	C. Takeuchi 71 <i>et al.</i> (SP)
<i>Abutilon umbelliflorum</i> A. St.–Hil.	C. Takeuchi 138 (SP)
<i>Abutilon malacum</i> S. Watson	R.S. Felger 81-92 (MO)
<i>Billieturnera helleri</i> Fryxell	Fryxell 5058 (NY)
<i>Briquetia denudata</i> Chodat & Hassl.	C. Takeuchi 139 & A. Sciamarelli (SP)
<i>Briquetia spicata</i> (Kunth) Fryxell	V.C. Souza <i>et al.</i> 28140 (ESA, SP)
<i>Callianthe costicalyx</i> (K. Schum.) Donnel	C. Takeuchi 75 & T. Takeuchi (SP)
<i>Callianthe longifolia</i> (A. St.–Hil.) Donnel	C. Takeuchi <i>et al.</i> 67 (SP)
<i>Callianthe latipetala</i> (G.L. Esteves & A. Krapov.) Donnel	C. Takeuchi 72 & T. Takeuchi (SP)
<i>Callianthe regnelli</i> (Miq.) Donnel	C. Takeuchi 56 (SP)
<i>Callianthe rufinerva</i> (A. St.–Hil.) Donnel	V.M. González 126 & C.V. da Silva (SP)
<i>Cristaria andicola</i> Gay	Tate <i>et al.</i> 97 (TEX)
<i>Gaya aurea</i> A. St.–Hil.	L.P. Queiroz 5752 <i>et al.</i> (HUEFS)
<i>Gaya atiquipana</i> Krapov.	Tate <i>et al.</i> 106 (TEX)
<i>Gaya calyptrata</i> (Cav.) Kunth ex K. Schum.	Fuertes 5513 (TEX)
<i>Gaya dentata</i> Krapov.	C. Takeuchi 131 & G. Moraes (SP)
<i>Gaya domingensis</i> Urb.	C. Takeuchi <i>et al.</i> 99 (SP)
<i>Gaya gaudichaudiana</i> A. St.–Hil.	C. Takeuchi <i>et al.</i> 123 (SP)
<i>Gaya guerkeana</i> K. Schum.	V.M. González 110 (SP)
<i>Gaya gracilipes</i> K. Schum.	C. Takeuchi <i>et al.</i> 103 (SP)
<i>Gaya grandiflora</i> Baker f.	C. Takeuchi 140 (SP)
<i>Gaya macrantha</i> Barb. Rodr.	Harley 54849 (HUEFS)
<i>Gaya meridionalis</i> Hassl.	C. Takeuchi 136 (SP)
<i>Gaya minutiflora</i> Rose	W.D. Stevens & E.M. Duarte 2976 (MO)
<i>Gaya monosperma</i> (K. Schum.) Krapov.	Giulietti 246 (HUEFS)
<i>Gaya mutisiana</i> Krapov.	P. Silverstone-Sopkin 11889 (SP)
<i>Gaya occidentalis</i> (L.) Sweet	J. Larrahondo 76 (CTES)
<i>Gaya pilosa</i> K. Schum.	C. Takeuchi 108 <i>et al.</i> (SP)
<i>Gaya scopulorum</i> Krapov.	T.B. Flores <i>et al.</i> 771 (HPL)
<i>Gaya tarijensis</i> R.E. Fries	H. Sato 319 (SI)
<i>Gaya xiquexiquensis</i> C. Takeuchi & G.L. Esteves	C. Takeuchi 144 (SP)
<i>Herissantia crispa</i> (L.) Brizicky	C. Takeuchi 90 <i>et al.</i> (SP)
<i>Herissantia nemoralis</i> (A. St.–Hil.) Brizicky	V.M. González <i>et al.</i> 94 (SP)
<i>Herissantia tiubae</i> (K. Schum.) Brizicky	C. Takeuchi 127 <i>et al.</i> (SP)
<i>Hochreutineria hassleriana</i> (Hochr.) Krapov.	M. Grings 1022 (SP)
<i>Lecanophora chubutensis</i> (Speg.) Rodrigo	Tate <i>et al.</i> 72 (TEX)
<i>Lecanophora heterophylla</i> (Cav.) Krapov.	G. Seijo 2167 (SP)
<i>Modiola caroliniana</i> (L.) G. Don.	Tate & Simmons 50 (TEX)
<i>Modiolastrum lateritium</i> (Hook.) Krapov.	Tressens <i>et al.</i> 4592 (TEX)
<i>Pseudabutilon virgatum</i> (Cav.) Fryxell	C. Takeuchi 133 (SP)
<i>Wissadula contracta</i> (Link) R.E. Fries	V.M. González 52 & A.V. Coaglio (SP)
<i>Wissadula hernandioides</i> L'Hér (Garcke)	C. Takeuchi 120 & V.M. González (SP)

Extração do DNA, amplificação e sequenciamento

O estudo filogenético foi realizado no Instituto de Botânica de São Paulo, Núcleo de Pesquisa em Ficologia, Laboratório de Sistemática Molecular, coordenado pela Dra. Mutue Toyota Fujii.

As extrações de DNA foram feitas a partir de fragmentos de folhas desidratadas em sílica gel ou removidas de material de herbário utilizando o Kit DNeasy Plant (Qiagen, Valencia, Califórnia), de acordo com o protocolo fornecido pelo fabricante. Os fragmentos foram triturados com macerador Precellys 24. A qualidade do DNA foi avaliada por eletroforese em gel de agarose 1% com gel red 1:500, usando-se tampão TAE 1x.

Foram estudadas uma região do DNA nuclear ribossomal (ITS) e duas regiões do DNA plastidial (*petL-psbE* e *rpL16 intron*).

A região ITS foi amplificada por PCR incluindo as regiões ITS1, a subunidade 5,8S e o ITS2. Os segmentos do ITS foram amplificados separadamente usando primers ITSleu1 e ITS2 para ITS1 (Baum *et al.* 1998) e ITS3B e ITS4 para 5,8S e ITS2 (Baum *et al.* 1998; White *et al.* 1990). Os primers utilizados para as regiões plastidiais são: *petL* e *psbE* para *petL-psbE* e F71 e R1516 para *rpL16 intron* (Shaw *et al.* 2007).

Tabela 6. Região e primers utilizados no trabalho.

Região	Primer	Sequência/sentido	
ITS	ITSLeu	GTC CAC TGA ACC TTA TCA TTT AG	direto
ITS	ITS2	GCT GCG TTC TTC ATC GAT GC	reverso
ITS	ITS3	GCA TCG ATG AAG AAC GTA GC	direto
ITS	ITS4	TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC	reverso
<i>rpL16 intron</i>	F71	GCT ATG CTT AGT GTG TGA CTC GTT G	direto
<i>rpL16 intron</i>	R1516	CCC TTC ATT CTT CTA TGT TG	reverso
<i>petL-psbE</i>	<i>petL</i>	AGT AGA AAA CCG AAA TAA CTA GTT A	direto
<i>petL-psbE</i>	<i>psbE</i>	TAT CGA ATA CTG GTA ATA ATA TCA GC	reverso

A reação de PCR foi realizada com kit PCR Master Mix (Promega, Madison, Wisconsin) de acordo com o protocolo fornecido pelo fabricante: cada reação de 25 µl contendo 12,5 µl de PCR Master Mix (2x), 0,7 µl de primer F, 0,7 µl de primer R, 8 µl de água e 1 µl de DNA genômico (total ou diluído 1:30).

As condições utilizadas para amplificação da região ITS foram: 94 °C por 5min.; seguido de 35 ciclos: 94 °C por 45 seg., 55° C por 1 min., 72 °C por 1'30 min. e extensão final de 72 °C por 5min. As regiões *peltL-psbE* e *rpL16 intron* foram amplificadas com as seguintes condições: 80 °C por 5 min., seguido de 30 ciclos de 95 °C por 1 min., 43-50 °C por 1 min., 65 °C por 4 min. e extensão final de 5 min. a 65 °C. Os produtos amplificados foram purificados com kit de purificação Illustra GFX PCR DNA and Gel Band (GE Healthcare) de acordo com o protocolo fornecido pelo fabricante.

As amostras foram sequenciadas nas empresas MacroGen (Seoul, Coréia do Sul) e Genomic Engenharia Molecular (São Paulo, Brasil). As sequências obtidas foram editadas e montadas no programa Bioedit v7.2.5 (Tom Hall - Ibis Biosciences, Carlsbad, California) com posterior ajuste manual.

Análises filogenéticas

As análises de parcimônia foram realizadas no programa PAUP* 4.0b10 (Swofford 2002). Para obtenção das melhores árvores foi executada uma busca heurística por branch-swapping, utilizando o algoritmo “Tree-bisection-reconnection” (TBR) para permutação dos ramos, com 10.000 réplicas, 20 árvores retidas a cada passo e adição aleatória de sequências.

Todos os caracteres foram pesados igualmente e os “gaps” tratados como ausentes. Para a análise do suporte foram obtidas porcentagens de bootstrap (BS) por branch-swapping, utilizando o algoritmo “Tree-bisection-reconnection” (TBR) para permutação dos ramos, com 1000 réplicas e um número de árvores limitado a 20 em cada passo.

As Análises Bayesianas foram conduzidas no programa MrBayes 3.1.2 (Hueselback *et al.* 2001). O melhor modelo de substituição de nucleotídeos foi obtido no programa jModelTest 2.1.4 (Darriba 2012), selecionando-se o critério AIC. Os modelos mencionados foram: “general time reversible” com distribuição gamma (GTR+G) para a região nuclear ITS, “Tamura 3-parâmetros” com frequência de bases desiguais e distribuição gamma (TPM1 uf+G) para *peltL-psbE* e *rpL16 intron*.

Cada análise foi feita com três buscas paralelas, cada uma com quatro cadeias de Markov que rodaram por 3 milhões de gerações, com amostragem a cada 1000 gerações. O *burn-in* foi estimado com a visualização da geração de “likelihood”. Após descartar as árvores do *burn-in* (50%), o resultado final das análises é apresentado construindo-se a árvore de consenso da maioria, com as árvores remanescentes e as três distribuições posteriores plotadas para obter a melhor estimativa da probabilidade posterior do clado (PP).

Após a realização das análises de cada uma das três regiões separadamente foi verificada a possibilidade de se combinar os dados plastidiais junto aos dados da região ITS, utilizando-se o teste de incongruência (ILD) (Farris *et al.* 1994) no programa PAUP*4.0b10 (Swofford 2002). Este teste foi conduzido usando-se o critério da parcimônia, com 1000 réplicas, adição simples de sequência, algoritmo “Tree-bisection-reconnection” (TBR) e a cada passo uma árvore. A opção *maxtrees* foi selecionada para 100 a fim de acelerar a análise.

A análise combinada das três regiões foi efetuada de forma padrão para Máxima Parcimônia sem atribuição de pesos. Para Análise Bayesiana os dados foram particionados de acordo com o modelo evolutivo de cada região e analisados em conjunto, seguindo a proposta de Ronquist & Huelsenbeck (2003).

Mapeamento dos estados de caracteres morfológicos, polínicos e citogenéticos

Neste trabalho foram mapeados dez caracteres morfológicos analisados a partir de materiais coletados nas atividades de campo e de espécimes depositados em herbários (tabela

7). Alguns caracteres selecionados foram utilizados nos estudos de sistemática na delimitação dos gêneros da tribo Malveae (Fryxell 1988, 1997a, Krapovickas 1970, 1996), enquanto outros foram utilizados pela primeira vez no presente trabalho (tabela 7).

Quanto aos caracteres citogenéticos e polínicos foram mapeados o número de cromossomos e de aberturas dos grãos de pólen a partir do conhecimento obtido na literatura para os gêneros amostrados (Bayer & Kubitzky 2003, Cuadrado 2006, Cuadrado & Boilini 2006, El Naggar 2004, Fernández *et al.* 2003, Fryxell 1988, Jiménez-Reyes 2002, 2003, Krapovickas 2012, Milla 2007, Saba 2007, Schneider 2013).

Para acessar os padrões de evolução desses caracteres, o mapeamento foi realizado com base na árvore de consenso de maioria (50%) obtida na Análise Bayesiana combinada das três regiões utilizadas neste estudo. A reconstrução da evolução destes caracteres foi realizada usando a parcimônia, implementada no programa Mesquite v. 2.72 (Maddison & Maddison 2009). Todos os caracteres foram tratados como não ordenados.

Tabela 7. Caracteres mapeados e a codificação dos caracteres (*caracteres utilizados pela primeira vez na delimitação genérica).

Caractere	Codificação
Grau de desenvolvimento da endoglossa	desenvolvida=0, vestigial=1, ausente=2
*Local de origem da endoglossa no mericarpo	lado ventral=0, lado dorsal=1, ausente=0
*Localização da constrição no mericarpo	lado ventral=0, lado dorsal=1, ausente=2
Tipo de deiscência do mericarpo	total (dorsal e ventral)=0 , dorsal total e ventral parcial=1, dorsal=2, indeiscente=3
Nervura entre as faces dorsal e laterais do mericarpo	costada=0, não costada=1
*Borda do nectário na base interna do cálice	5-lobada com lobos triangulares=0; 5-lobada com lobos arredondados=1; lisa=2, irregular a levemente ondulada=3; desconhecida=4
Nervura das faces laterais do mericarpo	conspícua=0, inconspícua=1
Ápice do mericarpo	com projeções (aristas ou alas)=0, sem projeções (múticos)=1
Nº de sementes do mericarpo	1=0, 2-3=1, > 3=2
Organização das flores	solitárias=0, inflorescências fasciculadas=1, inflorescências não fasciculadas=2
Número de cromossomos (n)	5=0, 6=1, 7=2, 8=3, 9=4, 14=5, desconhecido=6
Número de aberturas dos grãos de pólen	≥ 6=0, 8-10=1, 10-32=2, ≥ 100=3, desconhecido=4

Estudo taxonômico

Foram realizados os procedimentos usuais em trabalhos taxonômicos que incluíram o levantamento bibliográfico, coleta de material e o estudo morfológico e taxonômico das espécies.

O levantamento bibliográfico foi realizado com o auxílio do “Biological Abstracts”, “Kew Records of Taxonomic Literature”, “The Internacional Plant Names Index”, “Index Kewensis”, “Bioone” e “Tropicos.org. Missouri Botanical Gardens”, bem como a partir da biblioteca particular da Dra. Gerleni Lopes Esteves e das bibliotecas do Instituto de Botânica de São Paulo, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo e do Instituto de Botânica del Nordeste (Corrientes, Argentina). Foram consultadas as obras clássicas e estudos de flora, além de artigos sobre morfologia, taxonomia, filogenia e ecologia de *Gaya* e dos gêneros estudados da tribo Malveae.

Foi realizado um programa de coleta no Brasil (tabela 8), por meio do qual foram efetuadas 13 viagens no período de março de 2011 a outubro de 2014, abrangendo 37 municípios das regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste, com a finalidade de enriquecer os acervos dos herbários, com a inclusão de novos materiais, observar a variabilidade morfológica das espécies e obter material fresco para os estudos morfológico e filogenético. Adicionalmente foi realizada em maio de 2013 uma coleta no Campus do Instituto de Botânica del Nordeste (Corrientes, Argentina) para a obtenção de amostras de *Pseudabutilon virgatum* (Cav.) Fryxell.

O estudo morfológico e taxonômico das espécies foi efetuado a partir da análise de cerca de 450 materiais incluindo aqueles coletados durante o desenvolvimento deste trabalho e os depositados nos seguintes herbários brasileiros e estrangeiros (siglas de acordo com Thiers, B. [continuously updated]): ALCB*, BHCB*, BAA*, BOTU*, CEN*, CESJ*, CGMS*, COR*, CTES*, CPAP*, CVRD*, ESA*, EPABA*, FUEL*, HEPH*, HB*, HRB*, HRCB*, HTSA*, HUEFS*, HUEM*, HVASF*, IAC*, IAN**, JPB*, MBM*, MG**, MO**, NYBG**,

PAMG*, R*, RB*, SI*, SP*, SPF*, SPSF*, UB*, UEC*, UFP*, UPCB*, UFRN* e VIES* (herbários visitados*, empréstimo de materiais**). Deve-se destacar que alguns herbários visitados não abrigavam materiais de *Gaya* em seus acervos: IBGE, JOI, MBML e SJRP.

Foram examinados os materiais-tipo (CTES, RB) ou fragmentos dos tipos da maioria das espécies pertencentes aos acervos dos herbários europeus e que estão depositados no herbário CTES (Argentina, Corrientes), bem como imagens dos tipos disponíveis no herbário virtual do Field Museum disponíveis (<http://www.fieldmuseum.org/science/research>) e no site “JStor Global Plants” (<http://plants.jstor.org/>) ou que foram disponibilizadas pelo curador do Herbário MG.

O estudo dos materiais foi realizado no laboratório do Núcleo de Pesquisa da Curadoria do Herbário SP e no laboratório do Herbário do Instituto de Botânica del Nordeste (CTES, Argentina) que abriga uma das maiores coleções de Malvaceae do mundo.

O tratamento taxonômico das espécies compreendeu a confecção de uma chave de identificação, descrições morfológicas, ilustrações dos principais caracteres das espécies, relação do material estudado e comentários sobre a distribuição geográfica, fenologia, status de conservação, relações taxonômicas e variabilidade de todos os táxons. A apresentação das espécies seguiu a ordem alfabética.

A aplicação das regras nomenclaturais foi realizada de acordo com o Código Internacional de Nomenclatura Botânica, Código de Melbourne (McNeil *et al.* 2013).

A terminologia morfológica geral utilizada condiz com as definições de Radford *et al.* (1974) e Beentje (1988). Alguns termos adotados nas descrições das espécies estão de acordo com a terminologia empregada em trabalhos especializados em Malvaceae: Fryxell (1988, 1997a), Hochreutiner (1917a) e Krapovickas (1996).

Tabela 8. Expedições de coleta

Data (mês/ano)	Estado	Município	Material coletado (espécies)
03/2011	São Paulo	Campinas: Fazenda Santa Elisa	<i>Gaya domingensis</i> Urb.
09/2011	Bahia	Jussiape	—
		Mucugê	—
		Rio de Contas	<i>Gaya domingensis</i> Urb., <i>Herissantia crispa</i> (L.) Brizicky
11/2011	Espírito Santos	Sooretama: Reserva Vale do Rio Doce	—
		Vila Velha	—
		Guarapari	—
		Iúna	—
		Vitória	—
11/2011	Minas Gerais	Alto do Caparaó: Parque Nacional do Caparaó	—
		Buritizeiro	<i>Gaya domingensis</i> Urb.
		Caeté: Serra da Piedade	—
		Curvelo	—
		Diamantina	—
		Monjolos	—
		Pedra dourada	—
		Santo Hipólito	<i>Gaya gracilipes</i> K. Schum.
		Várzea da Palma	—
03/2012	Goiás	Cristalina	—
	Distrito Federal	Brasília: Parque Way Planaltina	— <i>Gaya pilosa</i> K. Schum.
06/2012	São Paulo	Ibitinga – Icanga	<i>Wissadula hernandioides</i> (L'Hér.) Garcke
08/2012	Rio de Janeiro	Arraial do Cabo	<i>Gaya gaudichaudiana</i> A. St. Hil.
09/2012	São Paulo	Mirandópolis	—
10–11 /2012	Bahia	Conceição do Coité: Serra do Mocambo Feira de Santana	<i>Gaya domingensis</i> Urb. <i>Herissantia tiubae</i> (K. Schum.) Brizicky
		Juazeiro	<i>Gaya monosperma</i> (K. Schum.) Krapov.
		Morro do Chapéu	<i>Gaya dentata</i> Krapov.
		Paulo Afonso: Estação Ecológica do Raso da Catarina	—
02/2012	Pernambuco	Petrolina	—
08/2013	Mato Grosso do Sul	Campo Grande	—
		Dourados	<i>Briquetia denudata</i> Chodat & Hassl.
		Miranda	<i>Herissantia nemoralis</i> (A. St.-Hil.) Brizicky, <i>Gaya meridionalis</i> Hassl.
09/2013	Ceará	Corumbá	<i>Abutilon umbelliflorum</i> A. St.Hil., <i>Gaya grandiflora</i> Krapov.
10/2014	Bahia	Crato: Floresta Nacional do Araripe	<i>Gaya monosperma</i> (K. Schum.) Krapov.
		Itaguaçu da Bahia	<i>Gaya xiquexiquensis</i> C. Takeuchi & G.L. Esteves
		Xique–Xique	

Quanto ao fruto esquizocarpo, em *Gaya* os mericarpos foram interpretados como possuindo uma face dorsal côncava que é a superfície externa do fruto e um lado dorsal que é a região da nervura média carpelar, que é carinada. Além disso, um lado ventral que é a região na qual o mericarpo está preso à columela central e duas faces laterais, por meio das quais ocorre contato entre mericarpos adjacentes (figura 6).

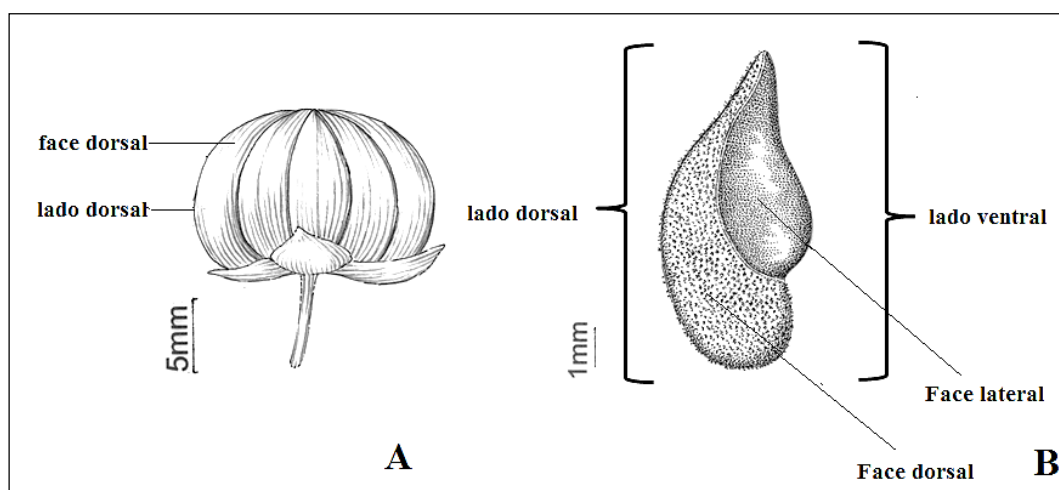


Figura 6. A. Fruto de *Gaya*. B. Mericarpo, vista externa.

As abreviações dos nomes de autores foram feitas de acordo com Brummit & Powell (1992) e as citações das obras e dos periódicos seguiram Stafleu & Cowan (1976–1988) e Bridson & Smith (1991), respectivamente. As classificações dos domínios fitogeográficos e dos tipos de vegetação estão de acordo com Rizzini (1997) e com os mapas de Bioma e de Vegetação disponíveis no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 2004).

As ilustrações foram feitas pela autora, com o auxílio de estereomicroscópio acoplado a câmara clara e cobertas posteriormente à nanquim pelo ilustrador Klei R. Sousa.

A construção e edição dos mapas de distribuição geográfica das espécies foram realizadas no software Qgis 2,6-Brighton. Os pontos de distribuição foram plotados nos mapas com base nas coordenadas geográficas das etiquetas dos herbários ou do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) que estão disponíveis no site do projeto “Species Link” (www.specieslink.org.br).

BIBLIOGRAFIA

- Alverson, W.S., Whitlock, B.A., Nyffeler, R., Bayer, C. & Baum, D.A.** 1999. Phylogeny of the core Malvales: evidence from *ndhF* sequence data. *American Journal of Botany* 86 (10): 1474–1486.
- Arechavaleta, J.** 1898. Flora uruguaya; enumeración y descripción breve de las plantas conocidas hasta hoy y de algunas nuevas que nacen espontáneamente y viven en la República Uruguay. Establecimiento Tipo–litográfico Oriental, Montevideo, v. 2 (2), pp. 1–129.
- Baker, E.G.** 1892. Synopsis of genera and species of Malveae. *In*: J. Britten (ed.). *Journal of Botany, British and Foreign*. West, Newman & Co, Londres, pp. 136.
- Bates, D.M.** 1968. Generic relationships in the Malvaceae, tribe Malveae. *Gentes Herbarum* 10: 117–135.
- Bates, D.M.** 1976. Chromosome number in the Malvales. III. Miscellaneous counts from the Byttneriaceae and Malvaceae. *Gentes Herbarium* 11: 143–150.
- Bates, D.M. & Blanchard Jr., O.** 1970. Chromosome numbers in the Malvales. New or otherwise noteworthy counts relevant to classification in the Malvaceae, tribe Malveae. *American Journal of Botany* 57: 927–934.
- Baum, D.A.** 1998. Biogeography and floral evolution of baobabs (*Adansonia*, Bombacaceae) as inferred from multiple data sets. *Systematic Biology* 47(2): 181–207.
- Baum, D.A., Smith, S.D., Yen, A., Alverson, W.A., Nyffeler, R., Whitlock, B.A. & Oldham, R.L.** 2004. Phylogenetic relationships of Malvaceae (Bombacoideae and Malvoideae, Malvaceae sensu lato) as inferred from plastid DNA sequences. *American Journal of Botany* 91 (11): 1863–1871.
- Bayer, C., Fay, M.F., De Bruijn, A.Y., Savolainen, V., Morton, C.M., Kubitzki, K., Alverson, W.S. & Chase, M.W.** 1999. Support for an expanded family concept of Malvaceae within circumscribed order Malvales: a combined analysis of plastid *atpB* and *rbcL* DNA sequences. *Botanical Journal of Linnean Society* 129 (4): 267–303.
- Bayer, C. & Kubitzki, K.** 2003. Malvaceae. *In*: K. Kubitzki (ed.). *The families and genera of vascular plants*. Springer, Berlin, Germany, v. 5, pp. 225–310.

- Beentje, H.** 2010. The Kew Plant Glossary, an illustrated dictionary of plant terms. Royal Botanical Garden, Kew, pp. 1–164.
- Bentham, G. & Hooker, J.D.** 1862. Genera plantarum ad exemplaria imprimis in herbariis kewensibus servata definita. Sistens Dicotyledonum Polypetalorum Ordines LVI: Ranunculaceas–Connaraceas. Excuderunt Spottiswoode et Soc, Londini, vol. 1 (1), pp. 1–454.
- Bovini, M.G.** Revisão Taxonômica do gênero *Wissadula* Medic. (Malvoideae; Malvaceae) no Brasil. Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.
- Bovini, M.G., Esteves, G.L., Duarte, M.C., Takeuchi, C. & Kuntz, J.** *Malvaceae*. In: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB156> (acesso em: II– 2014).
- Braga, R.** 1953. Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará. Coleção Mossoroense, Tipografia Progresso, Fortaleza, pp. 1–523.
- Bridson, G.D.R. & Smith, E.R.** 1991. Botanico-Periodicum–Huntianum/ Supplementarum. Hunt Institute for Botanical Documentation. Carneige Mellon University, Pittsburgh.
- Brizicky, G.K.** 1965. The genera of the Tiliaceae and Elaeocarpaceae in the Southeastern United States. Journal of the Arnold Arboretum 46: 286-307.
- Brummit, R.K. & Powel, C.E.** 1992. Authors of plant names. The Royal Botanic Gardens, Kew, England, pp. 1-732.
- Burnett, G.T.** 1835. Outlines of botany. Outlines of Botany, including A General History of the Vegetable Kingdom. John Churchill, Princes Street, London, v.2, pp. 814-826.
- Buzato, S., Sazima, M. & Sazima, I.** 1994. Pollination of three species of *Abutilon* (Malvaceae) intermediate between bat and hummingbird flower syndromes. Flora 189: 327-334.
- Carreras M.E., Fuentes, E., Martinat, J.E. & Carbone, L.M.** 2012. Reconhecimento de diásporas de Malveae (Malvaceae) en muestras de suelos de zonas serranas (Sierras Chicas, Córdoba, Argentina) afectadas por incêndios. Rodriguesia 63 (3): 501–512.

- Coleman, J.R.** 1982. Chromosome numbers of Angiosperm collected in the state of São Paulo. *Revista Brasileira de Genética* 5: 533-549.
- Christensen, P.B.** 1986. Pollen morphological studies in the Malvaceae. *Grana* 25: 95–117.
- Cronquist, A.** 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press, New York, pp. 1–1262.
- Cuadrado, G.A.** 2006. Malvaceae. Tribus Gossypieae, Hibiscieae, Malveae y Malvaceae: 22 géneros 98 especies. *In*: S.M. Pire, L.M. Anzótegui & G.A. Cuadrado (eds.). Flora polínica del Nordeste Argentina. Eudene–Unne, Corrientes, v.3., pp. 99–122.
- Cuadrado, G.A. & Boilini, A.R.M.** 2006. Palinología de los géneros *Tarasa* y *Wissadula* (Malvaceae, Malveae) de Argentina *Bonplandia* 15(3-4): 167-187.
- Darriba, D., Taboada, G.L., Doallo R & Posada, D.** 2012. jModelTest 2: more models, new heuristics and parallel computing. *Nature Methods* 9(8): 772.
- Da-Silva, E.F.** Caracterização micromorfológica dos carpídeos e sementes de *Gaya* Kunth (Malvaceae, Malvoideae) e gêneros filogeneticamente relacionados. Dissertação de mestrado. Universidade Federal Rural da Amazônia / Museu Paraense Emílio Goeldi, Manaus, 2014.
- Donnell, A., Ballard Jr., H.E. & Cantino, P.D.** 2012. *Callianthe* (Malvaceae): A new Genus of Neotropical Malveae. *Systematic Botany* 37(3): 712–722.
- Door, L.J.** 2014. Monographs in systematic botany from the Missouri Botanical Garden 127: 1268.
- Edlin, H.L.** 1935. A critical revision of certain taxonomic groups of the Malvales. *The New Phytologist* 34: 122–143.
- El Naggar, S.M.** 2004. Pollen Morphology of Egyptian Malvaceae: An Assessment of Taxonomic Value. *Turkish Journal Botany* 28: 227-240.
- Erdtman, G.** 1952. Pollen morphology and plant taxonomy–Angiosperms. *Almqvist & Wiksell*, Stockholm, pp. 1-539.
- Esteves, G.L.** 1996. Sistemática de *Pavonia*, com base nas espécies das regiões nordeste e sudeste do Brasil. Tese de doutorado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

- Esteves, G.L. & Krapovickas, A.** 2002. New species of *Abutilon* (Malvaceae) from São Paulo State, Brazil. *Kew Bull.* 57: 479–482.
- Esteves, G.L.** 2010. Checklist. Flora de Alagoas: Angiosperma. *In:* R.P. Lyra–Lemos & M.C.S. Mota (eds.). Instituto do Meio Ambiente de Alagoas, Maceió, pp.61–63.
- Esteves, G.L. & Takeuchi, C.** 2014. *Gaya*. *In:* Lista das Espécies da Flora do Brasil. Disponível em <http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB9056> (acesso em: IX-2014).
- Esteves, G.L., Duarte, M.C. & Takeuchi, C.** 2014. Sinopse de *Hibiscus* L. (Malvoideae, Malvaceae) do Estado de São Paulo: espécies nativas e cultivadas ornamentais 41 (4): 529–539.
- Escobar García, P., Schönswetter, P., Fuertes Aguilar, J., Nieto Feliner, G. & Schneeweiss, G.M.** 2009. Five molecular markers reveal extensive morphological homoplasy and reticulate evolution in the *Malva* alliance (Malvaceae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 50: 226–239.
- Escobar García P., Pakravan M., Schönswetter P. & Aguilar J.** 2012. Phylogenetic relationships in the species-rich Irano-Turanian genus *Alcea* (Malvaceae). *Taxon* 61(2): 324–332.
- Farris, J.S., Källersjö, M., Kluge, A.G. & Bult, C.** 1994. Testing significance of incongruence. *Cladistics* 10: 315–319.
- Fernandez, A.** 1974. Recuentos cromosomicos en Malvaceas. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 15: 40–410.
- Fernández, A.** 1981. Recuentos cromossomicos en Malvales. *Bonplandia* 10: 63–71.
- Fernández, A., Krapovickas, A., Lavi A.G. & Seijo, G.** 2003. Cromosomas de Malváceas. *Bonplandia* 12(1-4): 141–145.
- Foster, R.C.** 1958. A catalogue of the ferns and flowering plants of Bolivia. *Contributions from the Gray Herbarium of Harvard University* 184: 1–223.
- Fries, R.E.** 1906. Zur Kenntnis der Phanerogamenflora der Grenzgebiete zwischen Bolivia und Argentinien. *Arkiv för Botanik. Utgivet av K. Svenska Vetenskapsakademien* 6(2): 10–11.

- Fryxell, P.A.** 1975. *Batesimalva* y *Maximalva*: dos géneros nuevos de malváceas mexicanas. Boletín de la Sociedad Botánica de México 35: 23-36.
- Fryxell, P.A.** 1979. Una revisión del género *Pavonia* en México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 38:7-34.
- Fryxell, P.A.** 1982. *Billieturnera* (Malvaceae), a new genus from Texas and Mexico. Sida 9: 195–200.
- Fryxell, P.A.** 1988. Malvaceae of México. Systematic Botany Monographs. The American Society of Plants Taxonomists. Ann Arbor, Michigan, v. 25, pp. 1–522.
- Fryxell, P.A.** 1992. Malvaceae. In: G.H. Harling & L. Anderson. (eds.). Flora of Ecuador. Berlings, Arlov, n. 44, pp.36–40.
- Fryxell, P.A.** 1991. Malvaceae. In: J.A. Steyermark, P.E. Berry, K. Yatskievych & B.K. Holst. Flora of the Venezuelan Guayana. Liliaceae–Myrsinaceae. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis, v. 6, pp. 192-193.
- Fryxell, P.A.** 1997a. The American genera of Malvaceae–II. Brittonia 49 (2): 204–69.
- Fryxell, P.A.** 1997b. A revision and redefinition of *Pseudabutilon* (Malvaceae). Contribution from the University of Michigan Herbarium 21: 175–195.
- Fuertes A.J., Fryxell, P.A. & Jansen, R.K.** 2003. Phylogenetic relationship and Classification of *Sida* generic Alliance (Malvaceae) bases on nrDNA ITS evidence. Systematic Botany 28 (2):352–364.
- Gottsberger, G.** 1986. Some Pollination Strategies in Neotropical Savannas and Forests. Plant Systematics and Evolution 152: 29-45.
- Hanks, S. & Fryxell, P.A.** 1979. Palynological studies of *Gaya* and *Herissantia* (Malvaceae). American Journal Botany 66 (5): 494–501.
- Hassler, E.** 1909. *Repertorium Specierum Novarum Regni Vegetabilis* 7(134/136): 72–73.
- Hochreutiner, B.P.G.** 1917a. Organes carpiques nouveaux ou méconnus chez les Malvacées Annuaire Conserv. In: J. Briquet (ed.). Annuaire et du Conservatoire et du Jardin Botaniques de Genève, Genève Conservatoire Botanique, Genebra, v. 20, pp. 141–142.

- Hochreutiner, B.P.G.** 1917b. Notule in Malváceas. *In:* J. Briquet (ed.). Annuaire du Conservatoire et du Jardin Botaniques de Genève, Genève Conservatoire Botanique, Genebra, v. 20, pp. 140-141.
- Hochreutiner, B.P.G.** 1920. Notule in Malváceas. *In:* J. Briquet (ed.). Annuaire du Conservatoire et du Jardin Botaniques de Genève, Genève Conservatoire Botanique, Genebra, v. 21, pp. 450-451.
- Huelsenbeck, J.P., Ronquist, F., Nielsen, R. & Bollback, J.P.** 2001. Bayesian inference of phylogeny and its impact on evolutionary biology. *Science* 294: 2310–2314.
- Huertas, M.L., Schneider, J.V. & Zizka, G.** 2007. Phylogenetic analysis of *Palaua* (Malvaceae, Malvoideae) based on plastid and nuclear sequences. *Systematic Botany* 32: 157-165.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** 2004. Mapa de Biomas do Brasil. Disponível em: www.ibge.gov.br (acesso em 2014).
- Jiménez-Reyes, M.N.** 2002. Morfología de los granos de pollen de la familia Malvaceae de Jalisco, México. III. *Hampea*, *Herissantia*, *Hibiscus*, *Hochreutinera*, *Kearnemalvastrum*, *Kosteletzkyia*. *Boletín Ibugana* 10: 37–59.
- Jiménez-Reyes, M.N.** 2003. Morfología de los granos de pollen de la familia Malvaceae de Jalisco, México. IV. *Malachra*, *Malva*, *Malvastrum*, *Malvaviscus*, *Malvella*, *Modiola*, *Neobrettonia* y *Pavonia*. *Boletín Ibugana* 11: 17–42.
- Judd, W.S. & Manchester, S.R.** 1997. Circumscription of Malvaceae (Malvales) as determined by a preliminary cladistic analysis of morphological, anatomical, palynological, and chemical characters. *Brittonia* 49 (3): 384– 405.
- Judd, W.S., Campbell, C.S., Kellogg, E.A. & Stevens, P.F.** 1999. Plant Systematics. A phylogenetic approach. Sinauer Associates, Inc. Publishers Sunderland, Massachusetts, pp. 405–408.
- Kearney, T.H.** 1951. The American genera of Malvaceae. *The American Midland Naturalist* 46: 93–131.

- Krapovickas, A.** 1957. Números cromossomicos de Malvaceas americanas de la tribu Malvaceae. *Revista Agronomica Nordeste Argentino* 2: 245-260.
- Krapovickas, A.** 1967. Notas Citotaxonomicas sobre Malveae. *Kurtziana* 4: 29–37.
- Krapovickas, A.** 1970. Dos gêneros nuevos de Malváceas: *Dirhamphis* y *Hochreutineria*, com notas afines *Briquetia* y *Neobrittonia*. *Darwiniana* 16: 219–232.
- Krapovickas, A., Tressens, S.G. & Fernández, A.** 1974. *Gaya elinguata*, nueva especie de Malvaceae de Brasil. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 16: 97–99.
- Krapovickas, A.** 1996. Sinopsis del genero *Gaya*. *Bonplandia* 9 (1–2): 57–87.
- Krapovickas, A.** 1999. Malvaceae. In: Zuloaga, F.O. & Morrone, O. (eds.). *Catálogo de las Plantas Vasculares de La Argentina*. Saint Louis, The Missouri Botanical Garden, vol. 2, p. 813–844.
- Krapovickas, A.** 2006. Novedades sudamericanas en *Acaulimalva* y *Gaya* (Malvaceae, Malveae). *Bonplandia* 15: 103–112.
- Krapovickas, A.** 2008. Nuevas espécies de Malvaceae. *Bonplandia* 17: 35–45.
- Krapovickas, A. & Tolaba, J.** 2008. Malvaceae. Flora del valle de Lerma. *Aportes Botánicos de Salta* 8(12): 1–136.
- Krapovickas, A.** 2012. Novedades en el género *Gaya* (Malvaceae). *Bonplandia* 21: 71–76.
- Kunth, C.S.** 1821. Malvaceae. In: F.W.H.A. Von Humboldt & A.J.A. Bonpland (eds.). *Nova genera et species plantarum*. Chez N. Maze, Paris, v. 6, pp. 266–270.
- La Ducke, J.C. & Doebley, J.** 1995. A chloroplast DNA based Phylogeny of the Malvaceae. *Systematic Botany* 20: 259–271.
- Lorenzi, H.** 2002a. Árvores brasileiras. Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. *Plantarum, Nova Odessa*, v. 1, pp 1–368.
- Lorenzi, H.** 2002b. Árvores brasileiras. Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. *Plantarum, Nova Odessa*, v. 2, pp 1–352.
- Macbride, J.F.** 1956. Flora of Peru. *Field Museum of Natural History, Botanical Series* 8 (2): 490–505.

- Maddison, W.P. & Maddison, D.R.** 2009. Mesquite: A modular System for Evolucionary Analysis. Version 2.72. Disponível em: <http://mesquiteproject.org> (acesso em X. 2014).
- Martinez, F.S.** 1982. Morfologia polínica de algumas Malvaceas mexicanas. Instituto Nacional de Antropologia e Historia, Centro Regional del Sureste, Coleccion Cientifica, México, pp. 1–68.
- McNeill, J., Barrie, F.R., Buck, W.R., Demoulin V., Greuter, W., Hawksworth, D.L., Prud'Homme van Reine, Smith, G.F. & Wiersema, J.H.** 2013. Código Internacional de Nomenclatura para algas, fungos e plantas (Código de Melbourne). Instituto de Botânica, São Paulo, pp. 1–208.
- Metcalf, C.R. & Chalk, L.** 1979. Anatomy of the Dicotyledons. Claredon Press, Oxford.
- Milla, G.R.M.** 2007. Palinotaxonomia em *Wissadula* Medik e gêneros afins (Malvaceae: Malveae) no Brasil. Dissertação de mestrado. Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Molina, A.R.** 1975. Malvaceae. In: Enumeracion de las Plantas de Honduras. H.I. Galo (eds.). Ceiba 19:1–118.
- Nyffeler, R., Bayer, C., Alverson, W.S., Yen, A., Whitlock, B.A., Chase, M.W. & Baum, D.A.** 2005. Phylogenetic analysis of the Malvadendrina clade (Malvaceae s.l.) based on plastid DNA sequences. *Organisms, Diversity & Evolution* 5: 109–123.
- Pfeil, B.E., Brubaker, C.L., Craven, L.A. & Crisp, M.D.** 2002. Phylogeny of *Hibiscus* and the tribe *Hibisceae* (Malvaceae) using chloroplast DNA sequences of *ndhF* and the *rpl16* intron. *Systematic Botany* 27: 333–350.
- Pio Corrêa, M.** 1926–1931. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Imprensa Nacional, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Radford, A.E., Dickison, W.C., Massey, J.R. & Bell, C.R.** 1974. Vascular Plant Systematics. New Harper & Row Publisher, New York, pp.1–889.
- Rizzini, C.T.** 1997. Tratado de Fitogeografia do Brasil. Âmbito Cultural Ed. Ltda., Rio de Janeiro, pp. 1-747.

- Rodrigues, J.B.** 1907. Contributions du Jardin Botanique de Rio de Janeiro 4: 124–125.
- Ronquist, F. & Huelsenbeck, J.P.** 2003. MrBayes version 3.0: Bayesian phylogenetic inference under mixed models. *Bioinformatics* 19 (12): 1572–1574.
- Rose, J.N.** 1895. Contributions from the United States National Herbarium 1(9): 305.
- Rusby, H.H.** 1920. Descriptions of Three Hundred New Species of South American Plants: 55.
- Ruschi, A.** 1949. A polinização realizada pelas trocchilídeas, a sua área de alimentação e repovoamento. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão* 2: 1-49.
- Saba, M.D.** 2007. Morfologia polínica de Malvaceae s.l.: implicações taxonômicas e filogenéticas. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, Bahia. 189p.
- Saint-Hilare, A.** 1827. *Flora Brasiliae Meridionalis*. Bibliopolam, Paris, v. 1, n. 14, pp. 191-193.
- Sazima, M.** 1981. Polinização por beija-flores em duas espécies de Pavonia (Malvaceae) na Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 41 (4): 733-737.
- Schneider, J.V.** 2013. The Peruvian species of *Cristaria* (Malveae, Malvaceae): taxonomic revision, chromosome counts, and breeding system. *Phytotaxa* 110 (1): 31–47.
- Schumann, K.** 1890. Malvaceae. In: A. Engler & K. Prantl (eds.). *Die natürlichen pflanzenfamilien*. Leipzig, Wilhelm Engelmann, pp. 30–53.
- Schumann, K.** 1891. Malvaceae I. In: *Flora Brasiliensis*. C.F.P. Martius & A.W. Eichler. Leipzig, Friedrich Fleischer, pp. 253–456.
- 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 hare III. *American Journal of Botany* 94 (3): 275–288.
- Stafleu, F.A. & Cowan, R.S.** 1973–1988. *Taxonomic Literature*. Bohn, Scheltema & Holkema, Utrecht/Antwerpen., v. 1–7.
- Standley, P.C. & Steyermark, J.A.** 1949. Flora of Guatemala. *Fieldiana Botany* 24(6): 155–159.

- Steyermark, J.A., Berry, P.E., Yatskievych, K. & Holst, B.K.** 2001. Flora of the Venezuelan Guayana. Liliaceae–Myrsinaceae. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis, v. 6, pp. 192-193.
- Stevens, W.D., Pool, A. & Montiel, O.M.** 2001 (eds). Flora de Nicaragua. Monographs Systematic Botany, Missouri Botanical Garden Press, Saint Louis, v. 85, pp. 1-2666.
- Sweet, R.** 1830. Sweet's Hortus britannicus; or, A catalogue of plants indigenous, or cultivated in the gardens of Great Britain; arranged according to their natural orders. J. Ridgways, Londres, pp. 64.
- Swofford, D.L.** 2002. PAUP* phylogenetic analysis using parsimony (*and other methods), version 4.0b10 for Win Sinauer, Sunderland, Massachussets.
- Takeuchi, C. & Esteves, G.L.** 2012. Synopsis of *Abutilon* (Malvoideae, Malvaceae) in the state of São Paulo, Brazil. Phytotaxa 44: 39–57.
- Tate, J.A., Aguiar, J.F., Wagstaff, S.T., Ducke C.A., Slotta, T.A.B. & Simpson, B.B.** 2005. Phylogenetic relationships within the tribe Malveae (Malvaceae, subfamily Malvoideae) as inferred from its sequence data. American Journal of Botany 92(4): 584–602.
- Tate, J.A. & Simpson, B.B.** 2003. Paraphyly of *Tarasa* Philippi (Malvaceae) and diverse origins of the polyploid species. Systematic Botany 28: 723–737.
- Tate, J.** 2011. The status of *Urocarpidium* (Malvaceae): Insight from nuclear and plastid-based phylogenies. Taxon: 1–9.
- Thiers, B.** Index herbariorum: a global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Disponível em <http://sciweb.nybg.org/cscience2/IndexHerbariorium.asp> (acesso em XII-2014).
- Ulbrich, O.E.** 1932. Notizblatt des Botanischen Gartens und Museums zu Berlin-Dahlem 11: 541.
- Urban, I.** 1912. *Symbolae Antillanae seu Fundamenta Florae Indiae Occidentalis* 7: 278–279.
- Vogel, S.** 1954. Blütenbiologische Typen als Elemente der Sippengliederung, dargestellt an der Flora Südafrika. Jena: Fischer, Bot. Studien, v.1, pp. 1-338.
- Vogel, S.** 1969, Chiropterophilie in der neotropischen flora. Neue mitteilungen II. Flora Abt. B., 158: 185-222.

- Wagstaff, S.J. & Tate, J.A.** 2011. Phylogeny and character evolution in the New Zealand endemic genus *Plagianthus* (Malveae, Malvaceae). *Systematic Botany* 36: 405-418.
- White, T.J., Bruns T., Lee, S. & Taylor, J.** 1990. *In*: Innis M.A., Gelfand D.H.; Sninsky J.J., White T.J. (eds.). *PCR Protocols: A guide to Methods and Amplifications*. Academic Press, San Diego, pp. 315-321.



Molecular phylogenetics and character
evolution of *Gaya* Kunth and related genera
(Malvoideae, Malvaceae)

Artigo a ser submetido ao periódico Nordic Journal of Botany

**Molecular phylogenetics and character evolution of *Gaya* Kunth and related genera
(Malvoideae, Malvaceae)**

Cátia Takeuchi and Gerleni Lopes Esteves

C. Takeuchi (catiatak@gmail.com), Instituto de Botânica Postgraduate Program, Secretaria do Meio ambiente, Cx Postal 3005, 01061-970, São Paulo, SP, Brazil. – G.L. Esteves, Instituto de Botânica researcher.

Gaya comprises ca. 39 species distributed on Neotropical region, mainly on South America and with its great diversity in Brazil (14 species). The genus is within tribe Malveae, in which it has been always treated as an isolated and homogeneous representative due to morphologic, palinologic and cytogenetic characters. Phylogenetic studies performed with tribe Malveae were unable to clarify relationships among *Gaya* and related genera, with only two species of *Gaya* sampled with only one molecular marker (ITS). The present study aimed to test the monophyly of the genus, with a wider sample, as well as bring light to its affinities based on morphologic, palinologic and cytogenetic data and sequences from nuclear ITS and plastid petL-psbE and *rpL16 intron*. Forty-four species from tribe Malveae, 19 of *Gaya* and 24 of related genera, and one species of tribe Malvavisceae were sampled. *Gaya* emerged as monophyletic on individual and combined analyses from molecular sequences with moderated to high support, and it is supported by two morphologic synapomorphies. Relationships between the genus as sister group to *Herissantia* was evident on all analysis with low to high support. Evolution patterns of morphological characters mapped revealed few synapomorphies supporting the relationships of *Gaya* and related genera, one of them explored here for the first time.

Keywords: tribe Malveae, neotropical, morphology, petL-psbE, *rpL16 intron*, ITS

Introduction

The genus *Gaya* belongs to tribe Malveae (Malvoideae, Malvaceae) and comprises 39 species with Neotropical distribution, from Mexico to Argentina and a great diversity on South America, where 37 species occur, 36 of them endemic. Brazil and Peru hold the higher number of species, 13 and 8, respectively (Krapovickas 1996; Esteves and Takeuchi 2014).

Tribe Malveae includes 70 genera and about 1000 species (Bayer & Kubitzky 2003), widely diverse in geographical distribution and morphologic and cytogenetic characteristics. This tribe is characterized especially for including plants with monadelphous androecium, showing the free portion of the stamens concentrated on apex of the staminal tube, a distinct pattern of that verified on remaining tribes within Malvaceae sensu Cronquist (1981), in which the free portion of stamens are diversely distributed along the tube with a 5-lobed apex.

Fruit morphology was widely utilized on the taxonomy of tribe Malveae. Within this tribe the fruit is an schizocarp constituted of 7-35 mericarps attached to a central collumela, with the mericarps splitting from the collumela and each other, constituting, each one of them, the dispersion unit. Mericarps vary great on number, shape, ornamentation, dehiscence type and number of internal cavities. This variation has been challenging the generic circumscription and placement of many species until nowadays (Fryxell 1974, 1978, 1997a, 1997b; Fuertes et al. 2003; Krapovickas et al. 1988; Tate 2011).

Gaya was treated as an isolated and homogenous genus within tribe Malveae on the main taxonomic works based on morphologic, palinologic and cytogenetic characters (Krapovickas 1996; Fryxell 1997a). This genus was primarily characterized by mericarps with only one seed, generally showing an internal structure named endoglossum (Hochreutiner 1917), which may be vestigial or develop a complexity not observed in any other representatives of tribe Malveae (Fryxell 1988, 1997a; Krapovickas 1996). The ontogeny of this structure is still poorly known and it is considered morphologically heterogeneous on the several genera for which they were described

(Fryxell 1988). About its function, the most accepted hypothesis is that it retains the seeds in a way its dispersion usually occurs with the mericarps (Krapovickas 1996).

On Fryxell's (1997a) and Hanks & Fryxell's (1979) taxonomic studies *Gaya* was closely related to *Herissantia*, predominately Neotropical genus with ca. six species, mainly due to inflated fruits, but morphologic similarities between these two genera were interpreted by these authors as artificial. However, in the classification proposed for tribe Malveae, *Gaya* was related to genera *Lecanophora* and *Cristaria* (both South American, ca. 5 and 75 species, respectively), based on chromosome number, presence/absence of epicalyx and geographical distribution (Bates 1968; Fryxell 1988; Bayer & Kubitzky 2003).

In molecular phylogenetic studies based on the nuclear marker ITS, in which only two species of *Gaya* were sampled, *Gaya* emerged as a monophyletic group distantly related to *Lecanophora* and *Cristaria* (Tate et al. 2005; Donnel et al. 2012). The genus *Herissantia*, considered morphologically close to *Gaya*, was not sampled on these studies.

Affinities of *Gaya* within tribe Malveae were poorly clarified. In Tate et al. (2005), the genus emerged with low support as sister group to a clade formed by *Hochreutinera*, *Briquetia* and *Dirhmaphis*, while in Donnel et al. (2012) as sister group to *Callianthe*, a new genus proposed with representants from *Abutilon* and *Bakeridesia*, but the authors did not assume this relationship due to lack of morphologic similarities between *Gaya* and *Callianthe*.

In face of the exposed, our study had as objective to test the monophyly of *Gaya* based on a wider sample of species and molecular markers, as well as to clarify its relationships within tribe Malveae, in addition to detect morphologic synapomorphies based on character evolution mapping of both new characters and those already used on Malveae taxonomy.

Material and Methods

Sampling – Forty-three sequences from ITS, 35 from petL-psbE and 38 from *rpl16 intron* were included, from which 16 were taken from the Genbank (appendix 1). Sequences represent a total of 19 species of *Gaya* and 24 species from twelve genera within tribe Malveae, besides *Pavonia communis* A.St.-Hil. (tribe Malvaceae), which was selected as external group. Voucher information of these species is indicated on appendix 1.

Sampling within *Gaya* corresponds to ca. 50% of the species of the genus, encompassing all of its morphologic diversity. Besides, species that represent a great part of the geographic distribution of the genus were sampled: 13 spp. from Brazil, 1 sp. from Argentina, 1 sp. from Nicaragua, 1 sp. from Peru and 3 spp. from Colombia.

Selection of related genera of *Gaya* was based on morphologic similarities observed among the genera, as well as the classification of Bayer & Kubitzky (2003) and on the phylogenetic studies of Tate et al. (2005) and Donnell et al. (2012).

DNA extraction, amplification and sequencing – DNA was extracted from silica-dried or herbarium tissue using DNeasy Plant Mini Kit (Qiagen, Valencia, California), according to the manufacturer's protocol. Fragments were triturated on Precellys 24 macerator. DNA quality was evaluated by electrophoresis in 1% agarose gel with GelRed™ 1:500, using TAE 1x as buffer.

One region from ribosomal nuclear DNA (ITS) and two from plastid DNA (petL-psbE and *rpl16 intron*) were studied. ITS was amplified by PCR reactions including the ITS1, 5.8S subunit and ITS2 regions. Fragments of ITS were separately amplified using ITSleu1 and ITS2 primers for ITS1 (Baum et al. 1998) and ITS3B and ITS4 for 5.8S subunit and ITS2 (Baum et al. 1998, White et al. 1990). Primers utilized for the plastid regions are: petL and psbE for petL-psbE and F71 and R1516 for *rpl16 intron* (Shaw et al. 2007).

PCR reactions were performed with Master Mix PCR kit (Promega, Madison, Wisconsin) following the manufacturer's protocol: each reaction with 25µl containing 12.5 µl

of Master Mix (2x), 0.7 µl of primer forward, 0.7 µl of primers reverse, 8 µl of water and 1 µl of genomic DNA (total or diluted 1:30).

Conditions for ITS amplification were: 94 °C for 5min, followed by 35 cycles of: 94 °C for 45 sec., 55 °C for 1 min., 72 °C for 1min 30 sec.; and final extension of 72 °C for 5min. For petL-psbE e *rpL16 intron* the following conditions were applied: 80 °C for 5 min., followed by 30 cycles of 95 °C for 1 min., 43-50 °C for 1 min., 65 °C for 4 min. and final extension of 5 min. at 65 °C.

Samples were sequenced on Macrogen (Seoul, South Korea) and Genomic Engenharia Molecular (São Paulo, Brazil). Obtained sequences were edited and aligned on Bioedit v7.2.5 (Tom Hall – Ibis Biosciences, Carlsbad, California) with posterior manual adjustments.

Phylogenetic analysis – Maximum Parsimony analyses (MP) were performed on PAUP* 4.0b10 (Swofford 2002). MP heuristic searches used 10,000 random taxon addition replicates (holding 20 trees at each step) and TBR branch swapping.

All characters were height as equals and gaps were treated as missing data. For support analysis, bootstrap (BS) percentages were obtained by branch-swapping, utilizing tree-bisection-reconnection (TBR) for branch permutation, with 1000 replicates limited to 20 trees on each pass.

Bayesian analyzes were conducted on MrBayes 3.1.2 (Hueselback et al. 2001). The best nucleotide substitution model was obtained through jModelTest 2 (Darriba 2012), selecting the AIC criterion. Mentioned models were: “general time reversible” with gamma distribution (GRT+G) for ITS, “Tamura-3-paramethers” with unequal base frequencies and gamma distribution (TPM1 uf+G) for petL-psbE and *rpL16 intron*.

Each analysis was carried out with three parallel searches, each one with four Markov chains, 3 million generations and sampled every 1000 generations. The burn-in period was estimated by visual examination of a likelihood by generation plot. After discarding the trees from the burn-in period, a 50% majority rule consensus tree was constructed from the remaining

trees and the three posterior distribution were pooled to obtain the best estimates of clade posterior probabilities (PP).

After analyzing each of the three markers separately, the possibility of combination of plastid and nuclear data was verified utilizing ILD incongruence test (Farris et al. 1994) on PAUP* 4.0b10 (Swofford 2002). This test was conducted using the parsimony optimality criterion, with 1000 replicates, simple taxon addition, tree-bisection-reconnection (TBR) and holding one tree at each step. Maxtrees option was selected to 100 to accelerate the analysis.

The combined analysis from the three regions was performed as standard Maximum Parsimony without attributing heights. For Bayesian analysis, data was partitioned according to each region's evolutive model and then analyzed in group, following Ronquist & Huelsenbeck's (2003) proposal.

Morphologic, palinologic and cytogenetic characters mapping – In this work ten morphologic characters were analyzed and mapped from material collected during fieldwork and herbarium specimens (table 1). Some characters selected for mapping were previously utilized on systematic studies to delimit genera within tribe Malveae (Fryxell 1988; 1997; Krapovickas 1970, 1996), while others are utilized for the first time in the present work, based on morphologic studies of materials.

The mericarps in *Gaya* were interpreted as having a dorsal concave face, which is the external surface of the fruit, a dorsal side, which is carinate and corresponds to the region of the medium carpel vein, a ventral side, which corresponds to the region where the mericarps is attached to the central collumela, and two lateral faces, through which occurs contact between adjacent mericarps (Fig. 1B).

The chromosome number and pollen grains apertures were mapped based on data available on literature about the sampled genera (Bayer & Kubitzky 2003; Cuadrado 2006;

Cuadrado & Boilini 2006; El Naggat 2004; Fernández et al. 2003; Fryxell 1988; Jiménez-Reyes 2002, 2003; Krapovickas 2012; Milla 2007; Saba 2007; Schneider 2013).

To access the evolution patterns of these characters, mapping was performed based on the majority (50%) consensus tree obtained on Bayesian combined analysis from the three regions utilized in this study. Reconstruction of characters states was performed by parsimony, implemented on Mesquite v. 2.72 (Maddison & Maddison 2009). All characters were treated as unordered.

Results

Table 2 shows the number of characters and other data regarding the aligned matrices for individual and combined analyzes for Maximum Parsimony. In general, individual analyzes showed similar results, although relationships among species of *Gaya* and among some clades were incongruent and will be mentioned posteriorly.

The ILD test (Farris et al. 1994) did not reject the combined analysis of plastid and nuclear data ($p=0.3$). Discussion in this work was conducted based on the topology generated from this combined analysis, considered the most consistent to estimate the evolutionary relationships of *Gaya* within tribe Malveae. However, incongruent results obtained from analyzes of individual markers were discussed when appropriate.

Concerning relationships within species of *Gaya*, they will not be discussed on this work due to incongruence observed and poorly resolved affinities on MP analyzes.

Individual markers analyzes – On MP analyzes of all regions two main clades were recovered with moderate to high support: clade B with *Cristaria* + *Lecanophora* (BS=99%) and clade C including *Gaya* + *Herissantia* + *Callianthe* + *Hochreutineria* + *Briquetia* + *Wissadula* + *Abutilon* + *Pseudabutilon* (BS=80-100%) (Fig. 2, 3, 4). *Billieturnera hellieri* was additionally sampled in ITS and *rpL16* intron analyzes and emerged on clade C, and *Modiola caroliniana* + *Modiolastrum lateritium* which constitute clade A (BS=100%) (Fig. 2, 4).

Bayesian analyzes generally reveals results congruent with those evidenced on Maximum Parsimony, presenting stronger support for most clades. However, on ITS topology clades A and B related to each other with low support (PP=0.67) (Fig. 2).

Within clade C four clades emerged on ITS analysis (Fig. 2): clade C1 – *Hochreutinera* + *Briquetia* (BS=100%, PP=1), clade C2 – *Wissadula* + *Abutilon* + *Billieturnera helleri* (PP=0.97); clade C3 – *Callianthe* + *Abutilon itatiaie* (BS=99%, PP=1) and clado C4 – *Gaya* + *Herissantia* (BS=83%, PP=1). Clade C3 + C4 emerged as sister group to clade C1 (BS=81%, PP=1).

Analyzes of plastid data corroborate those of ITS, but they were incongruent regarding some internal relationships within clade C:

- Clades C2 and C3 emerged as sister groups (BS=60-74%, PP=1) (Fig. 3, 4);
- In petL-psbE and *rpL16 intron* clade C2 +C3 emerged as sister group to clade C4, constituting the clade C234 (BS=78%, PP=1) for petL-psbE; BS=76%, PP=0.99 for *rpL16 intron*);
- In the Bayesian analysis of petL-psbE, *Pseudabutilon virgatum* emerged with low support within clade C1 constituted by *Hochreutinera* + *Briquetia* (PP=0.57) (Fig. 3);
- In *rpL16 intron* analysis, *Abutilon itatiaie* emerged as sister to *Callianthe longifolia* (Fig. 4);
- In *rpL16 intron*, *Billieturnera helleri* did not emerged as a representant of clade C2, but as sister group of clade C2+C3 only in Bayesian analysis (PP=0.83) and its placement is not clear in MP analysis (Fig. 4). *Gaya* emerged as a monophyletip group (BS=75-91%, PP=1), and as sister group to *Herissantia* in all analyzes. This relationship was strongly supported on Bayesian analyzes of the three markers and on MP analysis of ITS, but with low support on the MP analyzes of plastid markers (BS=56-61%), in which *Herissantia tiubae* could be included.

Regarding remaing genera sampled, the monophyly of *Briquetia* was not confirmed, once *Briquetia spicata*, included only on petL-psbE and ITS analyzes, represented the most distantly related species of *Briquetia denudata* and *Hochreutinera hassleriana*, which emerged

in a single clade (BS=98-100%, PP=1). *Callianthe* and *Wissadula* are monophyletic groups, but species of *Abutilon* are segregated in clades C2 and C3.

Combined analysis – In combined analysis, MP and Bayesian analyzes are congruent with each other, which evidences an increase of the resolution in most clades (Fig. 5). The three main clades A (*Modiola caroliniana* + *Modiolastrum lateritium*), B (*Lecanophora* + *Cristaria*) and C (*Wissadula* + *Abutilon* + *Callianthe* + *Gaya* + *Herissantia* + *Briquetia* + *Hochreutinera* + *Billieturnera helleri* + *Pseudabutilon*) emerged with high support (BS=100%, PP=1). Clades B and C formed a larger clade corroborating all individual analyzes, except for the Bayesian analysis of ITS (BS=72%, PP=0.53).

Regarding internal relationships within clade C, the combined analysis showed similarity to the ITS. Clade C1: *Briquetia* + *Hochreutinera* (BS=100%, PP=1); clade C2: *Wissadula* + *Abutilon* + *Billieturnera helleri* (BS=97%, PP=1); clade C3: *Callianthe* + *Abutilon itatiaie*, with the second representant more distantly related (BS=100%, PP=1) and clade C4: *Gaya* + *Herissantia* (BS=99%, PP=1). *Pseudabutilon virgatum* constitutes sister group of clade C1 + C234 (BS=100%, PP=1) and clade C3 is more closely related to clade C4 with high support (BS=100%, PP=1) (Fig. 5). However, clade C2 emerged as sister group to clade C3 + C4, constituting the clade C234 (BS=100%, PP=1) as in the analyzes of *petL-psbE* and *rpL16 intron*.

The monophyly of *Gaya* and *Herissantia* was strongly supported, as well as them as sister genera (BS=99%, PP=1). Considering the remaining sampled genera, the monophyly of *Briquetia* was not confirmed, once *Briquetia spicata*, included only on *petL-psbE* and ITS analyzes, was the most distantly related species from *Briquetia denudata* and *Hochreutinera hassleriana*, which emerged in the same clade (BS=100%, PP=1). *Wissadula* and *Callianthe* are monophyletic and the paraphyly of *Briquetia* and *Abutilon*.

Morphological characters states mapping – Our results revealed that the characters here mapped, traditionally utilized in the taxonomy of tribe Malveae (Donnel et al. 2012; Fryxell

1997b, 1976, 1982; Krapovickas 1950, 1970, 1996; Krapovickas et al. 1988), principally on delimitation of genera, are, in most, clearly homoplastic or autapomorphic. A few synapomorphic characters were detected, almost all of them explored for the first time.

On the present analysis, the presence of endoglossum is homoplastic: it appeared in *Gaya* and in clades A (*Modiola* + *Modiolastrum*) and C1 (*Hochreutineria* + *Briquetia*) (Fig. 6A). In *Gaya* this structure is developed in most species, and formed by two overlapping portions, each one containing a membranaceous part under a fibrous, dentate and arched part, generally strongly retaining the seed (Fig. 10A). However, the presence of a developed endoglossum inside the mericarp is autapomorphic for *Gaya*, once in the remaining genera within tribe Malveae the endoglossum, when present, is always vestigial (Fig. 10D, F), although this structure is vestigial or absent in some species of *Gaya* (Fig. 6A, 10B, C).

The origin site of the endoglossum in the mericarps of *Gaya* was investigated for the first time in the present study (Fig. 6B), finding that only in *Gaya* this structure originates on the ventral side, while in the remaining genera of Malveae it originates on dorsal face (Fig. 10D, F), highlighting that the later state appeared in more basal genera.

In *Gaya* and *Wissadula* the mericarp constriction coincides with the dehiscence limit (Fryxell 1997a; Krapovickas et al. 1974). However, our analysis showed that in *Gaya* this constriction is located on the ventral side or rarely on the basal portion of the mericarp (Fig. 6C, 10A-C), constituting a synapomorphy for the genus. In the remaining representative of the tribe, it is located on the dorsal face, evolving more than once in *Wissadula* and in the clade C1 (*Hochreutineria* + *Briquetia*) (Fig. 6C, 10D-G, N).

Regarding dehiscence type, Krapovickas (1996) considers it as a diagnostic character for *Gaya*. We found that in *Gaya* the mericarps present total loculicidal dehiscence on the dorsal face and partial on ventral face, constituting a synapomorphy for the genus (Fig. 10H, 11E, F). Only in *Herissantia*, which emerged as sister genus of *Gaya*, the dehiscence is complete, extending all over the dorsal and ventral face, in a way that the mericarps have a dehiscence restricted to the dorsal

face (Fig. 10J) or are indehiscent, which is plesiomorphic to the tribe Malveae (Fig. 6D). It is important to highlight that the dehiscence restricted to the dorsal face also appears on genera related to *Gaya* and *Herissantia* (clade C4), while indehiscent mericarps appear in distantly related genera.

On the nectary rim located on the internal base of the calyx, our analyzes revealed that the 5-lobed rim, with triangular lobes is a synapomorph for clade C4 (*Gaya* + *Herissantia*) (Fig. 7A, 10K). With exception of 5-lobed rim, with rounded lobes, which appear on *Lecanophora*, other character states are homoplastic: irregular to slightly undulate rim (Fig. 11L) and smooth rim (Fig. 10L), the latter being plesiomorphic to Malveae (Fig. 7A).

The presence or absence of ribbed veins between dorsal and lateral faces of the mericarps is a diagnostic character in Malveae (Fig. 10E). Absence of ribbed veins in *Gaya* + *Herissantia* + *Callianthe* + *Wisadula* + *Abutilon* + *Billieturnera* (clade C234) is homoplastic and plesiomorphic for Malveae (Fig. 7B). Presence of ribbed veins was utilized by Fryxell (1976) to delimit *Briquetia*. In our analysis this character is a synapomorph of clade C1 (*Hochreutinera* + *Briquetia*). Mericarps with ribbed veins are present in other genera of Malvoideae as *Pavonia* (subgenus *Typhalea*, tribe Malvavisceae), here represented by *Pavonia communis* (external group).

The present analysis showed that conspicuous and inconspicuous veins on the contact region of adjacent mericarps, character utilized in the delimitation of genera within tribe Malveae (Fryxell 1997a, 1988; Krapovickas 1950) are homoplastic (Fig. 7C). Conspicuous veins were less frequent, being plesiomorphic for tribe Malveae (Fig. 10G, O-Q). In clade C, in which *Gaya* is included, the presence of inconspicuous veins is autapomorphic to the clade, not present only in two species: *Hochreutinera hassleriana* and *Briquetia denudata* (Fig. 10 H, J).

Evolution patterns of mericarp apex revealed that mericarps without apical projection (muticous) (Fig. 10A, B, C, H, I, J) appeared only on clades C3 (*Abutilon itatiaie* + *Callianthe*) and C4 (*Gaya* + *Herissantia*). Only two species of the clade C3, which emerged as more basal (*Callianthe latipetala* and *Abutilon itatiaie*) show apical projection on the mericarps, a character

state plesiomorphic to the tribe Malveae that appeared in all other samples representants (Fig. 7D, 10E, F, G, M, N, O, P).

Seed number is a diagnostical character on tribe Malveae, especially in *Gaya*, in which the mericarps have only one seed (Fig. 10A-C). However, the evolution patter of the number of seed per mericarp revealed that this character is highly homoplastic for tribe Malveae and plesiomorphic to *Gaya* (Fig. 8A). In the same way, mericarps with more than seed evolved in clade C3: *Abutilon itatiaie* (three seeds) emerged together with species of *Callianthe* (four to many seeds) and in clade C1: *Briquetia denudata* (one seed) was highly related to *Hochreutineria hassleriana* (five seeds) (Fig. 10F).

Flower organization is very diversified in tribe Malveae, but has never been used in the taxonomy of the tribe. *Gaya* and *Herissantia*, which emerged as sister genera (clade C4) are remarkable by their always solitary flowers. Our analysis revealed that solitary flower is plesiomorphic to the clade and clearly homoplastic for Malveae, in the same way that not fasciculate inflorescences appeared in non related clades (Fig. 10R). Fasciculate inflorescences appeared only on clade C3 (*Callianthe* + *Abutilon itatiaie*) (Fig. 8B, 10S).

According to the present analysis, *Gaya* and *Herissantia* (clade C4) represent the higher number of derived character states for tribe Malveae: inconspicuous veins on the contact region of adjacent mericarps, absence of apical projection on mericarps, dehiscence on the dorsal and ventral faces and 5-lobed rim, with triangular lobes of the nectary located on internal base of the calyx, the latter a synapomorphy for clade C4.

Cytogenetic and palinologic characters mapping – In association to morphological characters, chromossome number is very utilized in the taxonomy of tribe Malveae, specially on the stabilishment of alliances (Bates 1968; Bates & Blanchard 1970; Bayer & Kubitzky 2003; Fryxell 1988), as well as in phylogenetic studies, on clades support (Donnel et al. 2012; Fuertes et al. 2003).

Grains polen with number of less than or equal to six apertures was recorded in most of genera sampled, except in some *Abutilon* species (up to 15). Different numbers evolved

independently in *Gaya* (10-32) and *Briquetia spicata* (8-10), confirming the isolation of *Gaya* and the paraphyletism of *Briquetia* (Fig. 8D).

In the mapping of this character, it was possible to evidence that $n=6$, 7 and 8 are homoplastic within Malveae (Fig. 8C). Only in *Modiola* + *Modiolastrum* numbers as 5 and 9 appeared, but these values were registered for other genera of Malveae not included here. However, we reported that chromosome number is constant in some clades: *Wissadula* + *Abutilon* ($n=7$), *Hochreutinera* + *Briquetia* ($n=7$) and *Lecanophora* + *Cristaria* ($n=6$). In generic level, with the exception of *Herissantia* ($n=6$ or 7), we also verified homogeneity regarding this character, specially in *Gaya* ($n=6$). This homogeneity corroborate Donnel et al. (2012) which found $n=7$ in *Abutilon* s.s. and $n=8$ in *Callianthe*.

Discussion

Results from combined analysis here presented corroborate previous phylogenetic studies with ITS (Tate et al. 2005; Donnel et al. 2012) on composition of the main clades and some generic relationships established. Moreover, they corroborated the paraphyly of *Abutilon* and *Gaya* alliances, widely utilized in traditional classifications proposed for tribe Malveae (Bates 1968; Bates & Blanchard 1970; Bayer & Kubitzki 2003) (Fig. 9A).

However, regarding relationships of *Gaya* with *Wissadula* and *Abutilon* and new placement of *Herissantia* (not sampled in previous studies), the results were discordant. From the species studied here 70 % were sampled for the first time (appendix 1), which represent 13 genera of Malveae.

The three main clades evidenced in the present work were recovered with high support in combined and individual markers analyzes, considering that in petL-psbE analysis the representants of clade A could not be sampled.

- **clade A** (*Modiola* + *Modiolastrum*): it shares indehiscent mericarps, with vestigial endoglossum originated on the dorsal face, conspicuous veins on lateral faces and apical projections. Its representants also have flowers with epicalyx (Bayer & Kubitzki 2003), nectary

at the internal base of the calyx with smooth rim and $n=5$ or 9 . These clades comprehends genera from *Modiola* alliance (Fig. 9A).

Synapomorphies for clade A are not known.

- **clade B** (*Cristaria* + *Lecanophora*): representatives shares indehiscent mericarps, without endoglossum and with conspicuous veins on lateral faces and apical projections; nectary at the internal base of the calyx with irregular to slightly undulate or 5-lobed rim, with rounded lobes and $n=6$. Moreover, this clade includes species with flowers lacking epicalyx (Fryxell 1997a; Bayer & Kubitzky 2003). This clade comprehends genera from *Gaya* alliance sensu Bayer & Kubitzky (Fig. 9A).

Clade B is supported by schizocarps with collumela expanded at the base as a probable morphologic synapomorphy (Fig. 10Q).

- **clade C** (*Gaya* + *Herissantia* + *Callianthe* + *Wissadula* + *Abutilon* + *Billietturnera* + *Briquetia* + *Hochreutinera* + *Pseudabutilon*): representatives share mericarps with a developed, vestigial or absent endoglossum, which is originated on dorsal or ventral face or on the basal portion, dorsal or ventral (partial or total) dehiscence, conspicuous or inconspicuous veins on lateral faces, with or without apical projections; nectary at the internal base of the calyx with smooth, irregular to slightly rounded or 5-lobed rim and triangular lobes and $n=6, 7$ or 8 . Also, they share flowers without epicalyx and schizocarp without collumela expanded at the base (Fryxell 1997a; Bayer & Kubitzky 2003). This clade comprehends genera from *Abutilon*, *Batesimalva* and *Gaya* alliances (Fig. 9A).

Relationships established within clade C point to the monophyly of most genera, except *Briquetia* and *Abutilon* (Fig. 5). Morphological synapomorphies for this clade are not known.

In the topology presented by Tate et al. (2005) two main clades emerged: A and B. Clade A, formed by representants bearing flowers without epicalyx and chromosome number $n=6, 7$ or 8 , corresponds to our clades B and C, which emerged in a larger clade (BS=72%, PP=0.53) (Fig. 9B). In turn, clade B, from which representants have flowers with epicalyx and

chromosome number $n=5$ or 9 , corresponds to clade A in our analysis (*Modiola caroliniana* + *Modiolastrum lateritium*) (Fig. 9B).

Regarding relationships within clade C, clade C1 (*Hochreutineria* + *Briquetia*) emerged in a basal placement on our topology with high support (BS=100%, PP=1), and has ribbed veins on dorsal and lateral faces of the mericarp as morphologic synapomorphy (Fig. 10E). *Briquetia denudata* and *Hochreutineria hassleriana* have two aristae at the base of the mericarps. Krapovickas (1970) and Fryxell (1976) considered these structures as possibly homologous, originating from ribbed veins. The greater affinity between these species is due to the presence of basal aristae on the mericarp, a synapomorphy to the clade *Briquetia denudata* and *Hochreutineria hassleriana*. Besides, pollen grains of *H. hassleriana* were not studied, *Hochreutineria amplexifolia* (D.C.) Fryxell shows three apertures as reported to *Briquetia denudata* (Erdtman 1952). Placement of *Briquetia spicata*, which emerges as distantly related to *B. denudata* and *H. hassleriana* is supported by the absence of basal aristae on the mericarp, pollen grains with eight to ten apertures and inconspicuous veins on lateral faces of the mericarp (Fig. 7C).

Clade C234 comprehends all representants from clade C (*Gaya* + *Herissantia* + *Callianthe* *Wissadula* + *Abutilon* + *Billieturnera helleri*), except *Briquetia* + *Hochreutineria* (clade C1) and emerges with high to moderate support on combined and plastid analyzes, although it was not evidenced on ITS analysis. In this analysis, clade C3 (*Callianthe* + *Abutilon* *itatie*) and C4 (*Gaya* + *Herissantia*) emerged with *Briquetia* and *Hochreutineria* (clade C; BS=82%, PP=1). Clade C234 distinguishes from *Briquetia* and *Hochreutineria* by the mericarps without ribbed veins between dorsal and lateral faces and inconspicuous veins on lateral faces, the latter character more derived for tribe Malveae. Our results are compatible with Tate's et al. 2005 topology in which more derivate genera present mericarps with inconspicuous veins (Fig. 10H, I, J, N). It should be noted that these two characters are plesiomorphic to clade C234 and that morphological synapomorphies were not detected to support this clade

Relationships between *Gaya* and genera of clade C234 – The morphological homogeneity of

Gaya in tribe Malveae, discussed by Krapovickas (1996) and Fryxell (1997a) was verified in this study regarding most mapped characters: solitary flowers, muticous mericarps without conspicuous veins on lateral faces and with only one seed and $n=6$, noting that all these characters are homoplastic. In the same way, the isolation of *Gaya* in tribe Malveae, also explored by those authors, agreed on a character widely utilized in the delimitation of the genus: a higher number of apertures on pollen grain (10-32). However, pollen grains with 10-32 apertures were also reported for representants of tribe Malveae morphologically not related to *Gaya*.

The main taxonomic studies (Krapovickas 1996; Fryxell 1997a) highlighted the presence of an unique and highly developed endoglossum found in most species as the most remarkable character of *Gaya* (Fig. 10A, 11J). The present study pointed to the hypothesis that this structure may have the same origin in *Gaya*, once in every species it is originated on the ventral face of the mericarp. However, this character, as well as the presence of an endoglossum, is not synapomorphic to the genus due to its absence in two species (Fig 10C).

In our study *Gaya* emerged as monophyletic with moderate to high support in combined and all individual analyzes (BS=75-100%, PP=1). Morphologic synapomorphies for the genus are related to the dispersion of its mericarps and seeds: constriction site of the mericarp and dehiscence type. In species of *Gaya* the constriction site coincides with the dehiscence limit of the mericarp. The dehiscence starts on the apical portion, on the dorsal face of the mericarp, and extends toward this constriction, located at basal or medium portion of the ventral face (Fig. 11E, F).

We concluded that in *Gaya* the position of flowers and fruits along the different development stages is very particular, not observed in any other representative of tribe Malveae. Although this character was not mapped, we found that in all species the flower buds are pendant, but flowers became erect at anthesis. During fruiting, the peduncle is pendant, but it raises when the fruit is mature to disperse the mericarps (Fig. 11A-F). Even though it involves a functional aspect, these character states may also be easily noted on herbarium specimens. It is probable that flower and fruit position

in *Gaya* may be a synapomorphy. However, it is necessary a wider investigation on flower and fruit position in the remaining genera of tribe Malveae.

Evolutionary relationships of *Gaya* as sister genera to *Herissantia* was evidenced with high support in almost all analyzes (BS=83-99%, PP=1), except on MP analysis of plastid individual markers (BS=56-61%). This result contradicts the taxonomic treatments that consider as artificial the morphologic affinities between the two genera, based mainly on inflate fruits (Hanks & Fryxell 1979; Fryxell 1997a). Presence of inflate fruits in *Gaya* and *Herissantia* is the most important character, not observed in the remaining sample genera (Fig. 11C, G). However, inflate fruits appear in *Neobrittonia acerifolia* (G. Don) Hochr. and *Phymosia umbellata* (Cav.) Kearney (tribe Malveae), noting that these species emerged in separated clades in Tate's et al. (2005) phylogeny, distant from the two sampled species of *Gaya*, pointing to a homoplastic nature of this character.

Gaya and *Herissantia* show very similar vegetative characters. Besides that, we verify the overlapping of several flower and fruit characters and chromosome number (table 3).

Our analysis revealed that the morphologic synapomorphy for clade C4 (*Gaya* + *Herissantia*) is the 5-lobed rim of the nectary at the internal base of the calyx, with triangular lobes, a character not explored in taxonomic studies. The evolutionary interpretation of this character showed great homogeneity at generic level, and the remaining rim types are constant in *Abutilon*, *Billieturnera*, *Callianthe*, *Modiola* and *Modiolastrum*.

Furthermore, the clade *Gaya* + *Herissantia* is confirmed by the reconstruction of the evolution of dehiscence type of the mericarps, a character neglected in taxonomic studies. Only in *Gaya* and *Herissantia* the dehiscence is dorsal and ventral (Fig. 10H, I). Our results corroborate Tate's et al. (2005) topology, in which the mericarps with this type of dehiscence appeared on more derived genera, while indehiscent mericarps or with dehiscence restricted to the dorsal or ventral face appeared in more basal genera.

Types of dehiscence of the mericarps and of seed dispersion were useful characters in the phylogenetic studies of genera within *Malva* alliance (*Lavatera* and *Malva*) (Escobar et al. 2009), contradicting the traditionally used characters in the circumscription of these genera. In the same way, Tate (2011) also used the dehiscence type of the mericarp to distinguish *Urocarpidium* from related genera.

Regarding morphologic characters, which distinguish *Gaya* and *Herissantia*, besides the absence of the constriction of the mericarps and the complete dehiscence on dorsal and ventral faces, *Herissantia* also differs from *Gaya* due to pollen grain with lower number of apertures (3-4) and pendant fruits in all development stages.

The placement of *Herissantia tiubae* in *Herissantia* clade as the most distantly related species is highly supported (BS=100%, PP=1). This species has n=6, erect branches and always petiolate leaves, differing from *H. nemoralis* and *H. crispa* with n=7, decumbent habit and sessile leaves on higher branches.

Concerning the affinities of *Gaya* + *Herissantia* (clade C4) with the remaining representants of clade C, we initially highlight their relationship as sister clade of *Callianthe* + *Abutilon itatiaie* (clade C3), with moderate to strong support in combined and ITS analyzes. This relationship was neither evidenced on plastid analyzes nor supported by morphologic synapomorphies. However, in these genera the mericarps are muticous, except on more basal representants (*C. latipetala* and *A. itatiaie*), which have mericarps with apical projections, as well as *Wissadula* and *Billietturnera*, a plesiomorphic character state for tribe Malveae.

Besides morphologic synapomorphies of clades C4, clade C3 differs by the rim of the nectary at the internal base of the calyx, which is irregular to slightly undulate, not inflated fruits, dehiscence restricted to the dorsal face and presence of trichomes inside the mericarps.

Relationship of *Gaya* with *Callianthe* emerged in Donnell et al. (2012) with high support in ITS analysis, but this placement was briefly discussed by the authors: *Gaya* comprehends predominantly shrubby representants, with yellow petals without prominent veins, glabrous

staminate tube and mericarps with only one seed, while *Callianthe* species are the shrubby to trees (up to 17 m high), have diversely colored petals with prominent veins, staminal tube with indumentum and mericarps with more than one seed.

The genus *Callianthe* was proposed by Donnel et al. (2012) based on segregated species of *Abutilon* and *Bakeridesia*. Synapomorphies for *Callianthe* include petals with prominent veins and probably the presence of trichomes inside the mericarps. These three genera were delimited based on habit and flower and fruit characters (table 4).

In our analyzes the placement of *Abutilon itatiaie* together with *Callianthe* does not corroborated Donnel et al. (2012), once this species have many morphological characters attributed to *Abutilon* s.s. However, its relationship with species of *Callianthe* is reinforced by the presence of trichomes inside the mericarps and solitary flowers and/or fasciculate inflorescences, character not mentioned by Donnel (2012). Knowing the chromosome number of *A. itatiaie* may clarify its placement.

Regarding the remaining genera within clade C2 (*Wissadula* + *Abutilon* + *Billieturnera helleri*), these are constituted by herbs to subshrubs with solitary flowers or inflorescences, yellow petals up to ca. 2 cm long and chromosome number $n=7$. Morphologic synapomorphies were not identified to the clade and a larger sample of species, and even related genera, are worthy to investigate its internal relationships.

Placement of *Billieturnea helleri* had a higher support in the combined analysis than in the previous studies (Tate et al. 2005; Donnel et al. 2012). This species represents a monotypic genus and has as unique character the occurrence in saline habitats and the widely oblong-lanceolate stipules.

Relationship of *Wissadula* as sister group to *Abutilon* (BS=83%, PP=1) was not evidenced in the studies of Tate et al. (2005) and Donnel et al. (2012), in which *Wissadula*, represented by two species emerged with high support with other genera not sampled here (*Tetrasida*, *Pseudabutilon*, *Bakeridesia*, *Peripteria*, *Anoda* and *Hosfordia*). *Wissadula* differs from *Abutilon* in many character, specially the constrict mericarps and lamina margin generally entire. Besides that, the most

remarkable character shared by all species of *Wissadula*, mericarps with two internal cavities, appeared in our analysis in non-related representants: *Briquetia spicata* and clade A (*Modiola caroliniana* + *Modiolastrum lateritium*). In Tate et al. (2005) many other genera that show this character emerged in non-related clades, pointing its high homoplasy.

Acknowledgements

The authors wish to thanks Capes for its financial support. We are grateful to Dra. Mutue T. Fujii for her permission to execute the labwork in Núcleo de Pesquisa de Ficologia (Instituto de Botânica). We would like to acknowledge Otávio L. Marques da Silva for his linguist help and important comments in the preparation of this manuscript, Cecília H. Kano for her assistance in laboratorial techniques and the staff and curators of the herbaria visited. Finally, we would like to thanks Dra. Jenniffer A. Tate for her valuable collaboration.

References

- Bates, D.M. 1968. Generic relationships in the Malvaceae, tribe Malveae. – *Gentes Herb.* 10: 117–135.
- Bates, D.M. and Blanchard Jr., O. 1970. Chromosome numbers in the Malvales. New or otherwise noteworthy counts relevant to classification in the Malvaceae, tribe Malveae. – *Am. J. Bot.* 57: 927–934.
- Baum, D.A. 1998. Biogeography and floral evolution of baobabs (*Adansonia*, Bombacaceae) as inferred from multiple data sets. – *Syst. Biol.* 47(2): 181–207.
- Bayer, C. and Kubitzki, K. 2003. Malvaceae. – In: Kubitzki, K. (ed.), *The families and genera of vascular plants*. Springer, pp. 225-311.
- Cuadrado, G.A. 2006. Malvaceae. Tribus Gossypieae, Hibiscieae, Malveae y Malvavisceae: 22 géneros 98 especies. – In: Pires, S.M., Anzótegui, L.M. and Cuadrado, G.A. (eds.), *Flora polínica del Nordeste Argentina*. Eudene–Unne, v.3, pp. 99–122.
- Cuadrado, G.A. and Boilini, A.R.M. 2006. Palinología de los géneros *Tarasa* y *Wissadula* (Malvaceae, Malveae) de Argentina. – *Bonplandia* 15(3-4): 167-187.
- Cronquist, A. 1981. *An integrated system of classification of flowering plants*. Columbia University Press.
- Darriba, D. et al. 2012. jModelTest 2: more models, new heuristics and parallel computing – *Nature Methods* 9(8): 772.

- Donnell, A. et al. 2012. *Callianthe* (Malvaceae): A new Genus of Neotropical Malveae. – *Syt. Bot.* 37(3): 712–722.
- El Naggar, S.M. 2004. Pollen Morphology of Egyptian Malvaceae: An Assessment of Taxonomic Value. – *Turk. J. Bot.* 28: 227-240.
- Erdtman, G. 1952. Pollen morphology and plant taxonomy-Angiosperms: An Introduction to Palynology – Almqvist & Wiksell.
- Escobar García, P. et al. 2009. Five molecular markers reveal extensive morphological homoplasy and reticulate evolution in the *Malva* alliance (Malvaceae). – *Molecular Phylogen. Evol.* 50:226-239.
- Esteves, G.L. and Takeuchi, C. 2014. *Gaya*. In: Lista das Espécies da Flora do Brasil. Disponível em: <http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB9056> (acesso em: IX-2014).
- Farris, J.S. et al. 1994. Testing significance of incongruence. – *Cladistics* 10: 315–319.
- Fernández, A. et al. 2003. Cromosomas de Malváceas. – *Bonplandia* 12(1-4): 141-145.
- Fryxell, P.A. 1974. The North American Malvavellas (Malvaceae). – *Southw. Natural* 19: 97-103.
- Fryxell, P.A. 1976. New species and new combinations in *Briquetia* and *Hochreutinera*, and a discussion of the *Briquetia* generic alliance (Malvaceae). – *Brittonia* 28 (3): 318-325.
- Fryxell, P.A. 1978. Neotropical segregates from *Sida* L. (Malvaceae). – *Brittonia* 30: 447-462.
- Fryxell, P.A. 1982. *Billieturnera* (Malvaceae), a new genus from Texas and Mexico. – *Sida* 9: 195–200.
- Fryxell, P.A. 1988. Malvaceae of México. *Syt. Bot. Monographs*. The American Society of Plants Taxonomists – Ann Arbor.
- Fryxell, P.A. 1997a. The American genera of Malvaceae–II. – *Brittonia* 49 (2): 204–69.
- Fryxell, P.A. 1997b. A revision and redefinition of *Pseudabutilon* (Malvaceae). *Contr. Univ. Michigan Herb.* 21: 175–195.
- Fuertes, A.J. et al. 2003. Phylogenetic relationship and Classification of *Sida* generic Alliance (Malvaceae) bases on nrDNA ITS evidence. – *Syt. Bot.* 28 (2):352–364.
- Hanks, S. & Fryxell, P.A. 1979. Palynological studies of *Gaya* and *Herissantia* (Malvaceae). – *Am. J. Bot.* 66 (5): 494–501.
- Hochreutiner, B.P.G. 1917. Organes carpiques nouveaux ou méconnus chez les Malvacées Annuaire Conserv. In: Briquet, J. (ed.), Annuaire et du Conservatoire et du Jardin Botaniques de Genève. Genève Conservatoire Botanique, v. 20, pp. 141–142.
- Huelsensbeck, J.P. et al. 2001. Bayesian inference of phylogeny and its impact on evolutionary biology – *Science* 294: 2310–2314.
- Jiménez-Reyes, M.N. 2002. Morfología de los granos de pollen de la familia Malvaceae de Jalisco, México. III. *Hampea*, *Herissantia*, *Hibiscus*, *Hochreutinera*, *Kearnemalvastrum*, *Kosteletzkyia*. –*Boletín Ibugana* 10: 37–59.

- Jiménez-Reyes, M.N. 2003. Morfología de los granos de pollen de la familia Malvaceae de Jalisco, México. IV. *Malachra*, *Malva*, *Malvastrum*, *Malvaviscus*, *Malvella*, *Modiola*, *Neobrettonia* y *Pavonia*. – Boletín Ibugana 11: 17–42.
- Krapovickas, A. 1950. Revision del género *Lecanophora* (Malvaceae). – Darwiniana 9 (2): 248–279.
- Krapovickas, A. 1970. Dos gêneros nuevos de Malváceas: *Dirhamphis* y *Hochreutinera*, com notas afines *Briquetia* y *Neobrittonia*. – Darwiniana 16: 219–232.
- Krapovickas, A. et al. 1974. *Gaya elinguata*, nueva especie de Malvaceae de Brasil. – Bol. Soc. Argent. Bot. 16 (2): 97–99.
- Krapovickas, A. et al. 1988. *Allosidastrum*, un nuevo género de Malvaceae de los neotrópicos. – Bol. Soc. Bot. Méx. 48: 23–34.
- Krapovickas, A. 1996. Sinopsis del genero *Gaya*. – Bonplandia 9 (1–2): 57–87.
- Krapovickas, A. 2012. Novedades en el género *Gaya* (Malvaceae). – Bonplandia 21 (1): 71–76.
- Maddison, W.P. and Maddison, D.R. 2009. Mesquite: A modular System for Evolucionary Analysis. Version 2.72. Disponível em: <http://mesquiteproject.org> (acesso em X. 2014).
- Milla, G.R.M. Palinotaxonomia em *Wissadula* Medik e gêneros afins (Malvaceae: Malveae) no Brasil. Dissertação de mestrado. Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007, 50p.
- Ronquist, F. and Huelsenbeck, J.P. 2003. MrBayes version 3.0: Bayesian phylogenetic inference under mixed models. – Bioinformatics 19 (12): 1572–1574.
- Saba, M.D. Morfologia polínica de Malvaceae s.l.: implicações taxonômicas e filogenéticas. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, Bahia, 2007, 189p.
- Schneider, J.V. 2013. The Peruvian species of *Cristaria* (Malveae, Malvaceae): taxonomic revision, chromosome counts, and breeding system. – Phytotaxa 110 (1): 31–47.
- Schumann, K. 1891. Malvaceae I. – In: *Flora Brasiliensis*. Martius, C.F.P. and Eichler, A.W. Leipzig, pp. 253–456.
- Shaw J. et al. 2007. Comparison of whole chroplast genome sequences to choose noncoding regions for phylogenetic studies in Angiosperms: the tortoise and hare III. – Am. J. Bot. 94 (3): 275–288.
- Swofford, D.L. 2002. PAUP* phylogenetic analysis using parsimony (*and other methods), version 4.0b10 for Win Sinauer, Sunderland.
- Tate, J.A. et al. 2005. Phylogenetic relationships within the tribe Malveae (Malvaceae, subfamily Malvoideae) as inferred from its sequence data. – Am. J. Bot. 92(4): 584–602.
- Tate, J. 2011. The status of *Urocarpidium* (Malvaceae): Insight from nuclear and plastid-based phylogenies. – Taxon: 1–9.
- Takeuchi, C. and Esteves, G.L. 2012 – Synopsis of *Abutilon* (Malvoideae, Malvaceae) in the state of São Paulo, Brazil. – Phytotaxa 44: 39–57.

White, T. et al. 1990. – In: Innis, M.A., Gelfand, D.H., Sninsky J.J. and White, T.J. (eds.). PCR Protocols: A guide to Methods and Amplifications. Academic Press, pp. 315-321.

Table 1. Mapped characters and character states codification (*characters utilized for the first time to generic delimitation).

Characters	Codification
Endoglossum development degree	developed=0, vestigial=1, absent=2
*Endoglossum origin site on the mericarp	ventral side=0, dorsal side=1, absent=2
*Constriction site on the mericarp	ventral side=0, dorsal side=1, absent=2
Mericarp dehiscence type	total (dorsal and ventral)=0 , total dorsal and partial ventral=1, dorsal=2, indehiscent=3
Vein between dorsal and lateral faces of mericarp	ribbed=0, not ribbed=1
*Nectary rim on internal base of the calyx	5-lobed with triangular lobes=0; 5-lobed with rounded lobes=1; smooth=2, irregular to slightly rounded=3; unknown=4
Veins on lateral faces of mericarp	conspicuous=0, inconspicuous=1
Mericarp apex	with projections (aristae or wings)=0, without projections (muticous)=1
Number of seed of the mericarp	1=0, 2-3=1, > 3=2
Flowers organization	solitary=0, fasciculate inflorescences=1, not fasciculate inflorescences=2
Chromosome number (n)	5=0, 6=1, 7=2, 8=3, 9=4, 14=5, unknown=6
Number of apertures of the pollen grain	≥ 6=0, 8-10=1, 10-32=2, ≥ 100=3, unknown=4

Table 2. Informative values of MP analyzes of molecular data utilized.

	ITS	petL-psbE	<i>rpL16 intron</i>	Combined (ITS, petL-psbE, <i>rpL16 intron</i>)
Total characters	864	960	1335	3120
Constant characters	428	803	951	2188
Variable characters	436	78	384	932
Informative characters	260	79	150	477
Number of retained trees	81	180	180	80
Tree lenght	1071	203	31	1694
Consistency Index (CI)	0,6246	0,8522	0,8267	0,7102
Retention Index (RI)	0,7592	0,9029	0,799	0,7869

Table 3. Main overlapping characters in *Gaya* and *Herissantia*.

Characters	<i>Gaya</i>	<i>Herissantia</i>
Petals color	yellow, rarely white	white, rarely yellow
Number of seed per mericarp	1	1-3
Fruits	inflate	inflate
Endoglossum	generally present	absent
Chromosome number	6	6, 7

Table 4. Main differences among *Callianthe*, *Abutilon* s.s. and *Bakeridesia* (sensu Donnel et al 2012) and *based on the present study.

Characters	<i>Callianthe</i>	<i>Abutilon</i> s.s.	<i>Bakeridesia</i>	<i>Abutilon itatiaie</i>
Habit	shrubs to trees	herbs to shrubs	Trees	subshrubs
*Flower organization	solitary to fasciculate inflorescences	solitary and/or not fasciculate inflorescences	solitary or fasciculate inflorescences	solitary or fasciculate inflorescences
Petal lenght	> 2cm	< 2 cm	generally < 2cm	< 2 cm
Petal color	varied	varied	yellow to orange	yellow
Petal veins	prominent	not prominent	not prominent	not prominent
Trichomes on the staminate tube	absent	present	Absent	absent
Number of ovules per carpel	4-many	3(-6)	2-7	3
Lateral wings on the mericarps	absent	absent	Presente	absent
Trichomes inside the mericarps	present	absent	Absent	present
Chromosome number	8	7	15	?

Appendix 1. List of species analyzed in the phylogenetic study, followed by their respective voucher and localities where they were collected (*species samples for the first time in this study). Sequences generated in previous studies are referred but Genbank accession number.

**Abutilon itatiaie* R.E. Fries, C. Takeuchi 71 *et al.* (SP), Brasil, Campos de Jordão. *Abutilon malacum* S. Watson, México, Sonoyta, R.S. Felger 81-92 (MO), ITS: JQ753298 (Donnel *et al.* 2012). **Abutilon umbelliflorum* A. St.-Hil., C. Takeuchi 138 (SP), Brasil, Corumbá. *Billieturnera helleri* Fryxell, Fryxell 5058 & La Ducke (NY), E.U.A., La Salle Country, ITS: AY591817.1 (Tate *et al.* 2005), *rpL16 intron*: FJ204758.1 (Tate 2011). **Briquetia denudata* Chodat & Hassl., C. Takeuchi 139 & A. Sciamarelli (SP), Brasil, Dourados. **Briquetia spicata* (Kunth) Fryxell, V.C. Souza *et al.* 28140 (ESA, SP), Brasil, ca. 5km de Santo Hipólito. *Callianthe costicalyx* (K. Schum.) Donnel, C. Takeuchi & T. Takeuchi 75 (SP). **Callianthe longifolia* (A. St.-Hil.) Donnel, C. Takeuchi *et al.* 67 (SP), Campinas, São Paulo. **Callianthe latipetala* (G.L. Esteves & Krapov.), C. Takeuchi 72 & T. Takeuchi (SP), Santo Antônio do Pinhal (SP). *Callianthe regnelli* (Miq.) Donnel, C. Takeuchi 56 (SP). *Callianthe rufinerva* (A. St.-Hil.) Donnel, V.M. Gonçalves 126 & C.V. da Silva (SP), Brasil, Petrópolis. *Cristaria andicola* Gay, Tate *et al.* 97 (TEX), Chile, Antofagasta, ITS: AY372999.1 (Tate *et al.* 2005), *rpL16 intron*: FJ 204763.1 (Tate 2011). **Gaya aurea* A. St.-Hil., L.P. Queiroz 5752 *et al.* (HUEFS), Brasil, Bom Jesus da Lapa. *Gaya atiquipana* Krapov., Tate *et al.* 106 (TEX), Peru, Arequipa, ITS: AY591825.1 (Tate *et al.* 2005), *rpL16 intron*: FJ204766.1 (Tate 2011). *Gaya calyptrata* (Cav.) Kunth ex K. Schum., Fuertes 5513 (TEX), Colômbia, Cundinamarca, ITS2: AJ274992.1 (Fuertes *et al.* 2003), ITS1: AJ251041 (Fuertes *et al.* 2003). **Gaya dentata* Krapov., C. Takeuchi 131 & G. Moraes (SP), Brasil, Bahia. **Gaya domingensis* Urb., C. Takeuchi *et al.* 99 (SP), Brasil, Buritizeiro. **Gaya gaudichaudiana* A. St.-Hil., (SP), C. Takeuchi *et al.* 123 (SP), Brasil, Arraial do Cabo. **Gaya guerkeana* K. Schum., V.M. Gonçalves 110 (SP), Brasil, São José do Rio Pardo. **Gaya gracilipes* K. Schum., C. Takeuchi *et al.* 103 (SP), Brasil, Santo Hipólito. **Gaya grandiflora* Baker f., C. Takeuchi 140 (SP), Brasil, Crato. **Gaya macrantha* Barb. Rodr., Harley 54849 (HUEFS), Brasil, Aracatu. **Gaya meridionalis* Hassl., C. Takeuchi 136 (SP), Brasil, Miranda. **Gaya minutiflora* Rose, W.D. Stevens & E.M. Duarte 29766 (MO), Guatemala, Esteli. **Gaya monosperma* (K. Schum.) Krapov., Giulietti 246 (HUEFS). **Gaya mutisiana* Krapov., P. Silverstone-Sopkin 11889 (SP), Colômbia, Cali. **Gaya occidentalis* (L.) Sweet, J. Larrahondo 76 (CTES), Colômbia, Candelaria. **Gaya pilosa* K. Schum., C. Takeuchi 108 *et al.* (SP), Brasil, Planaltina. **Gaya scopulorum* Krapov., T.B. Flores 771 (HPL), Brasil, Itaituba. **Gaya tarijensis* R.E. Fries, H. Sato 319 (SI), Argentina Jujuy. **Gaya xiquexiquensis*, C. Takeuchi 144 (SP). **Herissantia crispa* (L.) Brizicky, C. Takeuchi 90 *et al.* (SP), Brasil, Jussape. **Herissantia nemoralis* (A. St.-Hil.) Brizicky, V.M.

Gonçalves *et al.* 94 (SP), Brasil, Cardeal Mota. **Herissantia tiubae* (K. Schum.) Brizicky, C. Takeuchi 127 *et al.* (SP), Brasil, Feira de Santana. **Hochreutinera hassleriana* (Hochr.) Krapov., M. Grings 1022 (SP), Brasil, Unistalda. *Lecanophora chubutensis* (Speg.) Rodrigo, Tate *et al.* 72, Argentina, Las Heras, ITS: AY591837.1 (Tate *et al.* 2005), *rpL16 intron*: FJ204769.1 (Tate 2011). *Lecanophora heterophylla* (Cav.) Krapov., Argentina, G. Seijo 2167 (SP). *Modiola caroliniana* (L.) G. Don., Tate & Simmons 50 (TEX), México, Puebla, ITS: AY172190.1 (Tate & Simpson 2003), *rpL16 intron*: JF995586.1 (Tate 2011). *Modiolastrum lateritium* (Hook.) Krapov., Argentina, Guarani, Tressens *et al.* 4592 (TEX), ITS: AY172191.1 (Tate & Simpson 2003), *rpL16 intron*: JF99587.1 (Tate 2011). **Pavonia communis* A. St.-Hil., C. Takeuchi 124 (SP), Brasil, São Paulo. **Pseudabutilon virgatum* (Cav.) Fryxell, C. Takeuchi 133 (SP), Argentina, Corrientes. **Wissadula contracta* (Link) R.E. Fries, V.M. Gonçalves 52 & A.V. Coaglio (SP), Brasil, São José do Rio Pardo. **Wissadula hernandioides* L'Hér (Garcke), C. Takeuchi 120 & V.M. Gonçalves (SP), Brasil, Ibitinga. *Wissadula periplocifolia* (L.) C. Presl ex Thwaites, Hill & Horn 27076 (TEX), Guiana, Demerara-Mahaica, ITS: AY591858.1 (Tate *et al.* 2005), *rpL16 intron*: FJ204784.1 (Tate 2011).

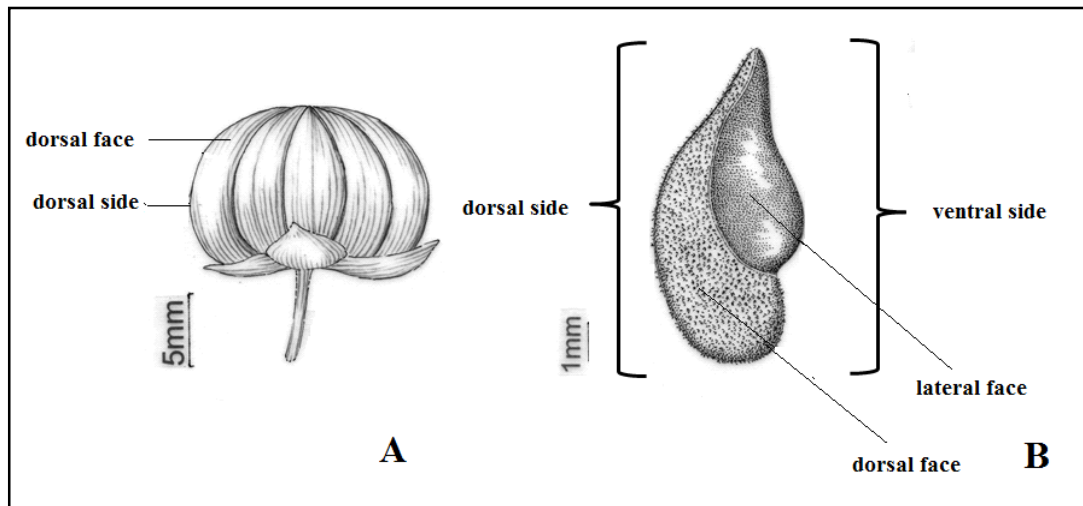


Figure 1. A. Complete fruit of *Gaya*, external view. B. Mericarp, external view, dorsal-lateral

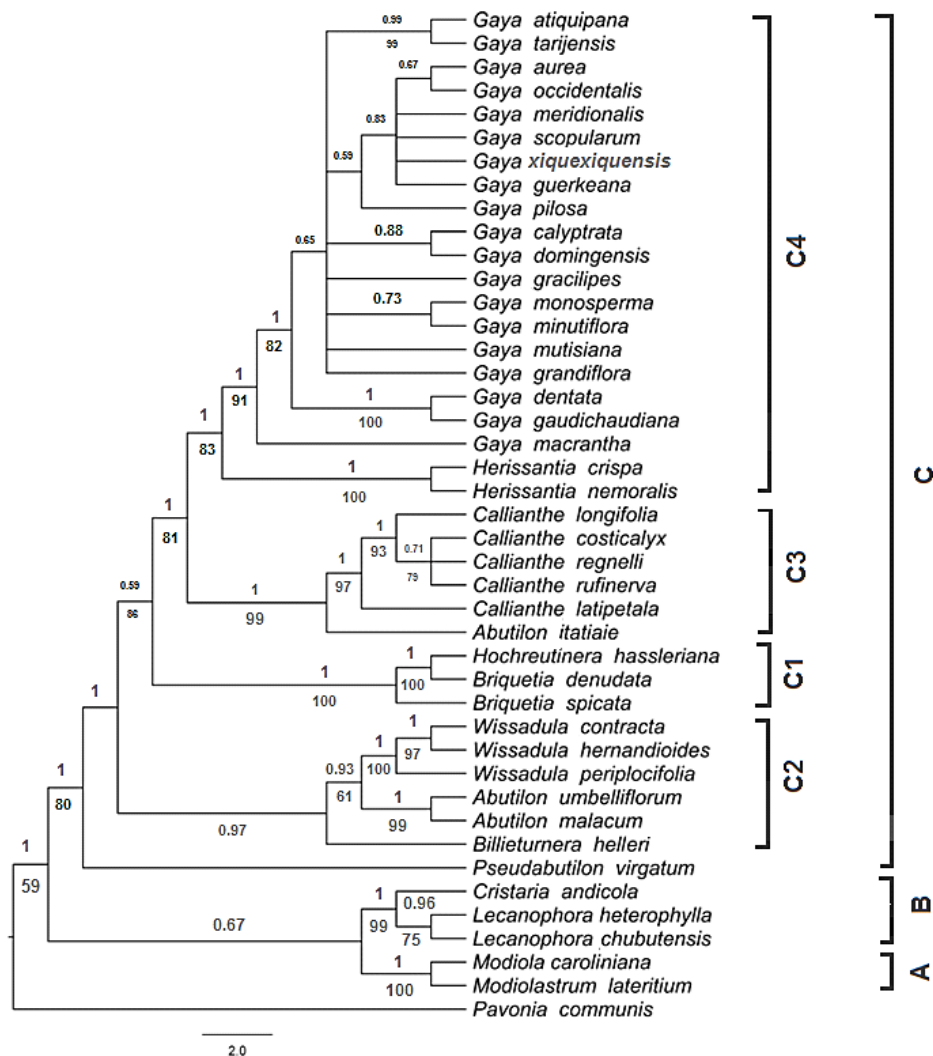


Figure 2. Majority rule (50%) consensus tree for tribe Malveae obtained in Bayesian analysis of ITS data. Numbers above branches indicate posterior probabilities (PP) of the estimated clades. Bootstrap values (BS) from MP analysis are indicate under branches. Main clades are indicated to the right of species names.

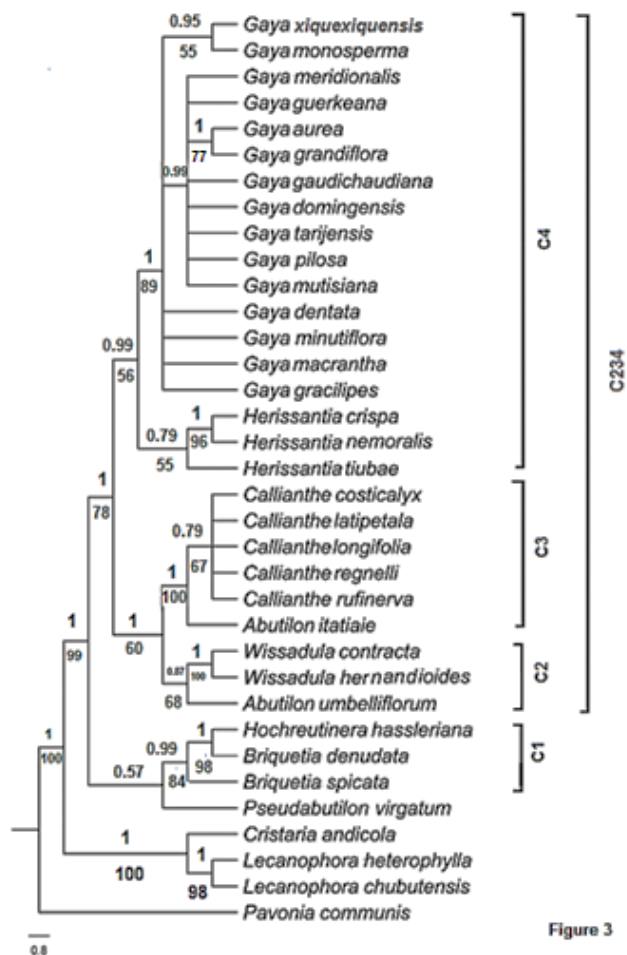


Figure 3

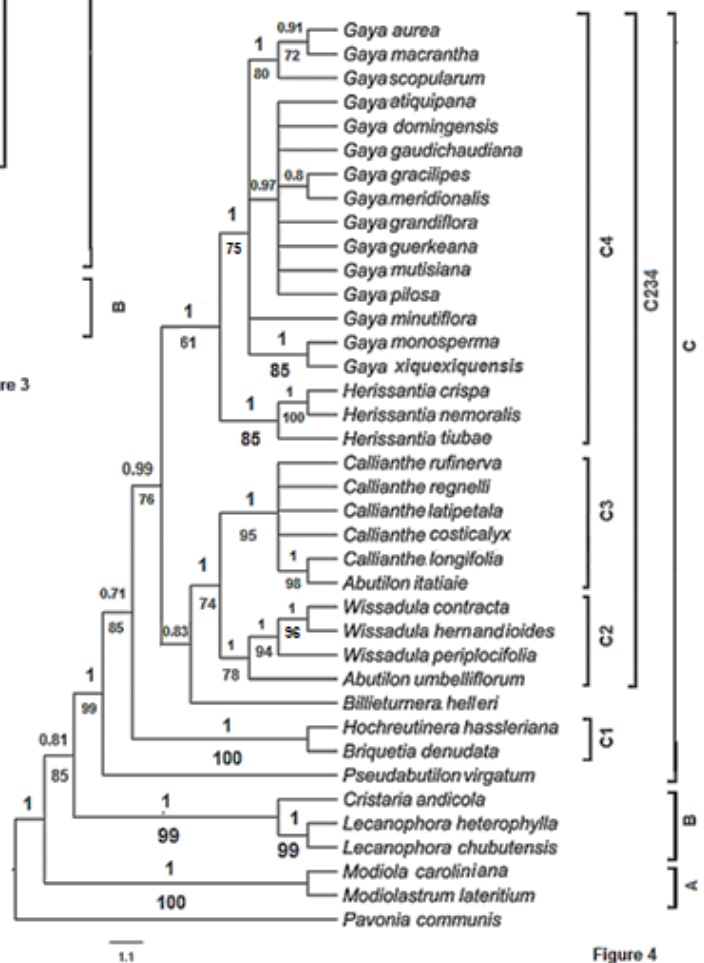


Figure 4

Figures 3-4. Majority rule (50%) consensus tree for the tribe Malveae obtained in Bayesian analysis of petL-psbE (Fig. 3) and *rpL16* intron (Fig. 4) data. Numbers above branches indicate posterior probabilities (PP) of the estimated clades. Bootstrap values from MP analysis are indicated under branches. Main clades are indicated to the right of species names.

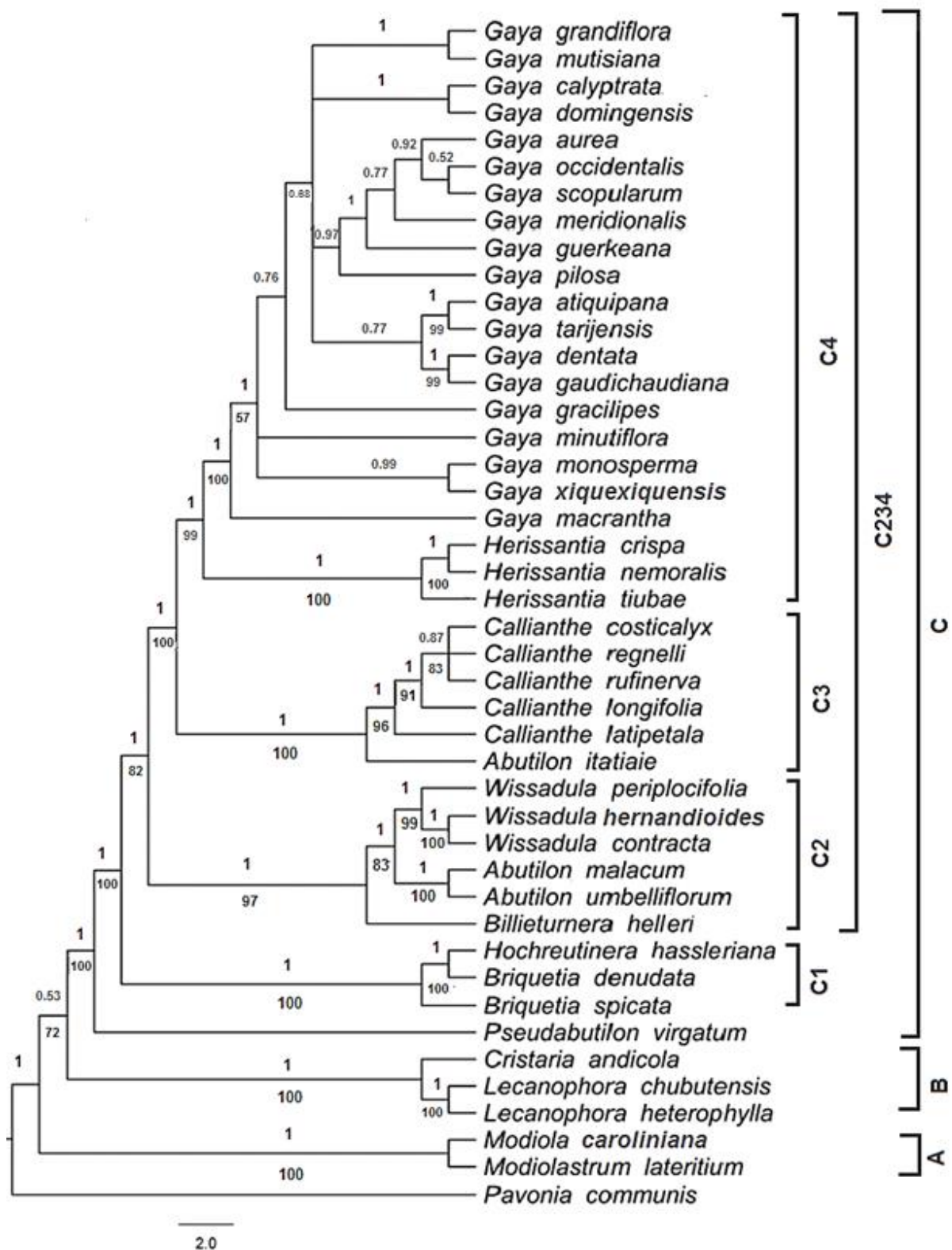


Figure 5. Majority rule (50%) consensus tree for the tribe Malveae obtained in Bayesian analysis of combined nuclear (ITS) and plastid (petL-psbE and *rpL16* intron) data. Numbers above branches indicate posterior probabilities (PP) of the estimated clades. Bootstrap values (BS) from MP analysis are indicate under branches. Main clades are indicated to the right of species names.

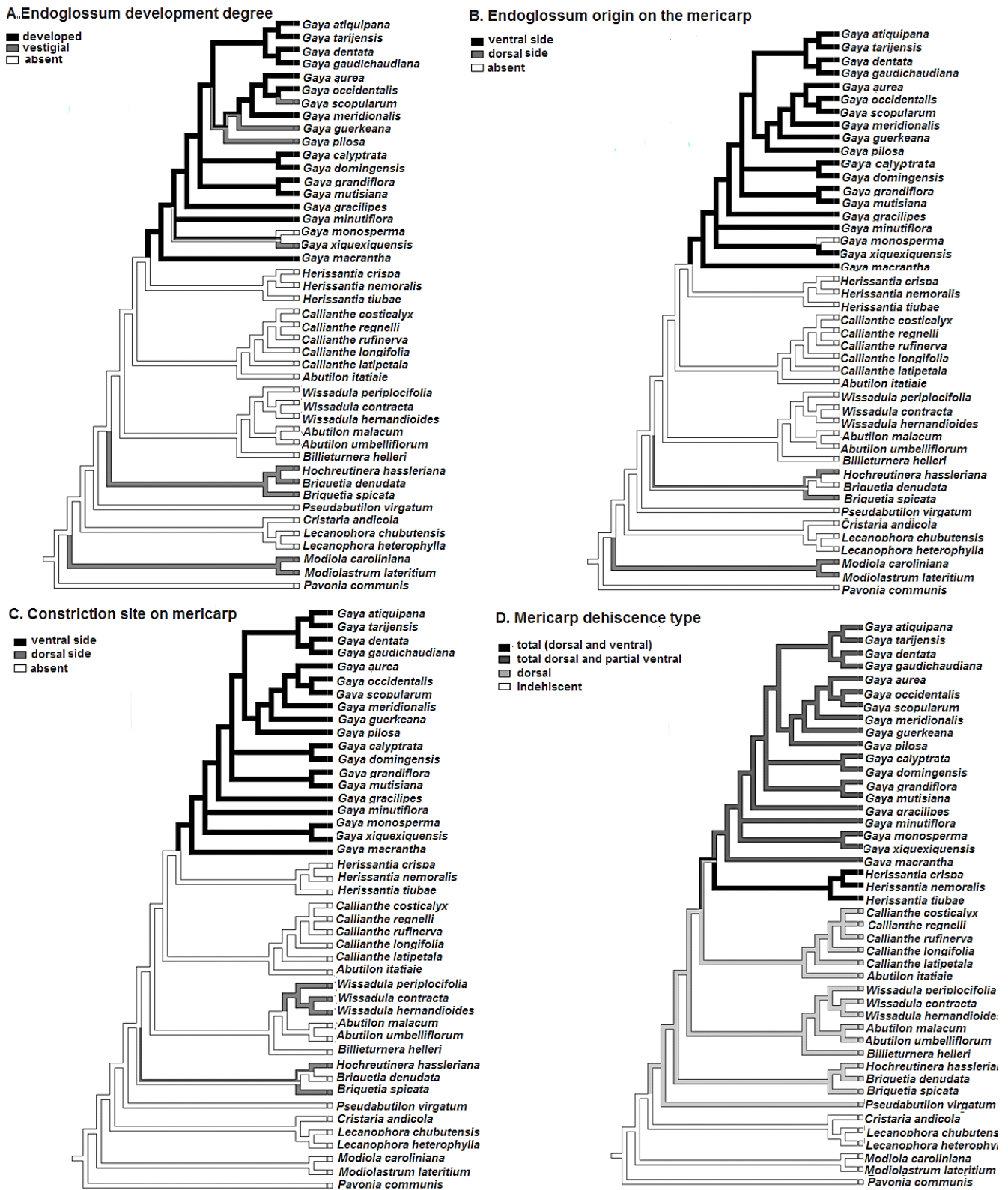


Figure 6. Evolution patterns of morphological mapped onto Bayesian analysis of combined nuclear (ITS) and plastid (petL-psbE and *rpL16 intron*) data. A. Endoglossum development degree. B. Endoglossum origin site on the mericarp. C. Constriction site on the mericarp. D. Mericarp dehiscence type.

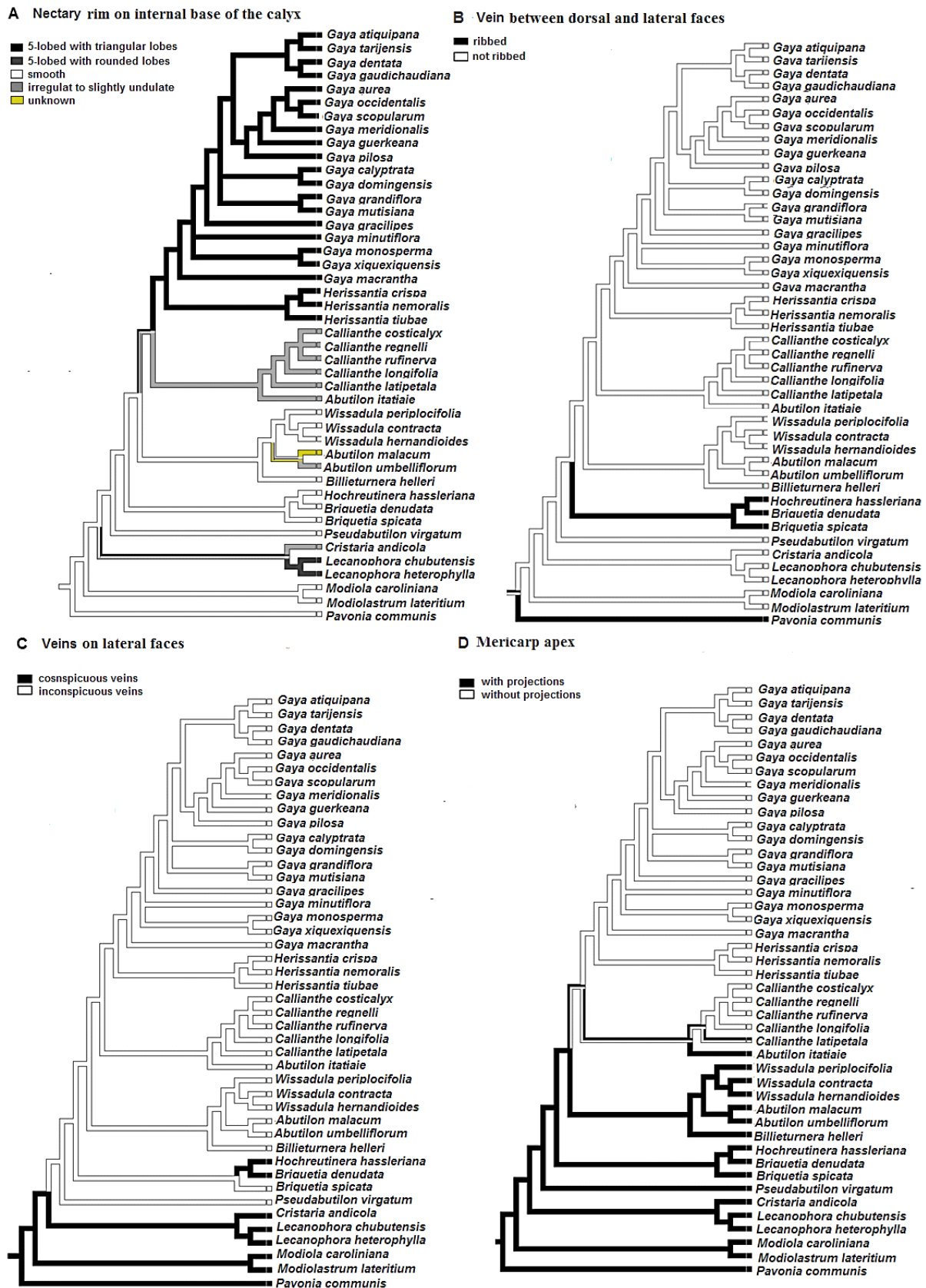


Figure 7. Evolution patterns of morphological mapped onto Bayesian analysis of combined nuclear (ITS) and plastid (petL-psbE and *rpL16 intron*) data. A. Vein between dorsal and lateral faces. B. Nectary rim on internal base of the calyx. C. Veins on lateral faces. D. Mericarp apex.

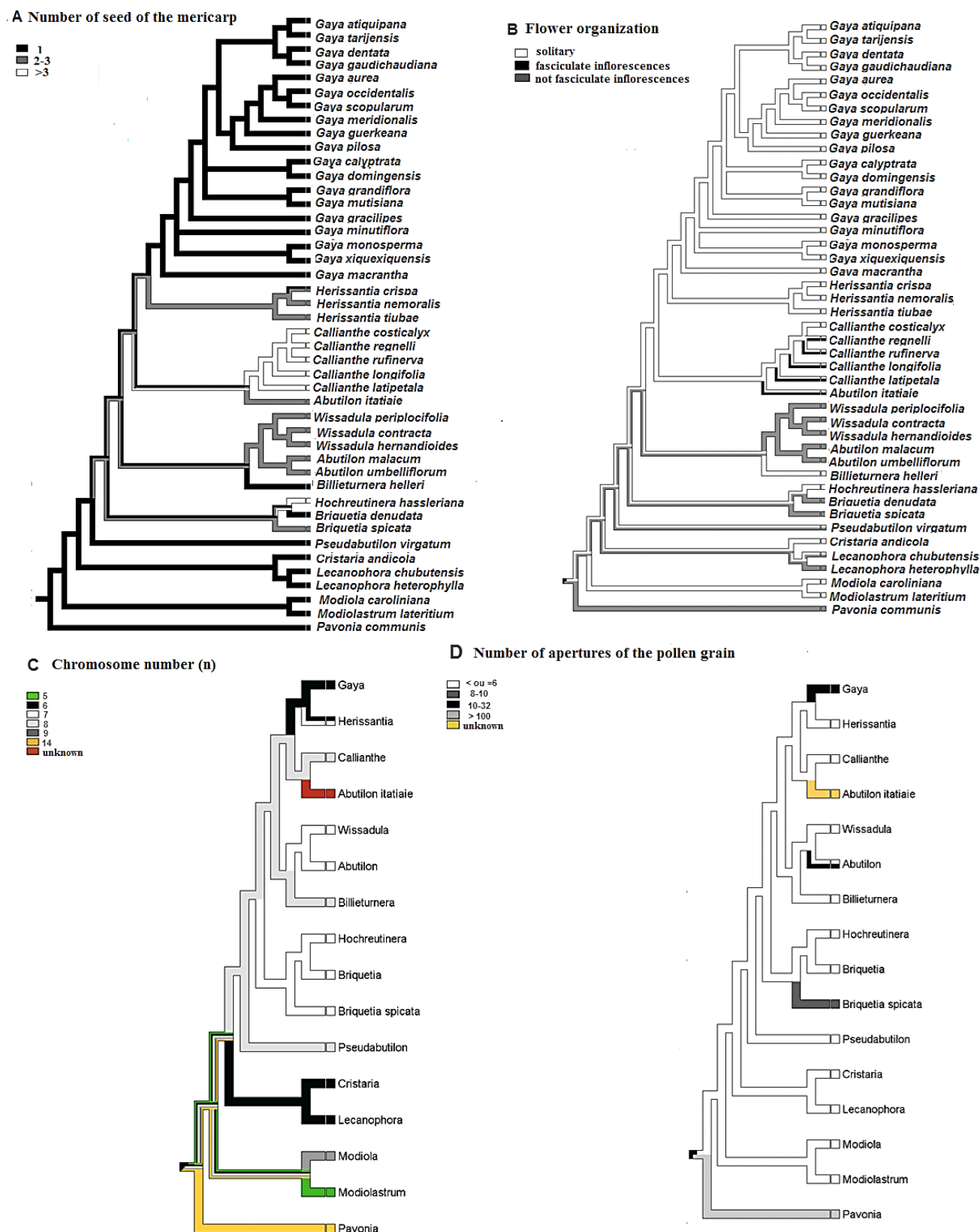


Figure 8. Evolution patterns of morphological palinological and cytogenetical characters onto Bayesian analysis of combined nuclear (ITS) and plastid (petL-psbE and *rpL16 intron*) data. A. Number of seed of the mericarp. B. Flowers organization. C. Chromosome number (n). D. Number of apertures of the pollen grain.



Figure 9. Simplified majority rule (50%) consensus tree based on Bayesian analysis of combined nuclear (ITS) and plastid (petL-psbE and *rpL16* intron) data with nodes collapsed to genus. Names of clades are indicated to the right of genera. A. Generic alliances sensu Kubitzky & Bayer (2003). B. Main clades evidenced in Tate et al. (2005).

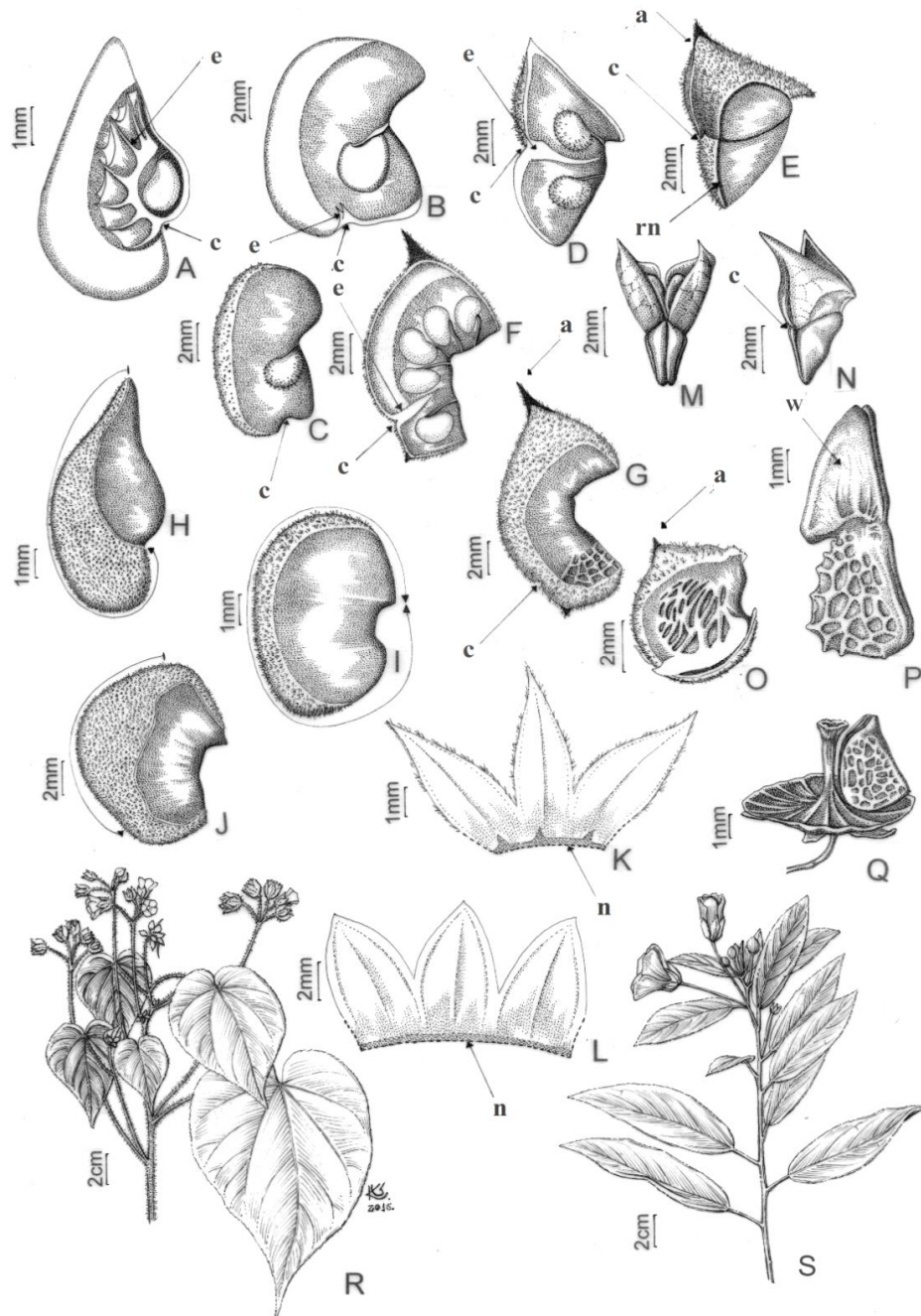


Figure 10. A-C. Muticous mericarps of *Gaya*, internal view. D-E: Mericarps of *Briquetia*. F-G: Mericarps of *Hochreutinera*, external view. H. Mericarps of *Gaya*, external view. I: Mericarps of *Herissantia*, external view. J: Mericarps of *Callianthe*, external view. K: Part of calyx of *Gaya*, nectary with lobed rim. L: Part of calyx of *Briquetia*, nectary with smooth rim. M-N: Mericarps of *Wissadula*, external view. O: Mericarps of *Briquetia*, external view. P: Mericarps of *Lecanophora*. Q: *Lecanophora*, external view, with collumela expanded at the base. R: *Abutilon*, not fasciculate inflorescences. S: *Callianthe*, fasciculate inflorescences (extracted from Krapovickas 1950, 1970; Schumann 1890; Takeuchi & Esteves 2012, 1976; Takeuchi 2015) (a: arista, e: endoglossum, c: constriction, n: nectary, rn: ribbed veins, W: wing).

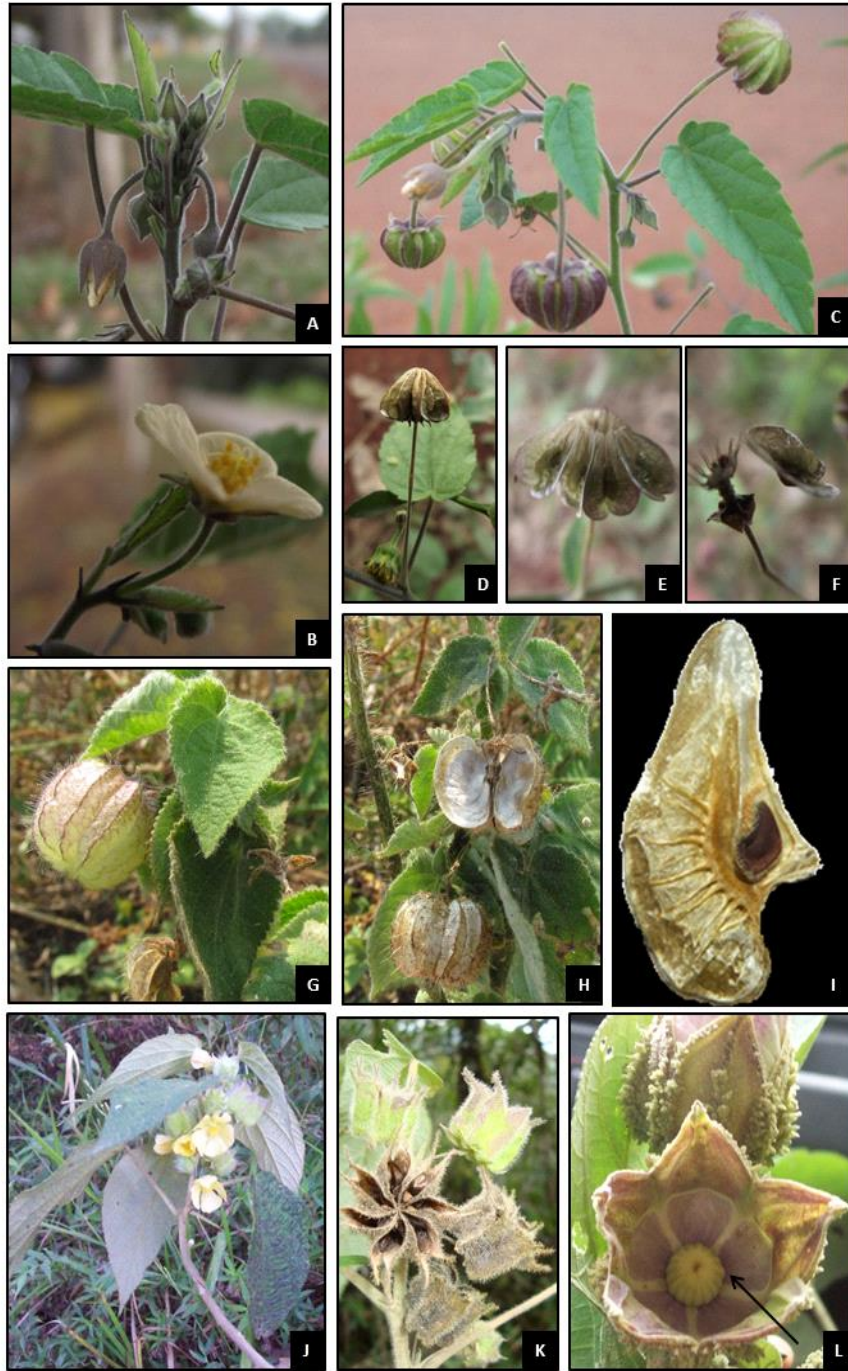


Figure 11. Morphology of genera within tribe Malveae sampled in this study. A-F. *Gaya domingensis* Urb. A. Pendant flower bud. B. Flower. C. Branch with young, erect fruits and mature pendant ones. D. Mature fruit. E-F. Mature fruit dispersing seeds. G-H. *Herissantia tiubae* (K. Schum.) Brizicky. G. Pendant inflated fruit. H. Pendant mature inflated fruits, dispersing seeds. I. *Gaya macrantha* Barb. Rodr. Part of the mericarp with developed endoglossum. J-L. *Abutilon itatiaie* R.E. Fries. J. Branch with flowers and fruits. K. Part of branch with young and mature fruits, dispersing seeds. L. *Callianthe latipetala* (G.L. Esteves & Krapov.) Donnel, calyx, internal view showing the nectary on internal base (arrowed), ovary in the centre.



Revisão taxonômica de *Gaya*
Kunth (Malvoideae, Malvaceae)
no Brasil

Artigo a ser submetido ao periódico Hoehnea

Revisão taxonômica de *Gaya* Kunth (Malvoideae, Malvaceae) no Brasil

Cátia Takeuchi^{1,2,3,4} & Gerleni Lopes Esteves³

-
1. Parte da Tese de Doutorado da primeira Autora
 2. Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente, Instituto de Botânica
 3. Instituto de Botânica, Caixa Postal 68041, 01061-970, São Paulo, SP, Brasil.
 4. Autor para correspondência: catiatatak@gmail.com

ABSTRACT – (Taxonomic revision of *Gaya* Kunth (Malvoideae, Malvaceae) in Brazil). *Gaya* comprises 39 Neotropical species from Mexico to Argentina, with the greatest diversity in Brazil and Peru. Fourteen species occur throughout Brazil, predominantly distributed in the Northeastern region, in Caatinga domain; eight of these are endemic and one is new to science. The genus is characterized by having pendulous flower buds and erect flowers on anthesis, inflated and pendulous schizocarpic fruits (erect on maturity) and mericarps with a constriction on dorsal side or on basal portion coinciding with the dehiscence limit, and with or without an internal structure, the endoglossum, which can hold the seed, the latter two characters explored for the first time. This study was based on morphological analyses of approximately 450 herbarium specimens. The taxonomy of the species was based on characters found mainly in fruit and flower, with new diagnostics characters detected. This work includes an analytical key, morphological descriptions, new illustrations, comments about the variability, taxonomic relationship and distribution, maps, new occurrences and conservation data.

Keywords: distribution, diversity, morphology, new occurrences

RESUMO – (Revisão taxonômica de *Gaya* Kunth (Malvoideae, Malvaceae) no Brasil). *Gaya* inclui 39 espécies distribuídas na região Neotropical desde o México até a Argentina, com maior diversidade no Brasil e no Peru. No Brasil foram registradas 14 espécies, sendo uma nova e oito endêmicas, distribuídas em todo país, predominantemente na região Nordeste, no domínio da Caatinga. O gênero caracteriza-se pelas flores pêndulas no botão e eretas na antese, pelo esquizocarpo inflado, pêndulo a ereto na maturidade, com mericarpos apresentando ou não uma estrutura interna, a endoglossa, que pode reter a semente, além de uma constrição no lado ventral ou na porção basal e deiscência por todo o lado dorsal até a constrição, sendo que estes dois últimos caracteres foram explorados pela primeira vez. Este estudo foi baseado na análise morfológica de cerca de 450 materiais de herbário. A taxonomia das espécies foi baseada sobretudo nos caracteres do fruto e da flor, com a detecção de novos caracteres diagnósticos. O trabalho consta de chave analítica, descrições morfológicas, ilustrações inéditas, comentários

sobre variabilidade e relações taxonômicas, mapas e distribuição geográfica, novas ocorrências e dados de conservação.

Palavras-chave: diversidade, morfologia, distribuição, novas ocorrências

Introdução

Gaya pertence a Malvaceae, família monofilética formada pelos representantes das tradicionais famílias Sterculiaceae, Malvaceae, Bombacaceae e Tiliaceae sensu Cronquist (1981), que apresenta, como sinapomorfia morfológica, um nectário constituído de tricomas glandulares localizado internamente na base do cálice ou com menos frequência, nas pétalas ou no androginóforo (Bayer *et al.* 1999).

Nesse contexto Malvaceae compreende nove subfamílias. A subfamília Malvoideae abriga todos os gêneros de Malvaceae s.s. e tradicionalmente inseridos em Bombacaceae e Sterculiaceae, sendo fortemente sustentada por sequências plastidiais. Malvoideae caracteriza-se pelas folhas simples com lâminas inteiras, lobadas a partidas (Alverson *et al.* 1999, Baum *et al.* 2004, Bayer *et al.* 1999, Nyffeler *et al.* 2005).

Gaya está situado em Malvoideae, na tribo Malveae que compreende 70 gêneros e cerca de 1000 espécies. Malveae reúne espécies com androceu monadelfo apresentando partes livres de estames concentradas no ápice do tubo, diferindo dos representantes das demais tribos que apresentam as partes livres de estames diversamente distribuídas ao longo do tubo cujo ápice é pentalobado. Os estudos filogenéticos moleculares baseados em sequências plastidiais (*rbcL*, *atpB*, *ndhF*, *trnK* e *matK*), apontaram para o monofiletismo da tribo Malveae, além da sua relação com a tribo Gossypieae. A sinapomorfia morfológica da tribo é a ausência dos cinco lobos apicais no tubo estaminal (Alverson *et al.* 1999, Baum *et al.* 2004, Bayer *et al.* (1999), La Duce & Doble 1995, Nyffeler *et al.* 2005, Pfeil *et al.* 2002).

Gaya compreende 39 espécies distribuídas na região Neotropical desde o México até a Argentina, das quais 37 são endêmicas da América do Sul, com maior diversidade no Brasil e

no Peru (14 e oito espécies). No Brasil as espécies estão distribuídas em todo país, principalmente nas regiões Nordeste (oito espécies) e Sudeste (cinco espécies).

Este gênero é caracterizado morfológicamente por apresentar flores pêndulas no botão e eretas na antese, fruto esquizocarpo inflado, pêndulo quando imaturo, ereto na maturidade, com mericarpos apresentando uma constrição no lado ventral ou na porção basal, e deiscência por todo o lado dorsal até o limite da constrição. Além disso, os mericarpos apresentam geralmente uma protrusão interna, a endoglossa, que pode ser vestigial ou desenvolvida (Hochreutiner 1917). Na maioria das espécies de *Gaya*, a endoglossa, ainda pouco compreendida quanto à sua ontogenia, atinge uma complexidade que não é notada em nenhum outro representante da tribo Malveae, de tal forma a reter a única semente no momento da deiscência (Fryxell 1988).

A contribuição taxonômica mais importante para o conhecimento de *Gaya*, Krapovickas (1996), compreende uma sinopse na qual foram apresentados: chave de identificação, dados citogenéticos e de distribuição geográfica, além de ilustrações de 33 espécies (10 novas). Entretanto, nesse trabalho constam descrições somente das espécies novas. No que diz respeito às espécies já descritas para o Brasil, foram apenas relacionadas, sendo a citação das mesmas baseada principalmente em materiais de herbários estrangeiros.

O gênero foi tratado em vários estudos florísticos, destacando-se os inventários de Arechavaleta (1898) no Uruguai, Macbride (1956) no Peru, Foster (1958) na Bolívia, Standley & Steyermark (1949) na Guatemala, Molina (1975) em Honduras, Fryxell (1988, 1992, 2001) no México, Equador e Venezuela, Krapovickas (1999), Krapovickas & Tolaba (2008) e Carreras *et al.* (2012) na Argentina e Stevens *et al.* (2001) na Nicarágua.

No Brasil, os trabalhos sobre *Gaya* são escassos, sendo o tratamento de Schumann (1891), na *Flora brasiliensis*, a principal referência, na qual foram tratadas apenas nove espécies, apresentando descrições morfológicas baseadas em poucas coleções. Além disso, há

somente as contribuições de Esteves & Takeuchi (2014) na Lista da Flora do Brasil e de Esteves (2010) na Flora de Alagoas.

O presente trabalho é parte de um estudo mais abrangente envolvendo a filogenia molecular e a evolução de caracteres de *Gaya* e de outros gêneros da tribo Malveae. São apresentados chave de identificação, descrições morfológicas, ilustrações, comentários sobre a variabilidade e as relações taxonômicas das espécies, bem como mapas e dados de distribuição geográfica e conservação.

Material e Métodos

Foram utilizados os procedimentos usuais em trabalhos taxonômicos que incluíram o levantamento bibliográfico, coleta de material e o estudo morfológico e taxonômico.

As expedições de coleta foram realizadas no período de 03/2011 a 10/2014, abrangendo grande parte da área de ocorrência das espécies nas regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste do Brasil, com a finalidade de enriquecer os acervos dos herbários, observar a variabilidade morfológica das espécies e obter material fresco para os estudos morfológicos. Os materiais coletados foram herborizados de acordo com os métodos usuais (Mori *et al.* 1985) e incorporados ao Herbário do Instituto de Botânica (SP).

Foram analisados cerca de 450 materiais coletados durante o desenvolvimento deste trabalho e também aqueles depositados nos seguintes herbários brasileiros e estrangeiros (siglas de acordo com Thiers 2012): ALCB, BHCB, BAA, BOTU, CEN, CESJ, CGMS, COR, CTES, CPAP, CVRD, ESA, EPABA, FUEL, HEPH, HB, HRB, HRCB, HTSA, HUEFS, HUEM, HVASF, IAC, IAN, JPB, MBM, MG, MO, NYBG, PAMG, R, RB, SI, SP, SPF, SPSF, UB, UEC, UFP, UPCB, UFRN e VIES. Foram examinados materiais tipo, fragmentos de tipos, bem como imagens dos tipos disponíveis no herbário virtual do Field Museum (<http://www.fieldmuseum.org/science/research>) e no site “JStor Global Plants” (<http://plants.jstor.org/>).

A terminologia morfológica geral seguiu Radford *et al.* (1974) e Beentje (2010) e a bibliografia específica de Malvaceae, Fryxell (1988, 1997), Hochreutiner (1920b) e Krapovickas (1996).

O fruto esquizocarpo em *Gaya* é constituído por 7-35 mericarpos presos a uma columela central. Os mericarpos foram interpretados como tendo uma face dorsal, que é a superfície externa do fruto, um lado dorsal, que corresponde à região da nervura média carpelar, um lado ventral, pelo qual o mericarpo está preso à columela central e duas faces laterais, que são as regiões de contato entre mericarpos adjacentes.

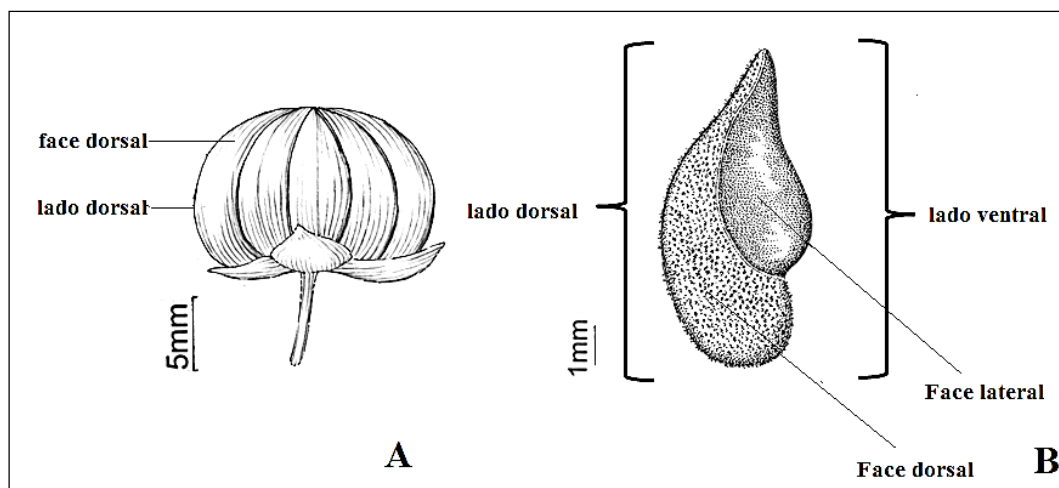


Figura 1. A. Esquizocarpo completo de *Gaya*, vista externa. B. Mericarpo, vista externa, látero-dorsal.

As abreviações dos nomes de autores seguiram Brummit & Powel (1992) e as citações das obras e dos periódicos, Stafleu & Cowan (1976-1988) e Bridson & Smith (1991), respectivamente. As classificações dos domínios fitogeográficos e dos tipos de vegetação estão de acordo com Rizzini (1997) e com os mapas de Bioma e de Vegetação disponíveis no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 2004).

As ilustrações foram feitas pela autora, com o auxílio de estereomicroscópio acoplado à câmara clara e cobertas posteriormente à nanquim pelo ilustrador Klei R. Sousa.

A construção e edição dos mapas de distribuição geográfica das espécies foram realizadas no software Qgis 2.6-Brighton. Os pontos de distribuição foram plotados nos mapas com base

nas coordenadas geográficas das etiquetas dos herbários ou do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 2004).

Resultados e Discussão

Gaya está representado no Brasil por 14 espécies, das quais nove são endêmicas e cinco estão distribuídas em outros países da América do Sul, somente *G. domingensis* Urb. alcança a América Central. Entre as seis espécies mais amplamente distribuídas no Brasil, três abrangem quatro regiões (NE, CO, SE e S): *G. domingensis*, *G. gracilipes* e *G. pilosa*. Outras três espécies ocorrem em duas ou três regiões (N, NE e CO): *G. guerckiana*, *G. scopulorum* e *G. aurea*. *Gaya monosperma* foi registrada apenas na região Nordeste.

Gaya Kunth, *Nova Genera et Species Plantarum* (quarta edição) 5: 266. 1821. Espécie tipo:
Gaya hermannioides

Subarbustos a raramente arbustos, eretos, raramente prostrados; indumento predominantemente constituído de tricomas estrelados, comumente associados com tricomas glandulares e/ou simples longos (1-1,5 mm compr.), patentes ou simples curtos (menores que 1 mm compr.), adpressos ou patentes. Folhas com estípulas decíduas; lâminas inteiras a raramente 3-sublobadas, cartáceas, raramente membranáceas, geralmente discolores, elípticas, oblongas, estreito-ovadas, ovadas ou suborbiculares, ápice e margem de formas variadas, 5-11 nervuras basais. Flores solitárias, pêndulas no botão, eretas na antese; pedicelos articulados, acrescentes; cálice cupuliforme, externamente com nervuras centrais proeminentes ou não, 5-lobado, lobos ovados, ápice atenuado, caudado ou acuminado, internamente com nectário 5-lobado, lobos triangulares; pétalas obovadas a largo-obovadas, nervuras não proeminentes, amarelas a raramente cremes, sem ou com mancha basal amarela ou vinácea; estames numerosos, tubo estaminal glabro, partes livres dos estames concentradas na porção apical do tubo; anteras reniformes; gineceu com 7-35 carpelos; ovário globoso; óvulo 1 por carpelo; estiletes 7-35; estigmas capitados. Esquizocarpo com 7-35 mericarpos presos a uma columela central, depresso-globoso ou cônico-globoso, inflado, pêndulo a ereto na maturidade, incluso parcialmente ou não no cálice persistente; mericarpos múticos, não alados, trígonos, face dorsal côncava, com tricomas glandulares, estrelados e /ou simples, faces laterais planas, lado ventral com uma constrição e uma proeminência arredondada ou aguda na porção basal ou mediana, ou raramente na porção basal do mericarpo; mericarpo internamente com uma cavidade, geralmente com endoglossa originada no lado ventral constituída por duas porções sobrepostas cada uma contendo uma parte membranácea, raramente ausente, sob uma parte fibrosa, curta a longamente denteada; semente 1 por mericarpo, piriforme, retida ou não pela endoglossa, com tricomas estrelados, simples e/ou birradiados ou glândulas punctiformes.

Chave de identificação das espécies de *Gaya* no Brasil

1. Ramos e cálice com tricomas estrelados, simples longos (1-1,5 mm compr.), geralmente glandulares.
 2. Lâminas foliares com margem curtamente crenado-serreada; esquizocarpo cônico-globoso, não incluso no cálice; mericarpos com ápice agudo, proeminência do lado ventral aguda; endoglossa desenvolvida e fortemente arqueada, retendo a semente 2. *G. bordasii*
 2. Lâminas foliares com margem serreada, serrilhada, às vezes irregularmente serreada; esquizocarpo depresso-globoso, parcialmente incluso no cálice; mericarpos com ápice arredondado, proeminência do lado ventral arredondada; endoglossa ausente, vestigial ou desenvolvida e levemente arqueada, não retendo a semente.
 3. Lâminas foliares glaucas; pétalas com mancha basal vinácea; face dorsal dos mericarpos com tricomas estrelados, glandulares, raramente simples; endoglossa ausente 11. *G. monosperma*
 3. Lâminas foliares esverdeadas; pétalas inteiramente amarelas; face dorsal dos mericarpos apenas com tricomas glandulares; endoglossa vestigial ou desenvolvida.
 4. Cálice externamente com nervuras centrais proeminentes; mericarpos com constrição no lado ventral, endoglossa desenvolvida, parte membranácea com tricomas glandulares; sementes com tricomas estrelados e birradiados 7. *G. grandiflora*
 4. Cálice externamente com nervuras centrais não proeminentes; mericarpos com constrição na porção basal, endoglossa vestigial, parte membranácea ausente; sementes com glândulas punctiformes 12. *G. pilosa*
1. Ramos e cálice com tricomas estrelados, geralmente tricomas simples curtos (< que 1cm de compr.) e glandulares.

5. Esquizocarpo depresso-globoso; endoglossa vestigial ou desenvolvida e levemente arqueada, não retendo a semente.
6. Cálice externamente com nervuras centrais proeminentes e lobos caudados no ápice.
 7. Lâminas foliares com ápice geralmente atenuado, agudo ou acuminado; endoglossa desenvolvida, maior que a semente, com tricomas glandulares e com parte membranácea.
 8. Lâminas foliares com margem serreada a irregularmente serreada; esquizocarpo com 22-33 mericarpos; endoglossa com 2-5 pares de dentes; sementes com glândulas punctiformes 10. *G. meridionalis*
 8. Lâminas foliares com margem serrilhada; esquizocarpo com 15-19 mericarpos; endoglossa com 5-7 pares de dentes; sementes com tricomas birradiados, às vezes estrelados e simples 1. *G. aurea*
 7. Lâminas foliares geralmente com ápice arredondado ou obtuso; endoglossa vestigial, menor que semente, glabra, sem parte membranácea 14. *G. xiquexiquensis*
6. Cálice externamente com nervuras centrais não proeminentes e lobos acuminados no ápice
 9. Lâminas foliares com margem geralmente inteira no terço apical, com 5-8 nervuras basais; pétalas com mancha basal vinácea; tubo estaminal 7-12 mm compr. Mericarpos com ápice agudo; endoglossa não denteada; sementes com tricomas birradiados, raramente estrelados 13. *G. scopulorum*
 9. Lâminas foliares com margem inteiramente serreada, crenada ou raramente serrilhada, 7-11 nervuras basais; pétalas com mancha basal amarela; tubo estaminal 4-5 mm compr.; mericarpos com ápice obtuso; endoglossa com um par de dentes; sementes com glândulas punctiformes 8. *G. guerkeana*
5. Esquizocarpo geralmente cônico-globoso (exceto em *G. gaudichaudiana*); endoglossa desenvolvida, fortemente arqueada, retendo a semente.

10. Cálice com nervuras proeminentes e lobos caudados no ápice; esquizocarpo parcialmente incluso no cálice; endoglossa com tricomas estrelados 9. *G. macrantha*
10. Cálice com nervuras levemente ou não proeminentes e lobos acuminados a raramente atenuados no ápice; esquizocarpo não incluso no cálice; endoglossa glabra ou com tricomas glandulares e ou raramente estrelados.
11. Ramos com tricomas simples adpressos, glandulares e estrelados esparsos; lâminas foliares conduplicadas, com dentes grandes em relação às suas dimensões; mericarpos com ápice acuminado 3. *G. dentata*
11. Ramos com tricomas estrelados, geralmente simples patentes e glandulares; lâminas foliares eretas, com dentes pequenos em relação às suas dimensões; mericarpos com ápice agudo ou obtuso.
12. Estípulas 3-7 mm compr.; cálice com nervuras levemente proeminentes, lobos atenuados a acuminados no ápice; tubo estaminal 4-7 mm compr.; parte fibrosa da endoglossa com dentes de ápice truncado 6. *G. gracilipes*
12. Estípulas 1-3(5) mm compr.; cálice com nervuras não proeminentes, lobos acuminados no ápice; tubo estaminal 3-4 mm compr.; parte fibrosa da endoglossa com dentes de ápice longamente atenuado.
13. Pétalas creme com mancha basal amarela; esquizocarpo cônico-globoso com máculas vináceas; lobos do cálice reflexos; mericarpos com proeminência arredondada no lado ventral e sem tricomas simples longos na porção basal 4. *G. domingensis*
13. Pétalas inteiramente amarelas; esquizocarpo depresso a cônico-globoso, sem máculas vináceas, lobos do cálice não reflexos; mericarpos com proeminência aguda no lado ventral e com tricomas simples longos na porção basal 5. *G. gaudichaudiana*

1. ***Gaya aurea*** A. St.-Hil., Fl. Bras. Mer. 1: 193, tab.38. 1827. Tipo: BRASIL. MINAS GERAIS: Desert du Rio S. Francisco, *prope Mangahy et praedium vulgo Capao do Cleto, s.d., A. Saint-Hilaire* 1838 (holótipo P; isótipo F; isótipo P, foto CTES!, fragmento CTES!).

Figuras 2 A-G, 3

Subarbustos a arbustos 0,5-2,5 m alt., eretos; ramos recobertos de tricomas estrelados diminutos, geralmente glandulares mais esparsos. Folhas com pecíolos de 0,2-4,5 cm compr.; estípulas 2-4 mm compr., aciculares; lâminas 1-7,7 × 0,3-1,4(3,8) cm, inteiras, cartáceas, glaucas, discolores, estreito-ovadas a ovadas, raramente elípticas, ápice atenuado, agudo a raramente obtuso, base subcordada a cordada, raramente arredondada, margem serrilhada, ambas as faces recobertas de tricomas estrelados adensados, 5-7 nervuras basais. Flores com pedicelo 0,9-2,9 cm compr.; cálice 6-11 mm compr., recoberto de tricomas estrelados, nervuras centrais proeminentes, lobos caudados; pétalas (0,8) 1,5-2,5 (2,8) cm compr., amarelo-escuras, com mancha basal vinácea, ápice subtruncado; tubo estaminal 7-10 mm compr., glabro. Esquizocarpo 5-9 x 11-14 mm, depresso-globoso, parcialmente incluso no cálice, sem máculas vináceas, lobos do cálice não reflexos; mericarpos 15-19, ápice obtuso, base arredondada, lado ventral com constrição e proeminência arredondada na porção basal, face dorsal externamente com tricomas glandulares, geralmente estrelados e simples; endoglossa desenvolvida, levemente arqueada, maior que a semente, parte membranácea com tricomas glandulares, raramente estrelados e simples, parte fibrosa curtamente denteada, 5-7 pares de dentes, ápice longamente atenuado; semente ca. 2 mm compr., não retida pela endoglossa, tricomas birradiados, às vezes estrelados e simples.

Material selecionado: BRASIL. BAHIA: Barra, 10°48'0''S, 42°50'0''W, 22-II-1997, *L.P. Queiroz* 4770 (ESA, HUEFS, MBM); Bom Jesus da Lapa, 18 km W da cidade, 1-II-1963, *A. Krapovickas* 29990 (CTES, HUEFS); *ibid.*, 17-VI-1986, *G. Hastchbach* 50469 & *J.M. Silva* (CTES, MBM); *ibid.*, ca. 10 km E da estrada para o Morrão, 13°10'11''S, 43°17'3''W, 9-II-2002, *L.P. Queiroz* 5752 (ALCB, HRB, HUEFS); Ibotirama, na beira do Rio São Francisco,

2km acima da cidade, 11-X-1981, *G. Hastchbach* 44160 (CTES, MBM, NY, RB); Malhada, 14°21'42''S, 43°45'14''W, 2-IV-2001, *J.G. Jardim* 3393 *et al.* (ALCB, CTES, HRB, HUEFS, NY); *ibid.*, 14°14'20''S, 43°45'10''W, 21-IV-2001, *T.R.S. Silva* 149 *et al.* (ALCB, HRB, HUEFS); Riacho de Santana, 13°23'47''S, 43°13'30''W, 12-II-2000, *L.P. Queiroz* 5909 *et al.* (ALCB, HRB, HUEFS); São Gabriel, Fazenda Boa Sorte, 4-IV-2009, *R.F. Machado* 160 *et al.* (HUEFS, SP); Serra do Ramalho, rodovia BA-161, km 105, 17-V-2000, *G. Hastchbach* 71259 *et al.* (BHCB, CTES, MBM). PERNAMBUCO: Buíque, Parque Nacional do Catimbáu, trilha da Igrejinha (HVASF, SP); Lagoa Grande, Fazenda Ouro Verde, 28-IV-2010, *T.A.D. Silva* 2335 (HTSA, SP); *ibid.*, Ducos, 27-V-2010, *T.A.D. Silva* 3589 (HTSA, SP); Petrolândia, 12-XII-1994, *A. Lima* 54-1976 (UFP); Petrolina, beira do Rio São Francisco, 8-VI-1967, *A. Krapovickas* 12937 (CTES, NY, SI); *ibid.*, Sítio Cachoeira, 16-XI-2000, *M.O. Mangabeira* 1950 (HTSA, SP); *ibid.*, Travessia Juarez, 10-XII-2001; Pedrinhas, 6-VI-2002, *F.C.R. Costa s.n.* (HTSA5048).

Endêmica do Brasil, nas regiões Sudeste (MG) e Nordeste (BA e PE), no domínio da Caatinga, em ambientes antropizados e margem de rio, especialmente à margem do Rio São Francisco. É conhecida na região Sudeste apenas pelo material-tipo. Flores e frutos o ano todo.

Gaya aurea assemelha-se a *Gaya xiquexiquensis* pelas lâminas glaucas, indumento dos ramos e do cálice constituído de tricomas estrelados, simples e glandulares adensados, bem como pelo cálice com nervuras centrais proeminentes e lobos caudados e pelo fruto depresso-globoso. Além disso, compartilha o mesmo ambiente de *G. xiquexiquensis*, à margem do Rio São Francisco. Entretanto, distingue-se claramente por apresentar lâminas foliares com ápice geralmente agudo a atenuado, 15-19 mericarpos por fruto e a endoglossa desenvolvida, maior que a semente e com tricomas glandulares adensados. Enquanto *G. xiquexiquensis* possui lâminas foliares em geral com ápice obtuso, 10-13 mericarpos por fruto e a endoglossa vestigial e glabra.

Trata-se de uma espécie não ameaçada que ocorre em mais de 10 localidades (IUCN 2001).

2. ***Gaya bordasii*** Krapov., Bonplandia 9 (1-2): 71. 1996. Tipo: PARAGUAI. ALTO PARAGUAY: Mayor Pablo Lagerenza, 16-IV-1978, *Schinini & Bordas 15087* (holótipo CTES!; isótipo G).
Figuras 2 H-J, 3

Subarbustos a arbustos 0,4-2 m alt., eretos; ramos recobertos de tricomas estrelados, glandulares, simples longos, 1-1,5 mm compr., esparsos. Folhas com pecíolos de 1,2-7,4 cm compr.; estípulas aciculares, 2-4 mm compr.; lâminas 2,8-7,8 × 1,2-3 cm, inteiras, cartáceas, concolores a discolores, estreito-ovadas a ovadas, ápice agudo a arredondado, base cordada, margem curtamente crenado-serreada, ambas as faces com tricomas estrelados, face abaxial com tricomas simples longos esparsos nas nervuras, 10-11 nervuras basais. Flores com pedicelo 2-6 cm compr.; cálice ca. 7-11 mm compr., com tricomas estrelados e glandulares, simples longos esparsos, nervuras centrais proeminentes, lobos agudos a acuminados; pétalas 1,7-2 cm compr.; amarelo-escuras, com mancha basal vinácea; tubo estaminal ca. 5 mm compr., raramente com tricomas glandulares. Esquizocarpo 0,8-1,2 × 0,6-2 cm, cônico-globoso, não incluso no cálice, lobos do cálice não reflexos; mericarpos 15-21, ápice agudo, base arredondada, lado ventral com constrição e proeminência aguda na porção mediana, face dorsal com raros tricomas glandulares; endoglossa desenvolvida, fortemente arqueada, maior que a semente, parte membranácea com raros tricomas glandulares até glabra, parte fibrosa longamente denteada, 11-16 pares de dentes, ápice longamente atenuado; semente ca. 2 mm compr., retida fortemente pela endoglossa, tricomas estrelados, simples e birradiados.

Material selecionado: BOLÍVIA. SANTA CRUZ: Chiquitos, Roboré, 1-IV-1959, A. Krapovickas 10020 (CTES); *ibid.*, 2 km L de Roboré, próximo do rio Urasibique, 21-IV-1980, A. Krapovickas 36372 & A. Schinini (CTES); 6,5 km ao Norte de San José, estrada para San Ignacio, 28-IV-1980, A. Krapovickas 36622 & A. Schinini (CTES); San Ignacio, 9-V-1977, A. Krapovickas 32433 & A. Schinini (CTES); Velasco, estrada de San Rafael para San José, 16°54'06''S, 60°37'34''W; *ibid.*, 1-II-2005, S. Neffa 1750 *et al.* (CTES). BRASIL. MATO GROSSO DO SUL: Corumbá, Nhecolândia, Fazenda Firme, 25-II-1995, A. Pott 6999 & V.J. Pott

(CTES). PARAGUAI: ALTO PARAGUAY: Línea 6 (Norte), km 80, 20°25'S, 060°31'W, 1-III-1989, *L. Ramela* & *F. Mereles* 2450 (CTES); Capitan Pablo Lagerenza, 14-V-1988, *A. Charpin* 21633 & *L. Ramella* (CTES); *ibid.*, Tyto Lagerenza, 4 de Mayo, 20°07'34''S, 60°31'55''W, 17-V-1996, *F. Mereles* 6328 & *R. Degen* (CTES); *ibid.*, Tyto Lagerenza, Água Dulce, 19°59'00''S, 60°32'00''W, 18-V-1996, *F. Mereles* 6346 & *R. Degen* (CTES).

Bolívia, Paraguai e, no Brasil (MS) onde é uma espécie rara, conhecida apenas por um material coletado há 20 anos no domínio do Pantanal, na floresta estacional, em solo arenoso. O registro desta espécie é maior na Bolívia e no Paraguai onde ocorre nas regiões do Chaco. Flores e frutos de fevereiro a maio.

Dentre as espécies estudadas que apresentam tricomas simples longos nos ramos e no cálice, *G. bordasii* é a única que possui lâminas foliares com margem curtamente crenado-serreada. Além disso, diferencia-se pelo fruto cônico-globoso e não incluso no cálice, com mericarpos tendo ápice agudo e uma proeminência aguda no lado ventral. A endoglossa de *G. bordasii* é distinta por ser desenvolvida e fortemente arqueada, retendo a semente. Essa espécie se assemelha a *G. matutina* Krapov. As duas espécies ocorrem nas mesmas localidades no Chaco boliviano e paraguaio e compartilham as dimensões e a forma das estruturas vegetativas e do fruto, tipo de indumento e coloração das pétalas. Krapovickas (1996) as distinguiu somente pelo número de mericarpos e pela presença ou não de tricomas simples longos (1-1,5 mm compr.). A análise dos espécimes de herbário permitiu detectar novos caracteres diagnósticos: *G. bordasii* possui folhas com 10-11 nervuras basais, endoglossa com 11-16 pares de dentes e cálice e pétalas com comprimento maior (7-11 mm e 1,7-2 cm, respectivamente), enquanto *G. matutina* apresenta folhas com 7-9 nervuras basais, endoglossa com 8-13 pares de dentes e cálice e pétalas com 4-6 mm e 1,1-1,5(1,7) cm de comprimento, respectivamente.

Gaya bordasii se enquadra na categoria “Vulnerável” já que foi encontrada em menos de 10 localidades (IUCN 2001).

3. *Gaya dentata* Krapov., Bonplandia 9 (1-2), fig 6D-F. 1996. Tipo: BRASIL. BAHIA: Morro do Chapéu, Morrão al sur de Morro do Chapéu, 11° 35'S, 41° 13'W, 28-XI-1992, *M.M. Arbo, R. Melo-Silva e João Vicente* 5385 (holótipo SPF!; isótipo CTES!, SI!, foto G!).

Figuras 2 K-N, 5 A-C, 3

Subarbustos 0,1-0,5 m alt., eretos; ramos com tricomas simples adpressos, glandulares e estrelados esparsos. Folhas com pecíolos de 0,2-0,4 cm compr.; estípulas 1-2 mm compr., aciculares, lineares, raramente estreito-triangulares; lâminas 0,5-1,4 × 0,4-1,2 cm, inteiras, conduplicadas, cartáceas, concolores, ovadas, raramente estreito-ovadas a raramente suborbiculares, ápice agudo a obtuso, base cordada, margem serreada, raramente serreado-crenada, com dentes grandes, ambas as faces com tricomas estrelados, geralmente adensados, 6-8 nervuras basais. Flores com pedicelo de 1,5-4,2 cm compr.; cálice 0,5-1 mm compr., recoberto de tricomas estrelados e glandulares, nervuras centrais e laterais não proeminentes, lobos acuminados; pétalas 1,2-2 cm compr., amarelo-escuras, com mancha basal vinácea; tubo estaminal 3-5 mm compr., glabro; estiletos e estigmas vináceos. Esquizocarpo 0,8-1 × 1-1,2 cm, cônico-globoso, não incluso no cálice, lobos do cálice não reflexos; mericarpos (8)10, ápice acuminado, base arredondada, lado ventral com constrição e proeminência aguda na porção basal, face dorsal externamente com tricomas estrelados; endoglossa desenvolvida, fortemente arqueada, maior que a semente, parte membranácea com tricomas glandulares esparsos, parte fibrosa longamente denteada, 6-8 pares de dentes, ápice longamente atenuado; semente ca. 2 mm compr., fortemente retida pela endoglossa, tricomas birradiados adpressos.

Material selecionado: BRASIL. BAHIA: Morro do Chapéu, ca. 7 km ao sul da cidade, 17-II-1971, *H.S. Irwin* 32346 *et al.* (UB); *ibid.*, ca. 8 km SW da cidade para a Rodovia para Utinga, 2-VI-1980, *R.M. Harley* 23014 (CTES, HUEFS); *ibid.*, 20-VII-1983, *M. Fagundes s.n.* (EPABA 9136); *ibid.*, 30-XI-1990, *A. Furlan et al.* CFCR 290 (CTES110188, SPF); *ibid.*, Morrão, BA-056, 14-III-1995, *L.P. Queiroz* 4260 & *N.S. Nascimento* (HUEFS); *ibid.*, 11°35'26''S, 41°12'26''W, 2-III-1997, *R. Harley et al.* 5952 (ALCB, HRB, HUEFS, SPF);

ibid., Fazenda Beira Rio, BA-056, 20-IV-2001, *E. Melo* 3376 *et al.* (SP, SPF); *ibid.*, 11°35'26''S, 41°12'26''W, 7-VII-2002, *M.L. Guedes* 9863 *et al.* (ALCB); *ibid.*, 11°05'27''S, 41°12'34''W, 28-I-2005, *J. Paula-Souza* 4787 (CTES, ESA); *ibid.*, Fazenda Guariba, 11°26'24''S, 41°11'39''W, 25-V-2008, *J.F.B. Pastore* 2064 *et al.* (HUEFS); *ibid.*, Morrão, 7-X-2007, *L.P. Queiroz* 13297 *et al.* (HUEFS); *ibid.*, Fazenda Sarabando, 11°37'3''S, 41°44'7''W, 2-II-2008, *F.B.L. Silva* 134 & *F. França* (HUEFS); *ibid.*, 11°35'28''S, 41°12'27''W, 15-III-2008, *M.L. Guedes* 14178 *et al.* (ALCB); *ibid.*, ca. 5 km da cidade para Feira de Santana, 30-IV-2011, *E. Melo* 9650 *et al.* (HUEFS); *ibid.*, Fazenda Beira Rio, BA-056, 23-X-2012, *C. Takeuchi* 130 & *G. Moraes* (SP); *ibid.*, Tabuleiro do Morrinho, 23-X-2012, *C. Takeuchi* 131 & *G. Moraes* (SP).

Endêmica do Brasil, na região Nordeste (Bahia), onde foi encontrada apenas no município do Morro de Chapéu, Chapada Diamantina, no domínio da Caatinga, nas formações de Cerrado, em solo arenoso. É frequente em beira de estrada formando populações densas. Flores e frutos de janeiro a novembro.

Gaya dentata apresenta vários caracteres exclusivos e constantes, destacando-se as lâminas foliares conduplicadas com dentes comparativamente grandes em relação às suas dimensões, os tricomas simples adpressos nos ramos e os mericarpos acuminados no ápice. Outro caractere marcante é a presença, no lado ventral dos mericarpos, de uma proeminência aguda na porção basal.

Gaya dentata se enquadra na categoria “Vulnerável”, pois foi encontrada em menos de 10 localidades (IUCN 2001).

4. *Gaya domingensis* Urb., Symb. Antill. 7: 278-279. 1912. Tipo: REPÚBLICA DOMINICANA. Santo Domingo, prope Constanza, V-1910, *H. Von Tuerckheim* 3305 (holótipo B, destruído; lectótipo BR designado por Krapovickas in Bonplandia 9 (1-2): 80, foto CTES!, fragmento CTES!).

Figuras 4 I-M, 5 D-H, 6

Subarbustos a arbustos 0,2-1,8 m alt., eretos a raramente prostrados; ramos com tricomas estrelados, glandulares e simples, geralmente adensados. Folhas com pecíolos de 0,2-6,7 cm compr.; estípulas 1-3(5) mm compr., aciculares, lineares, raramente estreito-triangulares; lâminas 1,1-8,4 × 0,2-3,4 cm, inteiras, cartáceas, concolores a discolores, estreito-oblongas, estreito-ovadas a ovadas, ápice atenuado, agudo a acuminado, base subcordada, cordada a raramente subastada, margem serreada, raramente crenada, crenado-serreada ou subinteira, face adaxial com tricomas estrelados, às vezes glandulares e simples adpressos, face abaxial com tricomas estrelados adensados, às vezes simples nas nervuras, 5-9 nervuras basais. Flores com pedicelo de 0,7-2,5 cm compr.; cálice 0,3-0,6 cm compr., com tricomas estrelados adensados, raramente glandulares, nervuras centrais e laterais não proeminentes, lobos acuminados; pétalas 0,4-2 cm compr., cremes, com mancha basal amarela; tubo estaminal 3-4 mm compr., glabro; estiletes e estigmas amarelos. Esquizocarpo 0,5-0,8 × 0,6-1,2 cm, cônico-globoso, não incluso no cálice, máculas vináceas quando imaturo, lobos do cálice reflexos; mericarpos 9-13, ápice obtuso, base arredondada, lado ventral com constrição e proeminência arredondada na porção mediana, face dorsal externamente com tricomas glandulares esparsos; endoglossa desenvolvida, fortemente arqueada, maior que a semente, parte membranácea glabra ou com tricomas glandulares esparsos, parte fibrosa longamente denteada, 7-10 pares de dentes, ápice longamente atenuado; semente ca. 2 mm compr., retida pela endoglossa, tricomas birradiados, estrelados e simples, principalmente nos ângulos.

Material selecionado: BRASIL. BAHIA: Abaíra, Brejo do Engenho, 27-XII-1992, *D.J.N. Hind 50447 et al.* (CTES, MBM, SP); Antônio Gonçalvez, 12-IV-2006, *E. Melo et al. 4425* (HUEFS); Baixa Grande, 12-IV-1983, *A. Krapovickas et al. 38806* (CEN); Barra de Mendes, 16-XII-2009, *E. Melo 7554 et al.* (HUEFS); Boquira, BR-122, km 54, 20-IV-1996, *G. Hatschbach 65073 et al.* (CTES, MBM); Brejões, rodovia BR-4, 30-III-1967, *A. Krapovickas 12783* (CTES); Brotas de Macaúbas, Fazenda dos Três Reses, 25-XII-1995, *M.P. Silva 18 et*

al. (ALCB); Caculé, ca. 4,7 km E da sede municipal, 14°30'42''S, 42°11'59''W, *J.G. Jardim 3227 et al.* (CTES); Caetité, 3 km da cidade, 12-VIII-1996, *M.S. Ferrucci 1028 et al.* (ALCB, CTES, MBM); *ibid.*, 26-XI-1992, *M.L. Guedes 2706 et al.* (ALCB, EPABA); Campo Formoso, estrada Brumado-Caetité; *ibid.*, Caraíbas, 20-II-1998, *L. Lima s.n.* (HTSA 2066); Central, rodovia BA-052, 26 km E de Irecê, 28-XI-1992, *M.M. Arbo 5350 et al.* (CTES, HUEFS, SP, SPF); Cocos, 5 km W de Cocos, 17-III-1972, *W.R. Anderson et al. 37127* (UB); Conceição do Coité, estrada para Jussara, 11°9'54''S, 41°56'34''W, 8-VI-2009, *E. Melo 6303 et al.* (HUEFS); Feira de Santana, Campus da Universidade Estadual de Feira de Santana, 21-X-2012, *C. Takeuchi 129* (SP); Ibotirama, rio São Francisco, 12°11'S, 43°13''W, 19-III-1982, *A. Krapovickas et al. 37903* (CTES, MBM); Itaberaba, *E. Laureana 472 & E.L.P.G. de Oliveira* (CTES, EPABA, HRB); Itacambira, 2-III-1993, *M. Brandão 21623* (PAMG); Itaête, 15-IV-2001, *L.J. Alves et al. 85* (ALCB); Itiúba, 24-IV-1977, *H.F. Souza 48* (EPABA); Jacobina, *s.d.*, *Schereiner 1890* (R); Jaguarari, 10°6'12''S, 40°13'47''W, 13-IV-2006, *R.F. Souza 12816* (CTES, MBM); Jaguaquara, 30-III-1963, *A. Krapovickas 12772* (CTES); Januária, estrada para Serra das Araras, 19-IV-1973, *W.R. Anderson 9135* (CTES, RB); Jussara, Toca, 2-IV-1984, *O.A. Salgado 334 & H.P. Bautista* (HRB, RB); Lençóis, 14 km E do acesso à Lençóis, BR-242, 13-VI-1983, *A. Krapovickas 38635 et al.* (CTES); Licínio de Almeida, 14°27'50''S, 42°30'45''W, 10-XII-2009, *E. Melo 7423 et al.* (ALCB, HUEFS); Macaúbas, 20-IV-1996, *G. Hatschbach 65116 et al.* (CTES, MBM); Manuel Victorino, Serra da Pipoca, 26-II-1984, *G.C.P. Pinto 75/85* (HRB); Maracás, Fazenda Tanquinho, 20-I-1981, *L.P. Queiroz 107 & M.L. Guedes* (ALCB); Miguel Calmon, 4-IV-1967, *A. Krapovickas 12835* (CTES); Milagres, 24 km S da cidade, 30-I-1963, *A. Krapovickas 10090* (CTES, MBM); a 8 km de Mirangaba, 1-IX-1981, *R.P. Orlandi 486* (ALCB, CTES, HRB); Monte Santo, arredores da cidade, 18-IV-2000, *R.P. Oliveira 441* (HUEFS); Morro do Chapéu, 24-X-2003, *M.L. Guedes 10811* (ALCB); Mundo Novo, Fazenda Aliança, 2-1968, *A.L. Costa s.n.* (ALCB20117); Palmeiras, BR-242, 12°27'50''S, 41°35'02''W, 29-I-2005, *J. Paula-Souza 5034 et al.* (CTES, ESA, SI); Pilão

Arcado, 9°57'59''S, 42°23'29''W, 29-II-2000, *N.G. Jesus 854 et al.* (CTES, CEN, HRB, HUEFS, RB, SPF); Poções, 14°24'0''S, 40°31'0''W, 15-I-2009, *P.D. Carvalho 468 & A.A. Conceição* (HUEFS); Riachão do Jacuípe, 8-1974, *G.C.P. Pinto 42366* (ALCB); Rio de Contas, no caminho para o povoado de Mato Grosso, 14-I-1991, *G.L. Esteves 2369 & A.C. Barros* (CTES, SP); *ibid.*, centro da cidade, 14-IX-2011, *C. Takeuchi 84 et al.* (SP); *ibid.*, Povoado de Mato Grosso, 11-IX-2011, *C. Takeuchi 89 et al.* (SP); Santa Bárbara, 28-I-2010, *E.M. Pedreira 08 et al.* (HUEFS); São Gabriel, estrada para o Alto, 25-X-2008, *E. Melo 6952 et al.* (ALCB); Umburanas, 10°42'51,30''S, 04°90'85''W, 27-I-2010, *D. Araújo 1224 et al.* (RB); Urandi, rodovia para Sebastião Laranjeiras entre km 4-6, 13-VI-1994, *G. Hatschbach 77795 et al.* (CTES, MBM); *ibid.*, Serra Geral, 14°45'55''S, 42°39'03''W, 4-VIII-2009, *M.L. Guedes 15728 et al.* (ALCB, HUEFS); Vitória da Conquista, km 10-15 da rodovia para Anage, 22-XI-1972, *T.S. Santos 2483* (CTES); *ibid.*, 12-XI-1988, lado sul da cidade, *M.G.L. Wanderley 1646 & A.B. Gral.* (SP). CEARÁ: Aiuabá, Estação Ecológica de Aiuabá, 22-III-1984, *E. Nunes 12378* (CTES); Santa Quitéria, 26-IV-1984, *Fernandes 12505 et al.* (CTES). MINAS GERAIS: Araçuaí-Coronel Murta, beira de estrada, 11-XII-1983, *M. Brandão 10582* (PAMG); Buenópolis, 17°51'S, 43°57'W; Buritizeiro, área urbana, 14-XI-2011, *C. Takeuchi et al. 99* (SP); Caeté, 12-II-1973, *G. Hatschbach 31469 & L. Ahumada* (MBM); Corinto, 15-XI-2011, *C. Takeuchi 100 et al.* (SP); Curvelo, rodovia Curvelo-Diamantina, 5-IV-1998, *V.C. Souza 20855 et al.* (ESA, BHCB); Diamantina, estrada Vaú-Diamantina, 18°24'20''S, 43°32'24''W, 9-X-2003, *M.G. Bovini & L.C. Giordano 2398* (RB); Engenheiro Navarro-Montes Claros, rodovia BR-135, 27-X-1985, *H. Saturnino 919* (PAMG); Gouveia, rio do Tigre, 13-XI-1971, *G. Hatschbach 27844 & P. Pelanda* (CTES, MBM); Governador Valadares, 22-VII-2005, *R. Reis 85* (CVRD); Grão Mogol, estrada para Virgem da Lapa, 22-VI-2012, *A.C. Pscheidt 158 et al.* (SP); Itacambira, Serra de Itacambira, 2-III-1993, *M. Brandão 21623* (PAMG); Itacarambi, 20-III-2003, *L.V. Costa 211 & J.C. Amado* (BHCB); Itaobim, Córrego Três Irmãos, 13-IX-1984, *G. Hatschbach 48137* (MBM); Iturama, 20-VI-1985, *L. Buendia 313 & M. Brandão*

(PAMG); Jaíba, Lagoa do Sossego, 18-XII-1996, *E. Tameirão Neto* 2262 (BHCB); Janaúba, Núcleo de colonização I, 26-III-1986, *L. Buendia* 465 (PAMG); estrada Jequié-Contendas do Sincorá, 12-X-1983, *A.M. de Carvalho* 1942 *et al.* (RB); Macaúbas, 20-IV-1996, *G. Hatschbach et al.* 65116 (MBM); Monte Azul, 14-III-1995, *G. Hatschbach et al.* 61890 (MBM); Montes Claros-Januária, rodovia São Francisco-Montes Claros, 17-IV-1973, *W.R. Anderson* 9015 (UB); Paraguaçu, 15-IV-2001, *L.J. Alves* 85 *et al.* (ALCB); Paraopeba, Horto Florestal, 5-V-1954, *E.P. Heringer s.n.* (HB32131); Porteirinha, BR-122, 20-XI-1992, *R. Mello-Silva* 767 *et al.* (CTES, MBM, SP, SPF); Serranópolis de Minas, barragem do Mosquito, 8-XII-1989, *F. Souza* 112 (PAMG). PARAÍBA: Boa Vista, 27-29-IV-1994, *M.F. Agra* 2912 *et al.* (UFP); Cabaceiras, estrada para Boa Vista, 27-29-IV-1994, *M.F. Agra* 3132 *et al.* (UFPB); Santa Luzia-Juazeirinho, 6-V-1955, *C.R. Gonçalves* 4003 (RB); São João do Cariri, Estação Experimental de São João do Cariri, 1-VI-1994, *C.M.L. Aguiar* 114 (UFPB); Surubim, Estação Experimental de Surubim, 9-XII-1941, *L. Xavier s.n.* (UFP548); Teixeira, Serra de Teixeira, distrito Maturéia, 25-27-II-1994, *M.F. Agra* 2702 *et al.* (SP, UFPB). PARANÁ: Apucarana, 22-X-201, *W.M. Krane* 734 & *J. Coniano* (FUEL); Londrina, Fazenda São Luiz, 29-X-1997, *F. Tomaselli s.n. et al.* (FUEL29640); Maringá, Parque do Ingá, 23°45'36''S, 51°52'42''W, 07-III-2007, *K.K. Kita* 1116 *et al.* (HUEM); Rio Bom, Barra do Molina, 10-XII-2001, *W.M. Krane* 755 & *J. Coniano* (FUEL); São Pedro do Ivaí, Fazenda Santa Bárbara, 21-XII-2003, *O.S. Ribas* 5700 *et al.* (MBM, RB). PERNAMBUCO: Afrânio-Caboclo, 21-IV-1971, *E.P. Heringer* 231 *et al.* (UB, RB); Alagoinha, Fazenda Cajueiro, 31-V-1999, *U.P. Albuquerque et al.* 203 (UFP); Arcoverde, Serra das Varas, Mata do Jacú, 29-III-2006, *M.B. Costa* 2160 *et al.* (HUEFS); Carnaubeira da Penha-Belém do São Francisco, 17-V-1971, *E.P. Heringer* 800 *et al.* (UB); Mirandiba, Fazenda dos Lucas, 10-III-2008, *B.S. Amorim* 255 *et al.* (UFP); Ouricuri, 10 km da cidade, 6-V-1971, *E.P. Heringer* 544 *et al.* (RB); Paramirim, km 27 da estrada Paramirim-Petrolina, 18-VI-1984, *F. Araújo* 157 (MBM); Petrolina, área do Centro de Pesquisas Agropecuárias do Trópico Semiárido, 25-VII-1984, *G.C.P. Pinto* 124/84 (HRB, HUEFS);

Pombos, *A. Krapovickas* 38009 *et al.* (MBM); Salgueiro, Reservatório Negreiros, 08°06'19,70''S, 39°10'33,6''W, *M. Oliveira* 4378 *et al.* (RB); Serra Talhada, Fazenda Piauí, 8°01'S, 38°20''W, 9-VIII-1996, *G.S. Baracho* 25 & *Siqueira Filho* (UFP); Sertânia, 6-VII-2009, *J.G. Carvalho-Sobrinho* 2220 *et al.* (RB). RIO GRANDE DO NORTE: Campo Redondo, Fazenda Giromão, 5-VIII-2009, *A.A. Roque* 807 (UFRN); Venha Ver, 6°19'34''S, 38°29'06''W, 4-VIII-2010, *A.A. Roque* 872 (RB, UFRN). SÃO PAULO: Campinas, Estação Experimental do Instituto Agronômico de Campinas, 24-VIII-2011, *C. Takeuchi* 81 & *V.M. Gonzalez* (SP); *ibid.*, 24-VIII-2011, *C. Takeuchi* 82 & *V.M. Gonzalez* (SP); Parapanema, Estação Ecológica, Cachoerinha, 23°30'24''S, 48°44'31''W, 6-XII-2007, *J.B. Baitello* 1980 *et al.* (SPSF); Piraju, Fazenda Santo Antônio da Neblina, 1-I-2008, *M.C. Duarte* 119 & *F.E. Barbo* (SP); Valinhos, Estação Ecológica, 4-I-2003, *J.R. Guillaumon* s.n. (SP 378332); Votuporanga, Estação Experimental do Instituto Agronômico de Campinas, 28-XI-1994, *L.C. Bernacci* 720 *et al.* (SP). SERGIPE: Canindé de São Francisco, 09°42'44,7''S, 37°59'04,6''W, 6-VII-2000, *R.A. Silva* 1560 & *D. Moura* (SP). VENEZUELA. FALCÓN: Piedra Preñada-La Guacharaca, Sierra de San Luis, 16-VII-1978, *R. Wingfield* 6275 (CTES). Lara: road from Rio Claro to Baños de Guayamura, at Baños, 31-XI-1984, *Fryxell & Burandt* 4380 (CTES). MIRANDA: Caracas, Sur oeste del Valle de Caracas, 26-X-1994, *N. Ramirez* 5156 *et al.* (CTES).

República Dominicana, Venezuela e Brasil. No Brasil é a espécie mais amplamente distribuída e coletada, ocorrendo nas regiões Sul (PR), Sudeste (MG, SP) e Nordeste (BA, CE, PE, PB, RN, SE), sendo estes seus primeiros registros para a Paraíba, Sergipe e Rio Grande do Norte. Habita geralmente ambientes antropizados, nos domínios da Caatinga, Cerrado e da Mata Atlântica (floresta estacional semidecidual), onde ocorre isoladamente ou constituindo populações com numerosos indivíduos. Flores e frutos o ano todo.

Gaya domingensis é facilmente distinguida por apresentar pétalas creme e lobos do cálice reflexos no fruto, sendo marcante o polimorfismo das lâminas foliares quanto à forma, ápice e aos tipos de margem. Os materiais desta espécie são frequentemente identificados como

G. gaudichaudiana A. St.-Hil., porém esta última distingue-se pelo esquizocarpo em geral depresso-globoso, sem máculas vináceas, com mericarpos dotados de proeminência aguda e tricomas simples no lado ventral. Ao passo que *G. domingensis* apresenta fruto cônico-globoso, com máculas vináceas quando imaturo e mericarpos dotados de uma proeminência arredonda, sem tricomas simples no lado ventral. *Gaya domingensis* assemelha-se também a *G. minutiflora* Rose que ocorre na América Central, principalmente quanto aos caracteres do fruto e à coloração das pétalas; entretanto distingue-se pela ausência dos tricomas simples longos nas nervuras da face adaxial das lâminas foliares.

Trata-se de uma espécie não ameaçada, amplamente distribuída no Brasil (IUCN 2001).

5. *Gaya gaudichaudiana* A. St.-Hil., Fl. Bras. Mer. 1: 192. 1827. Tipo: BRASIL. RIO DE JANEIRO, s.l., s.d., *Gaudichaud 948* (holótipo P; isótipo US, isótipo P, foto CTES!, fragmento CTES!).

Figuras 4 A-H, 5 I-K, 6

= *Sida gaudichaudiana* (A. St.-Hil.) G. Don, Gen. hist. 1: 497. 1831

Subarbustos 0,5-0,9 cm alt., prostrados a eretos; ramos com tricomas glandulares adensados, estrelados e simples. Folhas com pecíolos de 3-27 mm compr.; estípulas 1-2 mm compr., lineares, raramente aciculares ou estreito-triangulares, lâminas 0,7-5,2 × 0,4-2,2 cm, inteiras, cartáceas, concolores a raramente discolores, estreito-oblongas, estreito-ovadas a ovadas, ápice agudo a acuminado, base cordada, margem serreada, raramente crenada, face adaxial com tricomas estrelados, glandulares, às vezes simples, face abaxial com tricomas estrelados e glandulares adensados, nervuras basais 6-7. Flores com pedicelo de 1,1-2,6 cm compr.; cálice 0,4-0,7 cm compr., tricomas glandulares adensados e estrelados, nervuras centrais e laterais não proeminentes, lobos acuminados; pétalas 0,6-1,1 cm compr., inteiramente amarelo-escuras; tubo estaminal ca. 3 mm compr., glabro; estiletes amarelos; estigmas rubros. Esquizocarpo 0,5-0,9 × 0,9-1,4 cm, depresso-globoso, raramente cônico-globoso, não incluso

no cálice, lobos do cálice não reflexos; mericarpos 10-13, ápice obtuso, base arredondada, lado ventral com constrição e proeminência aguda na porção mediana, face dorsal externamente com tricomas glandulares, estrelados, raramente simples, lado ventral com tricomas simples, longos; endoglossa desenvolvida, fortemente arqueada, maior que a semente, parte membranácea raramente com tricomas estrelados, parte fibrosa longamente dentada, 6-11 pares de dentes, ápice longamente atenuado; semente 1-2 mm compr., fortemente retida pela endoglossa, tricomas simples e birradiados, principalmente nos ângulos.

Material selecionado: BRASIL. RIO DE JANEIRO: Arraial do Cabo, 18-II-1953, *E. Pereira & G. Barroso* 33 (CTES, RB); *ibid.*, 10-X-1977, *C.R. Campelo* 614 & *G. Floro* (CTES, RB, SP); *ibid.*, 6-VII-1979, *Elenir & Helene* s.n. (RB244272); *ibid.*, Morro do Miranda, 30-V-2007, *C. Farney* 4679 (RB); *ibid.*, Morro do Miranda, 13-VIII-2012, *C. Takeuchi* 123 *et al.* (SP); *ibid.*, Pontal do Atalaia, 13-VIII-2012, *C. Takeuchi* 125 *et al.* (SP); *ibid.*, Pontal do Atalaia, 13-VIII-2012, *C. Takeuchi* 126 *et al.* (SP); Cabo Frio, X-1949, *E. Ule* s.n. (R 114481); 10-VII-1977; *ibid.*, *C.R. Campelo* 820 (CTES); *ibid.*, 19-VII-2012, *V.M. Gonzalez* 128 & *C.V. da Silva* (SP); Maricá, Ponta Negra, 20-IV-1943, *J. Vidal* s.n. (R38960); Rio de Janeiro, Botafogo, 4-VI-1921, *J.G. Kuhlmann* s.n. (RB25191).

Endêmica do Brasil, apenas no Estado do Rio de Janeiro, na Mata Atlântica, sendo a única espécie registrada na área de restinga, onde ocorre em costões rochosos ou locais alterados, formando populações numerosas e densas. Flores e frutos o ano todo.

Gaya gaudichaudiana apresenta grande polimorfismo na morfologia das folhas. Esta espécie pode ser reconhecida principalmente pelos seguintes caracteres: tricomas glandulares mais adensados no cálice, pétalas inteiramente amarelo-escuras e mericarpos com tricomas simples na porção basal do lado ventral. *Gaya gaudichaudiana* teve sua ocorrência registrada nos Estados da Bahia, Rio de Janeiro e Minas Gerais e em outros países da América do Sul (Schumann 1891, Fryxell 1992, 2001). Entretanto, no presente trabalho foi seguida a delimitação de Krapovickas (1996) que restringiu a distribuição geográfica da espécie ao Estado

do Rio de Janeiro onde foi coletado o tipo nomenclatural. Este posicionamento foi embasado no exame dos caracteres morfológicos de materiais do Rio de Janeiro e também de outros estados ou países onde foi registrada a sua ocorrência, bem como corroborado pelos registros do número de cromossomos e pela morfologia polínica da espécie (Fernandez 1981, Krapovickas 1996, Milla 2007).

Gaya gaudichaudiana se enquadra na categoria “Vulnerável” por ocorrerem em menos de 10 localidades (IUCN 2001).

6. *Gaya gracilipes* K. Schum. in Mart., Fl. Bras. 12 (3): 348-349, tab. 64II. 1891. Tipo: BRASIL. MINAS GERAIS: Quinta, s.d., *Warning 1324*: (sintipo C, foto CTES!, fragmento CTES!).

Figuras 4 N-P, 6, 8 A

Subarbustos a arbustos 0,3-1,2 m alt., eretos; ramos com tricomas estrelados, as vezes simples mais esparsos. Folhas com pecíolos de 0,4-2,6 cm compr.; estípulas 3-7 mm compr., aciculares; lâminas 2-6,5 (10,4) × 0,9-4 cm, inteiras a raramente sublobadas, membranáceas a cartáceas, discolores a concolores, ovadas, estreito-ovadas a raramente elípticas, ápice atenuado a acuminado, base subcordada, cordada, raramente obtusa ou arredondada, margem serreada ou esparsamente serrilhada, ambas as faces com tricomas estrelados, geralmente adensados, às vezes simples nas nervuras, 5-7 nervuras basais. Flores com pedicelo de 2,5-4 cm compr., capilar; cálice 4-7 mm compr., recoberto de tricomas estrelados, nervuras centrais levemente proeminentes, lobos acuminados a atenuados; pétalas 0,8-1,7 cm compr., inteiramente amarelas; tubo estaminal 4-7 mm compr., glabro. Esquizocarpo 0,6-0,7 × 1,1-1,3 cm, cônico-globoso, não incluso no cálice, lobos do cálice não reflexos; mericarpos 10-13, ápice obtuso, base arredondada, lado ventral com constrição e proeminência arredondada na porção mediana, face dorsal externamente com tricomas estrelados, às vezes glandulares ou simples longos; endoglossa desenvolvida, fortemente arqueada, maior que a semente, parte membranácea

glabra, parte fibrosa longamente denteada, 10-13 pares de dentes, ápice truncado; semente ca. 2 mm compr., retida fortemente pela endoglossa, tricomas simples, principalmente nos ângulos.

Material selecionado: ARGENTINA. CORRIENTES: Capital, 8-V-1988, *A. Krapovickas* 42211 (CTES, MBM, SI); General Paz, 18-XI-1976, *T.M. Pedersen* 11525 (MBM, SP); Itatí, beira do Rio Paraná, 16-IV-1972, *A. Schinini* 4434 & *L. Mroginski* (UB); San Cosme, Enseada Grande, 26-IV-1964, *A. Krapovickas* 11391 & *C.L. Cristóbal* (BAA). MISIONES: Eldorado, Puerto, 13-VI-2001, *H. Keller* 921 (ESA, SP). SALTA: General José de San Martín, quebrada Zanja Honda, 20-VII-1944, *A.G. Schulz* 5273 (SI). BOLÍVIA. CHUQUISACA: Hernando Siles, San Miguel de Las Pampas, 29-IV-2005, *R. Michel* 4596 (CTES); SANTA CRUZ: Samaipata, 30-I-1958, *A. Krapovickas* 9029 (CTES); TARIJA: Tarija, 30 km N de Yacuiba, El Palmar, 7-IV-1977, *A. Krapovickas* 30980 & *Schinini* (CTES). BRASIL. BAHIA: Rio de Contas, 13°36'16''S, 41°45'36''W, 17-I-2003, *R.M. Harley* 54561 *et al.* (HUEFS); Maracás, rodovia BA-026, 5-V-1979, *S.A. Morig* & *T.S. dos Santos s.n.* (RB 334087); Senhor do Bonfim, Serra da Maravilha, 10°24'16''S, 40°12'36''W, 11-VII-2005, *D. Cardoso* 629 *et al.* (HUEFS); MINAS GERAIS: Arcos, margem do rio São Miguel, 20°16'13''S, 45°39'47,5''W, 10-IV-2004, *P.H.A. Mello* 1173 *et al.* (CTES, ESA, HRCB); *s. loc.*, 18-II-1949, *A. Macedo s.n.* (RB 66356); Santo Hipólito, Estrada Corinto-Conselheiro da Mata, 4-IV-1996, *J.R. Pirani* 3739 *et al.* (ESA, SP, SPF); *ibid.*, 15-XI-2011, MG-220, 18°17'18,38''S, 44°11'14,24''W, *C. Takeuchi* 102 *et al.* (SP); Sete Lagoas, 15-IV-1955, *E.P. Heringer* 3834 (CTES); Várzea da Palma, Fazenda Mãe D'água, 25-XI-1962, *A.P. Duarte* 7495 (CTES, RB); PARANÁ: Foz do Iguaçu, 1-II-1949, *G.J. Schwarz* 7357 (CTES); Guaíra, 8-VIII-1979, *Buttura* 134 (MBM); Icaraíma, rio Paraná, 20-I-1967, *G. Hatschbach* 15785 & *H. Haas* (CTES, HB, MBM, SI); Sete Quedas, 19-III-1982, *M.M.R. Fiúza de Mello* 342 (SP); Tomazina, 23-III-2003, *J.M. Silva* 5624 & *E. Barbosa* (MBM); RIO DE JANEIRO: Maricá, 19-IX-1984, *J.G. da Silva et al.* 599 (CTES, R); SÃO PAULO: Botucatu, Parque Ecológico da Pavuna, 22°50'15''S, 46°30'40''W, 28-V-2009, *L.B. Santos* 292 *et al.* (HRCB); Brotas, 30-IX-1996, *S.N. Pagano* 139 *et al.* (HRCB). PARAGUAI. ALTO PARANÁ: Puerto Gibajas, 28-III-1970, *Krapovickas* 15756 *et al.* (BAA, CTES); AMANBAY: Bella Vista, 6-III-1987, *W.H.*

Whitcomb 13 (CTES). VENEZUELA. MERIDA: Lagunillas-La Trampa, 30-V-1967, *B. Trujillo 7995* (MBM).

Ocorre na Venezuela, Bolívia, Paraguai, Argentina e Brasil. No Brasil esta espécie ocorre nas regiões Nordeste (BA), Sudeste (SP, RJ, MG) e Sul (PR), geralmente em ambientes antropizados e beiras de estrada nos domínios da Caatinga, Cerrado e da Mata Atlântica (floresta estacional semidecidual).

Depois de *G. domingensis*, *G. gracilipes* é a espécie mais amplamente distribuída e que se destaca também pelos diversos domínios fitogeográficos em que ocorre. Flores e frutos o ano todo. Essa espécie é facilmente reconhecida pelo pedicelo capilar e mericarpos dotados de endoglossa com dentes truncados. É marcante a variação no comprimento do pecíolo (0,4-2,6 cm compr.), sendo que as folhas às vezes são notadas por serem curtamente pecioladas.

Não é uma espécie ameaçada porque é amplamente distribuída no país (IUCN 2001).

7. *Gaya grandiflora* Baker f., Journ. Bot. 30: 136. 1892. Tipo: BRASIL. CEARÁ: Brejo Grande, 1839, *Gardner 2401* (holótipo K, foto CTES!, fragmento CTES!; isótipo BM).

Figuras 7 A-C, 8 B-E, 9

Arbustos 0,7-2 m alt., eretos; ramos recobertos de tricomas estrelados, simples longos e glandulares. Folhas com pecíolos 0,2-6,9 cm compr.; estípulas 2-5 mm compr., aciculares; lâminas 1,3-8 × 0,4-5 cm, inteiras, cartáceas, concolores, estreito-ovadas a ovadas, ápice agudo, acuminado a atenuado, base cordada, margem irregularmente serreada, face adaxial com tricomas estrelados, simples adpressos e glandulares, face abaxial com tricomas estrelados, glandulares e simples longos nas nervuras, 8-10 nervuras basais. Flores com pedicelo de 1,4-3,5 cm compr.; cálice 7-12 mm compr., recoberto de tricomas estrelados e simples longos adensados principalmente na base, nervuras centrais levemente proeminentes, lobos acuminados ou atenuados; pétalas 1,7-2,3 cm compr., inteiramente amarelo-escuras; tubo estaminal 7-10 mm compr., glabro; estiletos e estigmas amarelos. Esquizocarpo ca. 8 × 6-15

mm, depresso-globoso, parcialmente incluso no cálice, com lobos do cálice não reflexos; mericarpos 16-23, lado ventral com constrição e proeminência leve, arredondada na porção basal, face dorsal externamente com tricomas glandulares; endoglossa desenvolvida, levemente arqueada, maior que a semente, parte membranácea com tricomas glandulares adensados, parte fibrosa denteada, 7-10 pares de dentes, ápice longamente atenuado; semente ca. 2 mm compr., não retida pela endoglossa, tricomas estrelados e birradiados.

Material selecionado: BRASIL. CEARÁ: Crato, 7-VII-1948, A.P. Duarte 1329 (CTES, RB, SP); *ibid.*, rodovia BR-122, 19-I-1983, T. Plowman 12732 & J.T. Caçula (CTES); *ibid.*, 14-X-1986, M.F. Mata 14809 (CTES); *ibid.*, Serra do Coqueiro, 29-VII-1997, J.M.A. Braga 4243 *et al.* (RB, SP); *ibid.*, Chapada do Araripipe, Floresta Nacional do Araripipe, 31-VII-1997, J.A. Siqueira Filho *et al.* 695 (UFP); *ibid.*, Chapada do Araripipe, 7-VII-2000, L. Verde 2210 *et al.* (CTES); *ibid.*, próximo à entrada do clube Recreativo Granjeiro, 20-X-2013, C. Takeuchi 143 (SP).

Endêmica do Brasil, encontrada na região Nordeste, município do Crato (CE), no domínio da Caatinga, geralmente em ambientes urbanos. Flores e frutos de setembro a janeiro.

Gaya grandiflora pode ser confundida com *G. meridionalis* com base na morfologia das folhas e dos frutos. Entretanto, distingue-se desta espécie pelo indumento dos ramos constituído por tricomas simples longos e pelo cálice com lobos acuminados ou atenuados e com nervuras proeminentes na face externa. Quanto ao fruto, *G. grandiflora* possui endoglossa com 7-10 pares de dentes e sementes com tricomas estrelados e birradiados adpressos, ao passo que *G. meridionalis* apresenta endoglossa com 2-5 pares de dentes e as sementes com glândulas punctiformes. As duas espécies diferem também quanto à distribuição geográfica, já que *G. meridionalis* ocorre no Mato Grosso do Sul, estendendo-se para Bolívia e Paraguai e *G. grandiflora* é endêmica do Brasil, no Estado do Ceará.

Gaya grandiflora se enquadra na categoria “Vulnerável”, por ter sido encontrada em menos de 10 localidades (IUCN 2001).

8. *Gaya guerkeana* K. Schum. in Mart., Fl. Bras. 12(3): 354-355, tab. 64III. 1891. Tipo: BRASIL. MINAS GERAIS: Caldas, 1867, *Regnell III-163* (lectótipo BR, foto F!, fragmento CTES!).

Figuras 7 D-G, 8, F-I, 9

Subarbustos a arbustos 0,5-3,5 m alt., eretos; ramos recobertos de tricomas estrelados e glandulares, às vezes simples. Folhas com pecíolos de 0,4-9,7 cm compr.; estípulas 2,5-6 mm compr., aciculares a lineares; lâminas 1-12,2 × 0,4-6,3 cm, inteiras, cartáceas, concolores a levemente discolores, estreito-ovadas, ovadas, raramente estreito-oblongas a elípticas, ápice agudo, acuminado a obtuso, base cordada, margem serreada, crenada ou raramente serrilhada, ambas as faces com tricomas estrelados, geralmente glandulares, nervuras basais 7-11. Flores com pedicelo de 10-57 mm compr.; cálice 3-8 mm compr., recoberto de tricomas glandulares, estrelados e raramente simples, nervuras centrais não proeminentes, lobos acuminados; pétalas 0,7-2,3 cm compr., amarelas com mácula basal mais escura; tubo estaminal 4-5 mm compr., glabro; estiletes amarelos, estigmas rubros. Esquizocarpo 0,6-1,1 × 0,5-1,3 cm, depresso-globoso, parcialmente incluso no cálice, com lobos do cálice não reflexos; mericarpos 13-18, ápice e base obtusos, lado ventral com constrição na porção basal e proeminência arredondada na porção mediana, face dorsal externamente com tricomas glandulares, às vezes simples; endoglossa vestigial, menor que a semente, glabra, parte membranácea ausente, parte fibrosa denteada, 1 par de dentes; semente 2-3 mm compr., não retida pela endoglossa, glândulas punctiformes.

Material selecionado: BRASIL. DISTRITO FEDERAL: Brasília, Faculdade Zoobotânica, 28-V-1966, *E.P. Heringer 11114* (CTES, HB); GOIÁS: Goiânia, BR-153, 36km S de Goiânia, 20-I-1978, *A. Krapovickas 33138 et al.* (CTES); MINAS GERAIS: Barão de Cocais, 11-V-1992, *E. Bastos 503* (PAMG); Belo Horizonte, Estação Ecológica UFMG, 10-IV-1991, *E. Tameirão Neto 479 & E.M. Bacariça* (CTES, BHCB); Caeté, 25-IV-1968, *A.P. Duarte 10827A* (CTES); Itapagipe, 28-III-1985, *M. Brandão 11189* (PAMG); Jacutinga, 6-V-1985, *M. Brandão 11390*

(PAMG); João Pinheiro, 19-VI-1964, *J.M. Pires 58024* (CTES, UB); Martinho Campos-Abaeté, 28-I-1992, *J. Macedo 1603* (PAMG); Patos de Minas, Estação Experimental, 28-IV-1961, *W.C. Gregory et al. 10489* (CTES); Perdizes, Fazenda Boa Vista, 14-IV-1990, *L.A. Martens 446* (SPF); Serranópolis de Minas, 8-XII-1989, *F. Souza-Lima 112* (PAMG); MATO GROSSO DO SUL, Campo Grande, BR-163, 14-VIII-1970, *G.M. Hatschbach 24627 & O. Guimarães* (CTES); SÃO PAULO: Campinas, Jardim Guanabara, 29-V-1936, *J. Santoro s.n.* (IAC591, SP266283); Indaiatuba, 28-VI-1936, *E.J. Hambleton s.n.* (SP 36660); Jaboticabal, 19-I-2000, *E.R. Salviani 945 & H. Lorenzi* (SP); Mogi Guaçu–Pinhal, 27-IV-1976, *P.E. Gibbs 1930 et al.* (MBM); Moji-Mirim, 9-VI-1932, *F.C. Hoehne* (SP29728); São José do Rio Preto, próximo do clube de campo do Clube Palestra, 2-III-1981, *J.L. Coleman 676* (SP); *ibid.*, *E. Mambreu 115 & D. Garcia* (SP); São José do Rio Pardo, 10-2011, *V.M. Gonzalez 110* (SP); Valinhos, 20-II-1976, *H.F. Leitão 1803 & J. Semir* (MBM).

Endêmica do Brasil, ocorre nas regiões Centro-oeste (GO, DF, MS) e Sudeste (MG, SP), geralmente em ambientes antropizados do Cerrado e da Mata Atlântica (floresta estacional semidecidual), de forma isolada ou constituindo populações com indivíduos esparsos. Flores e frutos o ano todo.

Gaya guerkeana exibe grande polimorfismo nas lâminas foliares. Pode ser reconhecida pela disposição das flores solitárias e congestas ao longo dos ramos, simulando uma inflorescência multiflora. Em relação às espécies com endoglossa vestigial, *G. guerkeana* assemelha-se a *G. pilosa* pelas dimensões semelhantes das estruturas florais e dos mericarpos, estes últimos apresentando endoglossa com um par de dentes e sementes dotadas de glândulas punctiformes. Entretanto, *G. guerkeana* difere claramente de *G. pilosa* principalmente pela ausência de tricomas simples longos nos ramos e no cálice e pelo número de mericarpos por fruto (13-18 × 22-29, respectivamente).

É uma espécie não ameaçada que ocorre em mais de 10 localidades (IUCN 2001).

9. ***Gaya macrantha*** Barb. Rodr., Contrib. Jard. Bot. 4: 124-125, tab. 27. 1907. Tipo: Tábula 27 de Barb. Rodr., Contrib. Jard. Bot. 4. 1907. (lectótipo aqui designado).

Figuras 7 H-L, 8 J, 9

Subarbustos a arbustos 0,4-2,5 m alt., eretos; ramos recobertos de tricomas estrelados. Folhas pecíolos (0,7) 1-5,5 cm compr.; estípulas (3-)7-12 mm compr., aciculares; lâminas (2,2) 3,2-7 × 1,1-3,2 cm, inteiras a raramente 3-sublobadas, cartáceas, fortemente discolores, ovadas, raramente estreito-ovadas, ápice atenuado, acuminado a raramente agudo, base cordada, margem serreada, irregularmente serreada ou serrilhada, ambas as faces com tricomas estrelados adensados, nervuras basais 7-9. Flores com pedicelo de 2,5-6,6 cm compr.; cálice 0,8-1,7 cm compr., recoberto de tricomas estrelados, nervuras centrais proeminentes, ápice caudado; pétalas (2-)2,5-3,5 cm compr., amarelas; tubo estaminal 7-10 mm compr., glabro. Esquizocarpo 0,8-1,3 × 1,2-2 cm, cônico-globoso, parcialmente incluso no cálice, com lobos do cálice não reflexos; mericarpos 13-19, ápice obtuso, base arredondada, lado ventral com constrição e proeminência aguda na porção mediana, face dorsal externamente com tricomas estrelados, simples longos e raramente glandulares; endoglossa desenvolvida, fortemente arqueada, maior que a semente, parte membranácea com tricomas estrelados, parte fibrosa longamente denteada, 10-17 pares de dentes, ápice longamente atenuado; semente ca. 2 mm compr., retida fortemente pela endoglossa, tricomas estrelados, raramente simples nos ângulos.

Material selecionado: BRASIL. BAHIA: Abaíra, Rodeador, 20-III-1992, *B. Stannard 51577 et al.* (SP, SPF); Aracatu, rodovia Brumado-Vitória da Conquista, 14°25'8''S, 41°27'53''W, 8-II-2004, *R.M. Harley 54849 et al.* (CTES, SP); *ibid.*, 14-V-1983, *G. Hatschbach 46382* (CTES, MBM, SPF); Caetité, 22 km E de Caetité e 3 km S do entroncamento à Ibiassucé, 20-I-1963, *A. Krapovickas 10078* (CTES, MBM); *ibid.*, 22-III-1984, *L.C. Oliveira Filho 117 & J.C.A. Lima* (HRB, RB); Contendas do Sincorá, 7 km L, *G. Hatschbach 50075 & J.M. Silva* (MBM); Catolés, próximo à Correria, 29-XI-1999, *A.S. Conceição 496 & G.L. Campos* (SP); Jussiape, 24-XII-1999, *A.M. Giuliatti 1590 & R.M. Harley* (HUEFS, SP);

Maracás, 21-II-2007, *R.M. Harley 117799 & A.M. Giuliatti* (HUEFS); *ibid.*, Floresta Nacional de Contendas do Sincorá, na estrada entre Sussuarama e Maracás, *R.M. Harley 55599 & A.M. Giuliatti* (HUEFS); Poções, 14°24'0''S, 40°31'0''W, 15-I-2009, *P.D. Carvalho 469 & A.A. Conceição* (HUEFS); Presidente Jânio Quadros, 19-IV-1981, *C.T. Rizinni 1537 & A. de Matos Silva* (RB); Rio de Contas, 13°35'44''S, 41°49'11''W, 1-II-1997, *R.M. Harley 4842 et al.* (SPF).

Endêmica do Brasil, encontrada apenas na região Nordeste (BA), no domínio da Caatinga, geralmente em ambientes antropizados. Flores e frutos de novembro a maio.

Gaya macrantha tem como caracteres marcantes as flores comparativamente grandes (2,5 a 3,5 cm compr.), sendo que o cálice e o pedicelo atingem um dos maiores comprimentos no gênero. Destaca-se também pela morfologia da endoglossa, apresentando o maior número de pares de dentes (10-17) e a parte membranácea dotada apenas de tricomas estrelados, sendo que este tipo de tricoma foi observado raramente nesta estrutura em outras espécies, mas sempre associado com tricomas glandulares. Dentre as espécies com endoglossa fortemente arqueada e desenvolvida, pode ser reconhecida também pelo cálice apresentado nervuras proeminentes e lobos caudados, além do esquizocarpo parcialmente incluso no cálice.

Esta espécie se enquadra na categoria “Vulnerável”, pois é encontrada em até 10 localidades (IUCN 2001).

10. *Gaya meridionalis* Hassler, Feddes Repert. 7: 72-73. 1909. Tipo. PARAGUAI. Alto Paraguay: Puerto Talavera, IX-1906, *Fiebrig 1313* (holótipo G, foto F!; isótipo CTES!; isótipo S).

Figuras 10 A-C, 11 A, 12

Subarbustos a arbustos 0,3-1,6 m alt., eretos; ramos recobertos de tricomas estrelados e glandulares mais esparsos. Folhas com pecíolos de 0,3-5,4 cm compr.; estípulas 1,5-3,5 mm compr., aciculares; lâminas 2,5-10 × 0,5-5,5 cm, inteiras, cartáceas, concolores, estreito-ovadas a ovadas, ápice atenuado, agudo a acuminado, base cordada, margem serreada a irregularmente serreada, face

adaxial com tricomas estrelados e simples, face abaxial com tricomas estrelados, simples, às vezes glandulares esparsos, 9-11 nervuras basais. Flores com pedicelo de ca. 1 cm compr.; cálice 9-11 mm compr., recoberto de tricomas estrelados, simples longos principalmente na base e glandulares esparsos, nervuras centrais proeminentes, lobos caudados; pétalas ca. 1,5 cm compr., amarelas; tubo estaminal ca. 8 mm compr., glabro. Esquizocarpo 0,8-1,2 × 1,6-2,3 cm, depresso-globoso, parcialmente incluso no cálice, lobos do cálice não reflexos; mericarpos 22-33, ápice arredondado, raramente obtuso, base obtusa, lado ventral com constrição e proeminência arredondada na porção basal, face dorsal externamente com tricomas glandulares, raramente simples; endoglossa desenvolvida, levemente arqueada, maior que a semente, parte membranácea com tricomas glandulares adensados, parte fibrosa esparsamente denteada, 2-5 pares de dentes, ápice longamente atenuado; semente ca. 2 mm compr., não retida pela endoglossa, glândulas punctiformes na superfície.

Material selecionado: BOLÍVIA. SANTA CRUZ: Chiquitos, Santiago, 9-II-1958, A. Krapovickas 9261 (CTES); Nuflo de Chavez, Estancia San Miguelito, 18-X-1995, A. Fuertes 1478 (CTES). BRASIL. MATO GROSSO DO SUL: Campo Grande, Lagoa Itatiaia, 20°28'48.1''S, 54°34'36,6''W, 25-V-2002, V.J. Pott & A. Pott 5502 (CGMS); Corumbá, 2-1911, F.C. Hoehne 3002 (R); *ibid.*, fronteira Corumbá-Bolívia, 18-VI-2006, J.M. Silva & E. Barbosa 4999 (CTES); *ibid.*, Assentamento Tamarineiro II., 27-VII-2009, E.M. Jesus 600 (CPAP); Miranda, Fazenda San Francisco, 7-V-1987, A. Pott 2646 & C.J.A. Ferreira (CTES); *ibid.*, 28-I-1979, A. Krapovickas 34444 & C.L. Cristóbal (CTES); *ibid.*, 90 km W de Miranda, Morro do Aceite, 28-I-1979, A. Krapovickas 34458 & C.L. Cristóbal (CTES); *ibid.*, acesso à Bahia do Carandazal, 28-III-1991, UMR 434 & JMSJ (CGMS); *ibid.*, Fazenda San Francisco, BR-262, 28-X-2013, C. Takeuchi 137 (SP). PARAGUAI. ALTO PARAGUAY: Fuerte Olimpo, 12-1946, T. Rojas 13899 (CTES).

América do Sul, na Bolívia, Paraguai e no Brasil (MS), no domínio do Pantanal e do Cerrado, em formação campestre ou ambientes antropizados, sendo representada por indivíduos esparsos. Flores e frutos de janeiro a outubro.

Além de *G. grandiflora*, *G. meridionalis* é muito semelhante a *Gaya occidentalis* (L.) Sweet com distribuição na América Central, principalmente quanto ao indumento, caracteres do fruto e à forma das lâminas foliares. Krapovickas (1996) diferenciou as duas espécies apenas pelos lobos do cálice, planos em *G. occidentalis* e carinados em *G. meridionalis*. Com base neste trabalho foi possível detectar outros caracteres que sustentam a separação das duas espécies: número de nervuras basais nas lâminas foliares e o indumento da semente e da endoglossa.

Gaya meridionalis se enquadra na categoria “Vulnerável” uma vez que foi coletada em menos de 10 localidades (IUCN 2001).

11. ***Gaya monosperma*** (K. Schum.) Krapov., Bol. Soc. Argent. Bot. 24(1-2): 205. 1985.

= *Abutilon monospermum* K. Schum. in Mart., Fl. bras. 12 (3): 396-397. 1891. Tipo: BRASIL. BAHIA: in sabulosis ad fluvium S. Francisco prope Joazeiro provinciae Bahia, s.d., Martius 2389 (holótipo M, fragmento CTES!, foto CTES!).

= *Gaya elingulata* Krapov., Tressens & A. Fernández. Bol. Soc. Arg. Bot. 16 (1-2): 93-96, fig. 2, 1974. Tipo: BRASIL. BAHIA: Juazeiro, 6-IV-1967, Krapovickas 12882 (holótipo CTES!; isótipo MBM! MBM!, foto F!, G!, NY,! SI!).

Figuras 10 D-E, 11 B-E, 12

Subarbustos a arbustos 0,4-1,5 m alt. eretos; ramos recobertos de tricomas estrelados, glandulares e simples longos. Folhas com pecíolos de 0,2-2,9 cm compr.; estípulas 2,5-7 mm compr., aciculares; lâminas (1,1) 2,4-8,9 × (0,6)1,8-5 cm, inteiras, cartáceas, glaucas, concolores a levemente discolores, estreito-ovadas a ovadas, ápice agudo a raramente arredondado, base cordada, margem serreada, irregularmente serreada, ambas as faces com tricomas estrelados adensados, raramente tricomas simples longos na face adaxial, nervuras basais 9-11. Flores com pedicelo de 1,9-4 cm compr.; cálice 1-1,5 cm compr., recoberto de tricomas estrelados, glandulares e simples longos, mais esparsos, principalmente na base, nervuras centrais proeminentes, lobos caudados; pétalas 2-4,2 cm compr., amarelo-escuras, com mancha basal vináceas; tubo estaminal 9-10 mm compr., glabro;

estiletes e estigmas amarelos. Esquizocarpo 1,1-1,4 x 1-2 cm, depresso-globoso, parcialmente incluso no cálice, sem máculas vináceas, lobos do cálice não reflexos; mericarpos 20-35, ápice arredondado a obtuso, base arredondada, com constrição e proeminência arredondada na porção basal, face dorsal externamente com tricomas estrelados, glandulares a raramente simples; sem endoglossa; semente ca. 2 mm compr., tricomas estrelados e birradiados.

Material selecionado: BRASIL. BAHIA: Irecê, 10-V-1984, *Fotius 3861* (HTSA); Itaguaçu da Bahia, BA-160, 24-III-2014, *C. Takeuchi 145* (SP); Jaguarari, 7-IX-1972, *A.L. Costa s.n.* (ALCB 02464); Juazeiro, Escola Agrícola, 6-IV-1967, *A. Krapovickas 12898* (CTES); *ibid.*, 28-IV-1973, *A. Valeriano s.n.* (CTES, ALCB02467, VIES8000); *ibid.*, 29 km S de Juazeiro, BR 407, 11-IV-1983, *A. Krapovickas et al. 38799* (CTES); *ibid.*, margem de estrada Juazeiro-Senhor do Bonfim, 24-II-2000, *A.M. Giulietti 1786 & R.M. Harley* (CTES, HUEFS, SP); *ibid.*, Morro II, 9°33'38''S, 40°26'59''W, 26-III-2000, *M.R. Fonseca 1326 et al.* (EPABA, HRB, HUEFS); *ibid.*, Trilha 02 (3-4)-Juremal, 17-VI-2005, *C.T.V. Dias C83* (HTSA); *ibid.*, Malhada da Areia, UNIVASF-Campus Juazeiro, 9°26'52,4''S, 40°31'34,2''W, 19-IV-2007, *J. Dantas 10 et al.* (HVASF); *ibid.*, 14-IX-2007, *N.M.S. Ferraz 04 et al.* (HVASF, UFP); *ibid.*, 19-IV-2010, *U.R. Oliveira 10 et al.* (HVASF); *ibid.*, UNIVASF-Campus Juazeiro, 31-X-2012, *C. Takeuchi 132* (SP); *ibid.*, entre Jurema e Moçoroca, 26-V-1969, *A.L. Costa s.n.* (ALCB02468, VIES7999); Jussara, 18-I-1997, *M.M. Arbo 7473 et al.* (CTES); *ibid.*, Alto de Bruno, 17-IX-2009, *R.F. Machado 300* (HUEFS); São Gabriel, Fazenda Boa Sorte, 2-IV-2009, *R.F. Machado 100 et al.* (SP); *ibid.*, 17-IX-2009, *R.F. Machado 301* (HUEFS); *ibid.*, 26-IX-2009, *R.F. Machado 316* (HUEFS); Senhor do Bonfim, estrada Juazeiro-Senhor do Bonfim, 27-III-2004, *A.M. Giulietti 2460 et al.* (HUEFS, SP).

Endêmica do Brasil, encontrada na região Nordeste (BA), na Caatinga, geralmente em ambiente antropizado onde forma populações com indivíduos esparsos. Flores e frutos de janeiro a outubro.

É facilmente distinguida por ser a única espécie de *Gaya* ocorrente no Brasil que não possui endoglossa. Dentre as espécies que apresentam tricomas simples longos nos ramos e no

cálice, distingue-se também pelas lâminas foliares glaucas, pétalas com mancha basal vinácea e face dorsal do mericarpo com tricomas estrelados, glandulares e raramente simples. Nesta espécie, bem como em *G. macrantha*, o fruto atinge o maior número de mericarpos ($20-35 \times 7-33$, respectivamente) e as pétalas, assim como o cálice, possuem os maiores comprimentos ($2,5-4,2 \times 0,4-2,8$ cm; $1-1,7 \times 0,3-1,2$ cm, respectivamente).

Gaya monosperma é uma espécie não ameaçada, coletada em mais de 10 localidades (IUCN 2001).

12. ***Gaya pilosa*** K. Schum. in Mart., Fl. Bras. 12(3): 355, tab. 64I. 1891. Tipo: BRASIL. MINAS GERAIS: Caldas, -1867, *Regnell* III-164 (lectótipo BR, fragmento CTES!, foto CTES!).

= *Gaya ibitipocana* Krapov., Bonplandia 17(1):37, f. 2. 2008. Tipo: BRASIL. MINAS GERAIS: Lima Duarte, Serra de Ibitipoca, R.C. Forzza 4720 et al. (holótipo RB!; isótipo CTES!).

Figuras 10 F-G, 11 F-H, 12

Subarbustos a arbustos 0,5-3 m alt., eretos; ramos com tricomas estrelados, glandulares e simples longos, patentes. Folhas com pecíolos de 0,3-4,8(10,3) cm compr.; estípulas 1,2-5 mm compr., aciculares ou lineares; lâminas $(1,5)2,8-6,3$ (9,5) $\times$ $(0,3)1,1-3,8$ (6,5) cm, cartáceas, concolores, estreito-ovadas a ovadas, ápice atenuado, agudo a acuminado, base cordada, margem serreada, às vezes irregularmente serreada, ambas as faces com tricomas estrelados adensados, simples longos e glandulares mais esparsos, nervuras basais 9-11. Flores com pedicelo de 6-20 mm compr.; cálice (3)5-8 mm compr., recoberto de tricomas glandulares, estrelados e simples longos, nervuras centrais e laterais não proeminentes, lobos acuminados; pétalas 0,6-1,5 cm compr., inteiramente amarelo-escuras; tubo estaminal 5-10 mm compr., glabro; estiletos e estigmas amarelos. Esquizocarpo 0,5-1,5 $\times$ 0,7-1,2 cm, depresso-globoso, parcialmente incluso no cálice, sem máculas vináceas, lobos do cálice não reflexos; mericarpos (17)22-29, ápice e base arredondados a subtruncados, com constrição e proeminência arredondada na porção basal, face dorsal externamente com tricomas glandulares; endoglossa

vestigial, maior que a semente, glabra, parte membranácea ausente, parte fibrosa denteada, 1 par de dentes, ápice atenuado; semente 1,5-2 mm compr., não retida pela endoglossa, glândulas punctiformes na superfície.

Material selecionado: ARGENTINA. CORRIENTES: Ituzaingó, Isla Apipé Grande, Puerto San Antônio, 9-XII-1973, *A. Krapovickas 23986 et al.* (MBM); MISIONES: Candelaria, 25-IV-1946, *J.E. Montes 2195* (CTES); Cainguás, Salto Encantado, 5-VII-1950, *Schwindt 4662* (CTES); Puerto Iguazú, Eldorado, 24-X-1949, *E. Schwindt 2260* (MBM); San Ignacio, San Ignacio, 14-II-1946, *J.E. Montes 1912* (CTES); San Javier, Cerro Monje, 7-IX-1993, *M.M. Arbo 5966 et al.* (CTES); San Juan, 28-XII-1946, *J.E. Montes 2350* (CTES); BRASIL. DISTRITO FEDERAL: Brasília, margem do Riacho Fundo, 8-III-2001, *E.S.G. Guarino 671 & J.B. Pereira* (HUEFS); Planaltina, Núcleo Rural Taquara, 29-III-2012, *C. Takeuchi 108 et al.* (SP); MINAS GERAIS: Betim, 29-II-1993, *M. Brandão 22357* (PAMG); Buritizeiro, BR-365, 3-IV-1992, *G.M. Hatschbach 56495 & E. Barbosa* (MBM); Itacambira, Serra de Itacambira, 5-X-1990, *M. Brandão 19110* (PAMG); Itapeva, 6-X-1978, *M.L. Gavinales 401 & M.B. Ferreira* (PAMG); Lagoa da Prata, 23-XI-1999, *J.F. Macedo 3620* (PAMG); Moeda, 28-I-2000, *M. Brandão 29660* (PAMG); Montes Claros, BR-365, 9-II-1991, *G.M. Hatschbach 54934 & O.S. Ribas* (CTES, MBM); Pirapora, BR-365, 3-I-1989, *A. Krapovickas 42896 & C.L. Cristóbal* (CTES); Unai-Buritis, 21-V-1994, *M. Brandão 23677* (PAMG); PARANÁ: São Jerônimo da Serra, Reserva Indígena, 15-X-2002, *K.L.V.R. de Sá 364 et al.* (FUEL, MBM); RIO GRANDE DO SUL: Caí, 18-VII-1949, *B. Rambo 42610* (CTES, MBM); Capela de Santana, 5-IX-1949, *B. Rambo 43258* (CTES). Gravataí, perto do Morro de Paula, 25-VII-1978, *L. Aguiar s.n.* (CTES41585); São Leopoldo, 25-VII-1946, *Henz s.n.* (CTES36080); Sapucaia, 18-VI-1949, *B. Rambo 42078* (CTES, SI); SÃO PAULO: Amparo, 4-IV-1943, *M. Kuhlmann 491* (SP49747); Campinas, Fazenda Santa Elisa, 13-V-1935, *W.G. Houk & J. Santoro s.n.* (IAC536); *ibid.*, 16-X-1936, *E. Hambleton s.n.* (SP36662); *ibid.*, Fazenda Monte D'Este, 4-VIII-1939, *J. Aloisi s.n.* (IAC4603); *ibid.*, 30-I-1955, *A.S. Grotta s.n.* (ESA39900, HUEFS32127); *ibid.*, 11-II-1955,

A.S. *Grotta 5457* (SPF); Matão, Fazenda Cambuhy, 8-I-1996, A. *Rozza 178* (ESA); São Paulo, 27-VIII-1917, F.C. *Hoehne s.n.* (SP461); Sorocaba, Alto do Araçaiaba, 2-V-1947, A.P. *Viegas s.n. et al.* (IAC8198, IAN37453, SP69485). PARAGUAI. ALTO PARANÁ: Ñacunday, 8-XI-1950, J.E. *Montes 9781*(CTES).

Amplamente distribuída na América do Sul: Argentina, Paraguai, Bolívia e Brasil. No Brasil foi encontrada nas regiões Sudeste (MG, SP) Centro-oeste (DF) e Sul (PR, RS), nos domínios do Cerrado, Mata Atlântica (floresta estacional semidecidual) e nos Pampas, geralmente em ambientes antropizados. Flores e frutos praticamente o ano todo.

Gaya pilosa possui muitos caracteres vegetativos e reprodutivos constantes, podendo ser facilmente reconhecida principalmente pela presença de tricomas simples longos e patentes nos ramos e no cálice, lâminas foliares com margem irregularmente serreada e cálice com nervuras centrais não proeminentes. Além disso, o fruto é depresso-globoso e os mericarpos possuem endoglossa vestigial desprovida de parte membranácea e parte fibrosa com um par de dentes.

Trata-se de uma espécie não ameaçada que ocorre em mais de 10 localidades (IUCN 2001).

13. *Gaya scopulorum* Krapov., Bonplandia 9 (1-2): 63. 1996. Tipo: BRASIL. PARÁ: Rio Xingu, 2-VII-1909, Sneathlage 10417 (holótipo MG, fragmento CTES!, foto CTES!).

Figura 10 H-I, 12

Subarbustos ca. 0,8-2 m alt., eretos; ramos recobertos de tricomas estrelados, às vezes tricomas glandulares esparsos. Folhas com pecíolos de 0,2-2,6 cm compr.; estípulas 0,5-3 mm compr., aciculares; lâminas 1-4,2 × 0,4-2,6 cm, inteiras a raramente 3-sublobadas, cartáceas, concolores, estreito-ovadas, ovadas a raramente elípticas, ápice agudo, acuminado, obtuso a raramente arredondado, base subcordada a obtusa, margem serreada a serrilhada, geralmente inteira no terço basal, ambas as faces com tricomas estrelados, nervuras basais 5-8. Flores com pedicelo de 1,5-3,4 cm compr.; cálice 0,5-1,2 cm compr., recoberto de tricomas estrelados,

geralmente glandulares, nervuras centrais não proeminentes, lobos acuminados; pétalas 0,6-2,4 cm compr., amarelas, com mancha basal vinácea; tubo estaminal 7-12 mm compr., glabro. Esquizocarpo 0,4-0,8 × 0,5-1 cm, depresso ou raramente cônico-globoso, parcialmente incluso no cálice, lobos do cálice não reflexos; mericarpos 11-15, ápice agudo, base arredondada, com lado ventral com constrição e proeminência arredondada na porção mediana, face dorsal externamente com tricomas glandulares esparsos; endoglossa vestigial, menor que a semente, glabra, parte membranácea ausente, parte fibrosa inteira; semente ca. 2 mm compr., não retida pela endoglossa, tricomas birradiados, raramente estrelados.

Material selecionado: BRASIL. MATO GROSSO: Paranaíta, Rio Teles Pires, 9°22'19''S, 56°39'54''W, 27-VII-2008, *R. Dias-Melo 636 et al.* (RB); PARÁ: Altamira, rio Xingu, 1-X-2007, *L.C.B. Lobato 3316* (MG); *ibid.*, Furo do Santo Antônio, 13-III-1998, *H.J.R. Souza 53* (IAN); *ibid.*, margem do rio Xingu, 17-VIII-1986, *A.T.G. Dias et al. 36* (MG); Itaítuba, Parque Nacional da Amazônia, 13-VIII-2010, *T.B. Flores 771 et al.* (RB); Jacundazinho, 5-VIII-1949, *G.A. Black 49-7999* (IAN); Marabá, ao longo do rio Tocantins, 15-IX-2010, *L.C.B. Lobato 3937 et al.* (MG); São João do Araguaia, 4-VII-1976, *J.E. de Paula 1092* (UB); *ibid.*, 12-VII-1976, *J.E. de Paula 921* (UB); Tucuruí, 12-XII-1983, *M.F.F. da Silva 280 et al.* (HRB); TOCANTINS: Araguatins, Cachoeira de Santa Izabel, 19-VIII-1961, *E. Oliveira 1783* (IAN, UB).

Endêmica do Brasil, encontrada nas regiões Norte (PA) e Centro-Oeste (MT, TO), na Amazônia e no Cerrado, geralmente em solo com afloramento rochoso, na margem de rios. *Gaya scopulorum* destaca-se por ser a única espécie ocorrente na região Norte que habita o domínio da Amazônia. Este é o seu primeiro registro para os Estados do Tocantins e Mato Grosso onde nenhuma outra espécie do gênero foi encontrada. Flores e frutos de agosto a março. Esta espécie tem como caractere diagnóstico as margens das lâminas foliares serreadas a serrilhadas geralmente inteiras no terço basal. Dentre as espécies com endoglossa vestigial, diferencia-se por ser a única que possui pétalas com mancha basal vinácea.

Gaya scopulorum se enquadra na categoria “Vulnerável”, uma vez que ocorre em menos de 10 localidades (IUCN 2001).

14. *Gaya xiquexiquensis* C. Takeuchi & G.L. Esteves, Phytotaxa 207 (2): 205. 2015. Tipo: BRASIL. BAHIA: Município de Xique-Xique, Lagoa Itaparica, 24-III-2014, C. Takeuchi 144 (holótipo SP!; isótipo HUEFS!).

Figuras 10 J-M, 11 I-J, 12

Subarbustos a arbustos 0,4-2,5 m alt., eretos; ramos recobertos de tricomas estrelados diminutos, geralmente com tricomas glandulares mais esparsos. Folhas com pecíolos de 0,3-1 cm compr; estípulas 2-4 mm compr., aciculares; lâminas 1,2-3 x 0,3-2,1 cm, inteiras, cartáceas, glaucas, discolores a concolores, oblongas, estreito-ovadas a ovadas, ápice obtuso, arredondado, raramente agudo, base cordada, margem serrilhada, ambas as faces recobertas de tricomas estrelados adensados, 7-9 nervuras basais. Flores com pedicelo de 1,2-2,1 cm compr.; cálice 7-11 mm compr., recoberto de tricomas estrelados, nervuras centrais proeminentes, lobos com ápice 0,5-1 mm compr., caudado; pétalas 1,5-1,8 cm compr., amarelo-escuras; tubo estaminal 5-7 mm compr., glabro. Esquizocarpo 4-7 × 7-8 mm, depresso-globoso, parcialmente incluso no cálice, lobos do cálice não reflexos; mericarpos 10-13, ápice obtuso a arredondada, base arredondada, lado ventral com constrição e proeminência arredondada na porção basal, face dorsal externamente com tricomas glandulares, geralmente estrelados e simples; endoglossa vestigial, menor que a semente, glabra, parte membranácea ausente, parte fibrosa inteira; semente ca. 2 mm compr., não retida pela endoglossa, tricomas birradiados e estrelados.

Material selecionado: BRASIL. BAHIA: Xique-Xique, Lagoa Itaparica, 26-II-1977, R.M. Harley 19102 (CTES); *ibid.*, margem do Rio Verde, 10-VI-1986, G.C.P. Pinto 57/86 (CTES, HUEFS, HRB, RB).

Endêmica do Brasil, na região Nordeste, apenas no município de Xique-Xique, Estado da Bahia. Foi encontrada na Caatinga, sendo frequente em ambientes antropizados, principalmente na margem de rios e lagoas. Flores e frutos de fevereiro a março.

Gaya xiquexiquensis compartilha com *G. aurea* a mesma coloração das lâminas foliares, o tipo e a densidade do indumento, o cálice externamente com nervuras centrais proeminentes e lobos caudados no ápice. Entretanto, difere claramente desta espécie por apresentar lâminas foliares com ápice em geral obtuso a arredondado, fruto com 10-13 mericarpos, endoglossa vestigial, glabra e menor que a semente.

Gaya xiquexiquensis se enquadra na categoria “Em Perigo”, por ter sido registrada em menos de cinco localidades (IUCN 2001).

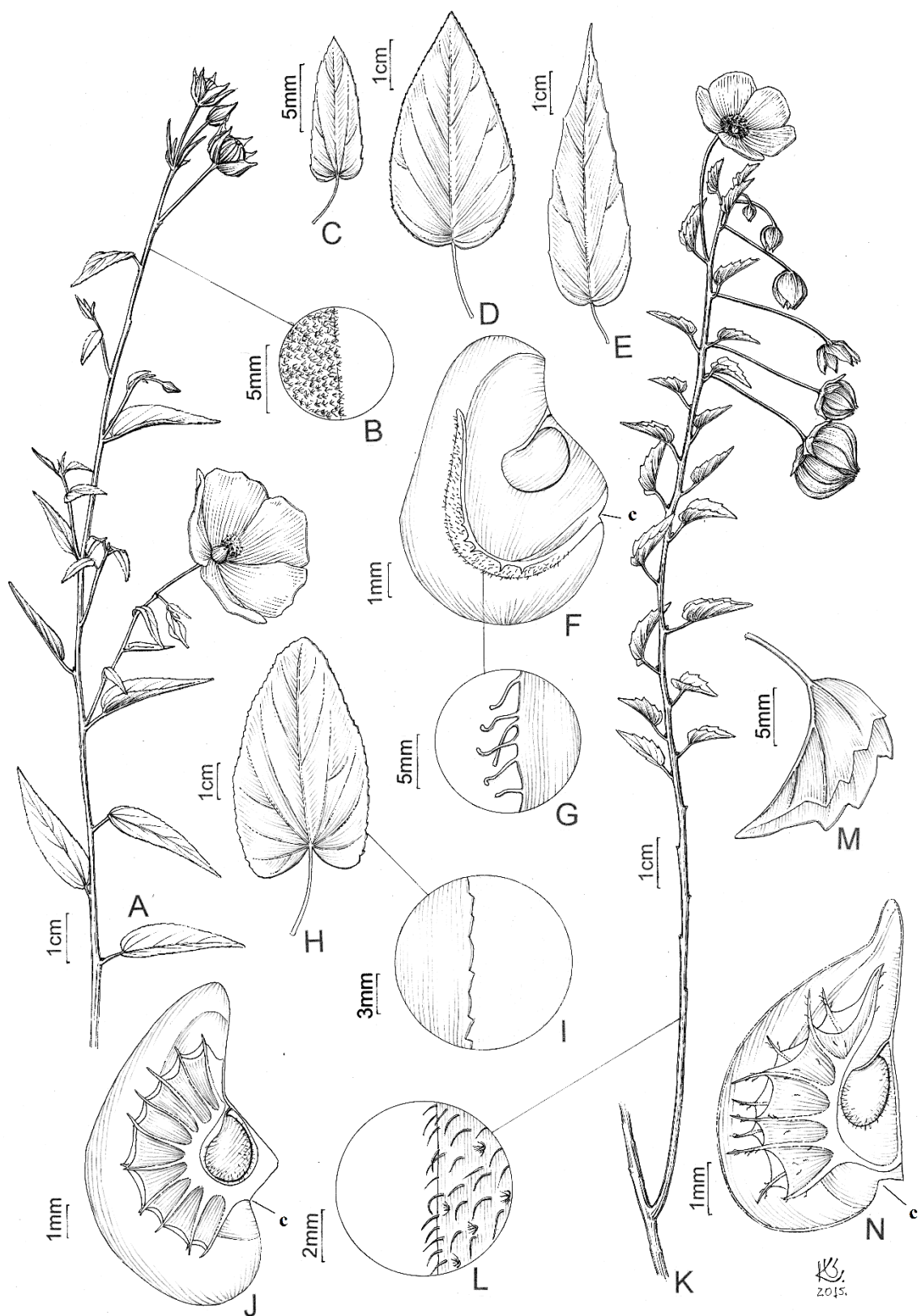


Figura 2. A-G. *Gaya aurea* A. St.-Hil. A. Ramo com flores e fruto. B. Detalhe do indumento do ramo. C-E. Folha. F. Mericarpo, vista interna. G. Detalhe dos tricomas da endoglossa. H-J. *Gaya bordasii* Krapov. H. Folha. I. Detalhe da margem da lâmina foliar. J. Mericarpo, vista interna. K-N. *Gaya dentata* Krapov. K. Ramo com flores e frutos. L. Detalhe do indumento do ramo. M. Folha. N. Mericarpo, vista interna (c: constrição).

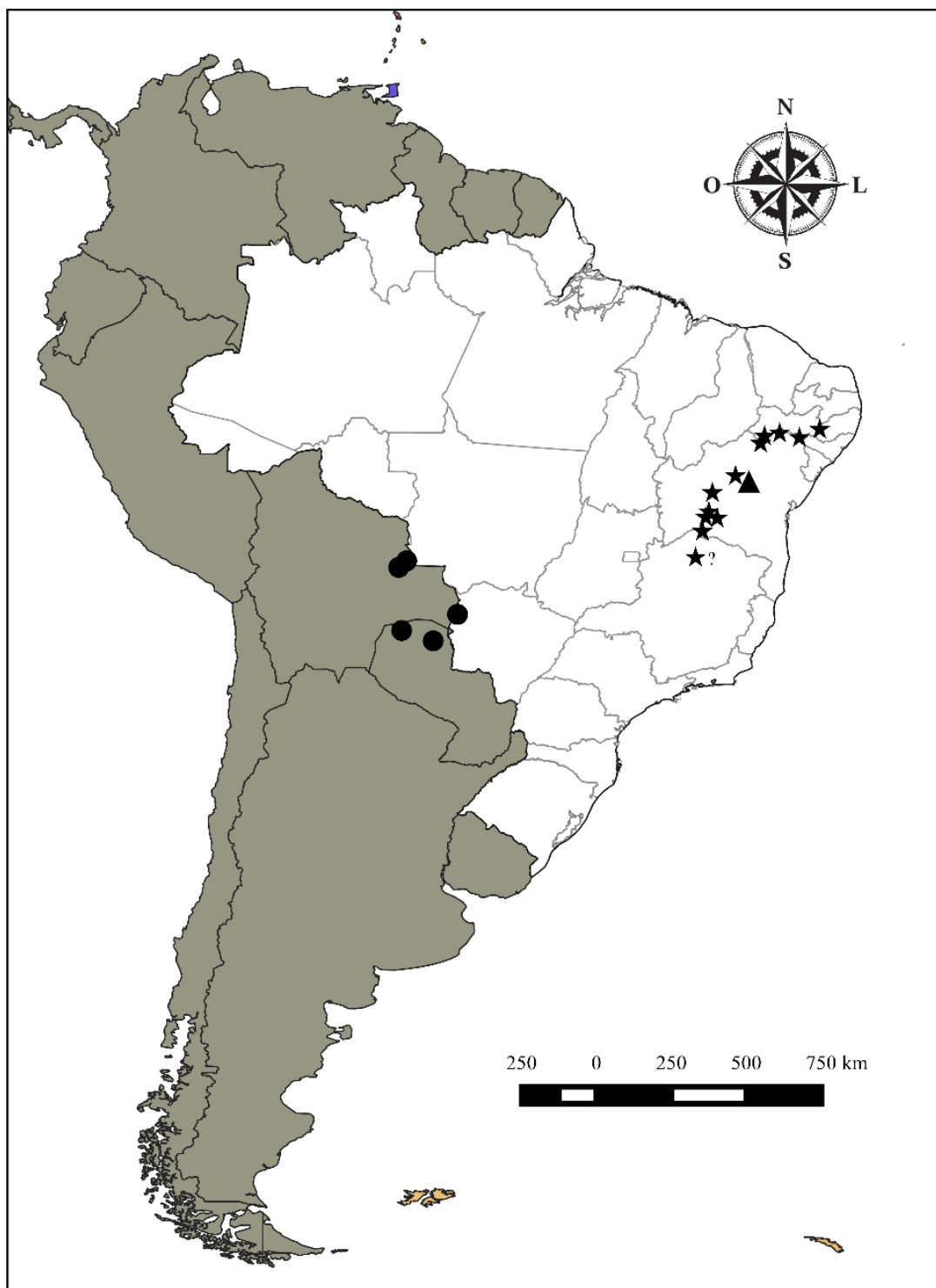


Figura 3. Mapa de distribuição geográfica de *G. aurea* (★), *G. bordasii* (●) e *G. dentata* (▲).

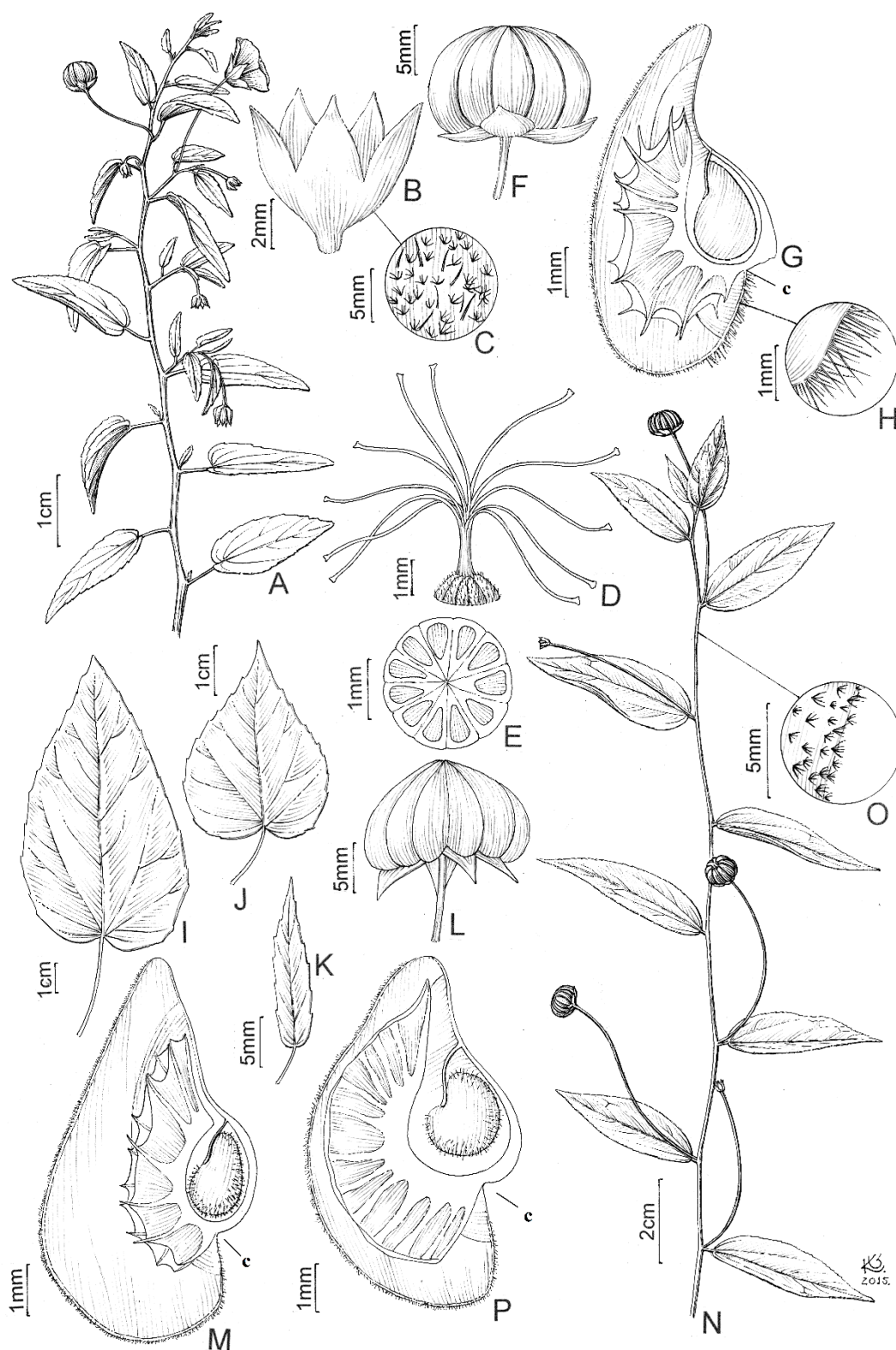


Figura 4. A-H. *Gaya gaudichaudiana* A. St.-Hil. A. Ramo com flores e frutos. B. Cálice. C. Detalhe do indumento do cálice. D. Gineceu. E. Parte do ovário em corte transversal. F. Fruto. G. Mericarpo, vista interna. H. Detalhe dos tricomas do mericarpo. I-M. *Gaya domingensis* Urb. I-K. Folhas. L. Fruto. M. Mericarpo, vista interna. N-P. *Gaya gracilipes* K. Schum. N. Ramo com flores e frutos. O. Detalhe do indumento do ramo. P. Mericarpo, vista interna (c: constrição).

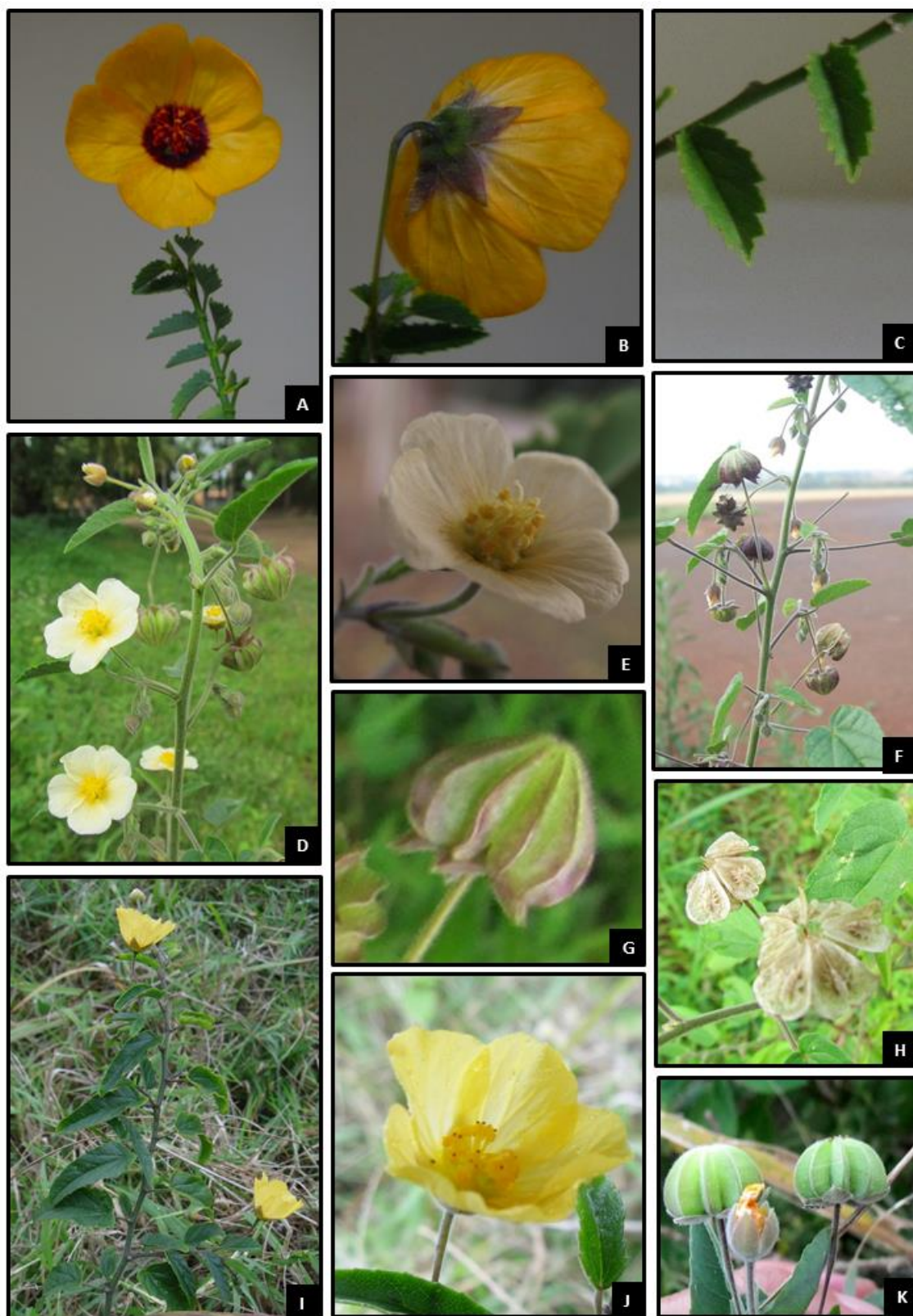


Figura 5. A-C. *Gaya dentata* Krapov. A. Ramo com flores. B. Flor, mostrando o cálice. C. Folhas. D-H. *Gaya domingensis* Urb. D. Ramo com flores e frutos. E. Flor. F. Ramo com frutos. G. Fruto com mericarpos fechados. H. Fruto com mericarpos abertos. I-K. *Gaya gaudichaudiana* A. St.-Hil. I. Ramo com flores. J. Flor. K. Fruto com mericarpos fechados.



Figura 6. Mapa de distribuição geográfica de *G. domingensis* (●), *G. gaudichaudiana* (▲) e *G. gracilipes* (+).

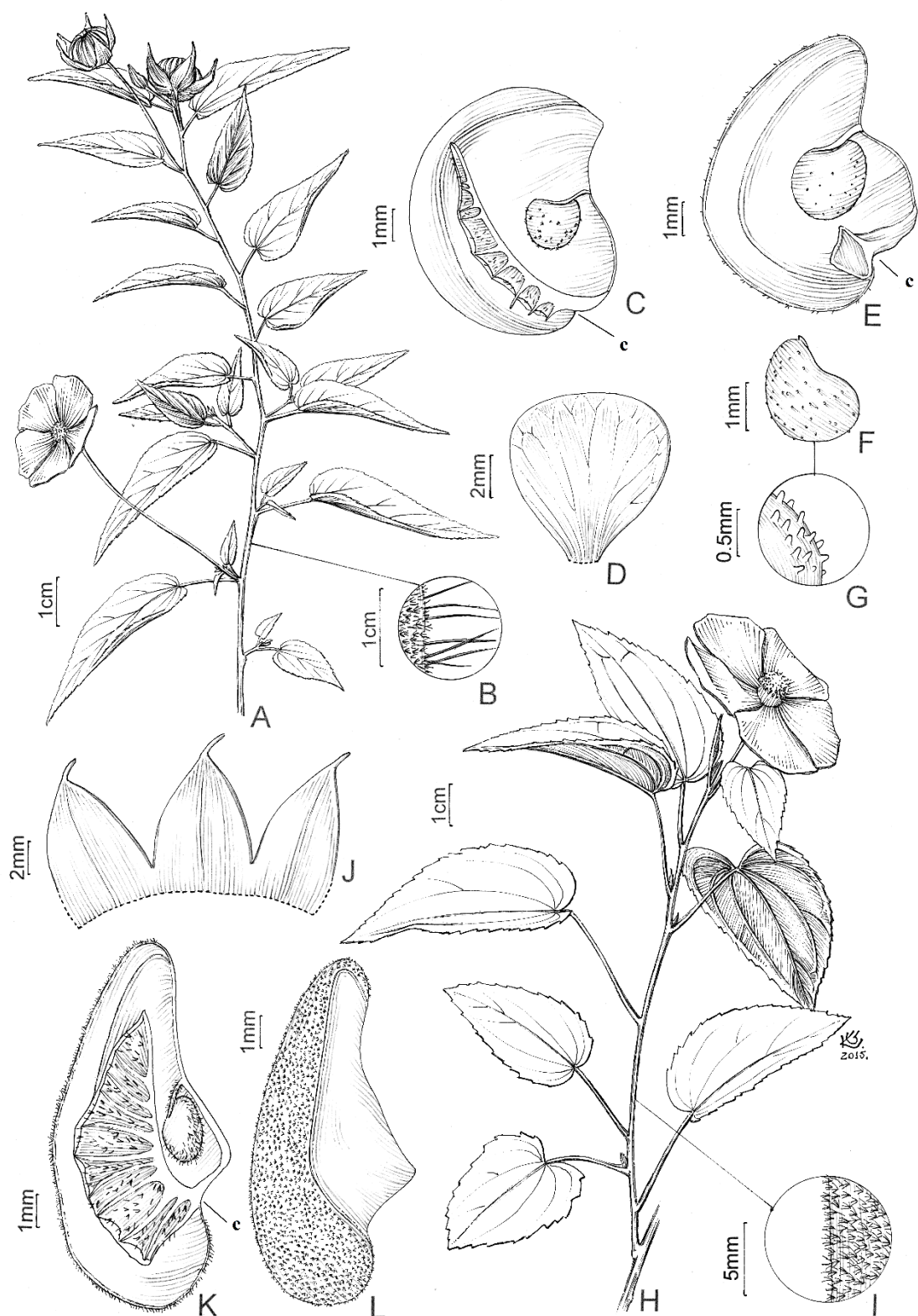


Figura 7. A-C. *Gaya grandiflora* Baker f. A. Ramo com flores e frutos. B. Detalhe do indumento do ramo. C. Mericarpo, vista interna. D-G. *Gaya guerkeana* K. Schum. D. Pétala. E. Mericarpo, vista interna. F. Semente. G. Detalhe da superfície externa da semente. H-L. *Gaya macrantha* Barb. Rodr. H. Ramo com flores e frutos. I. Detalhe do indumento do ramo. J. Parte do cálice, vista externa. K. Mericarpo, vista interna. L. Face externa do mericarpo (c: constrição).

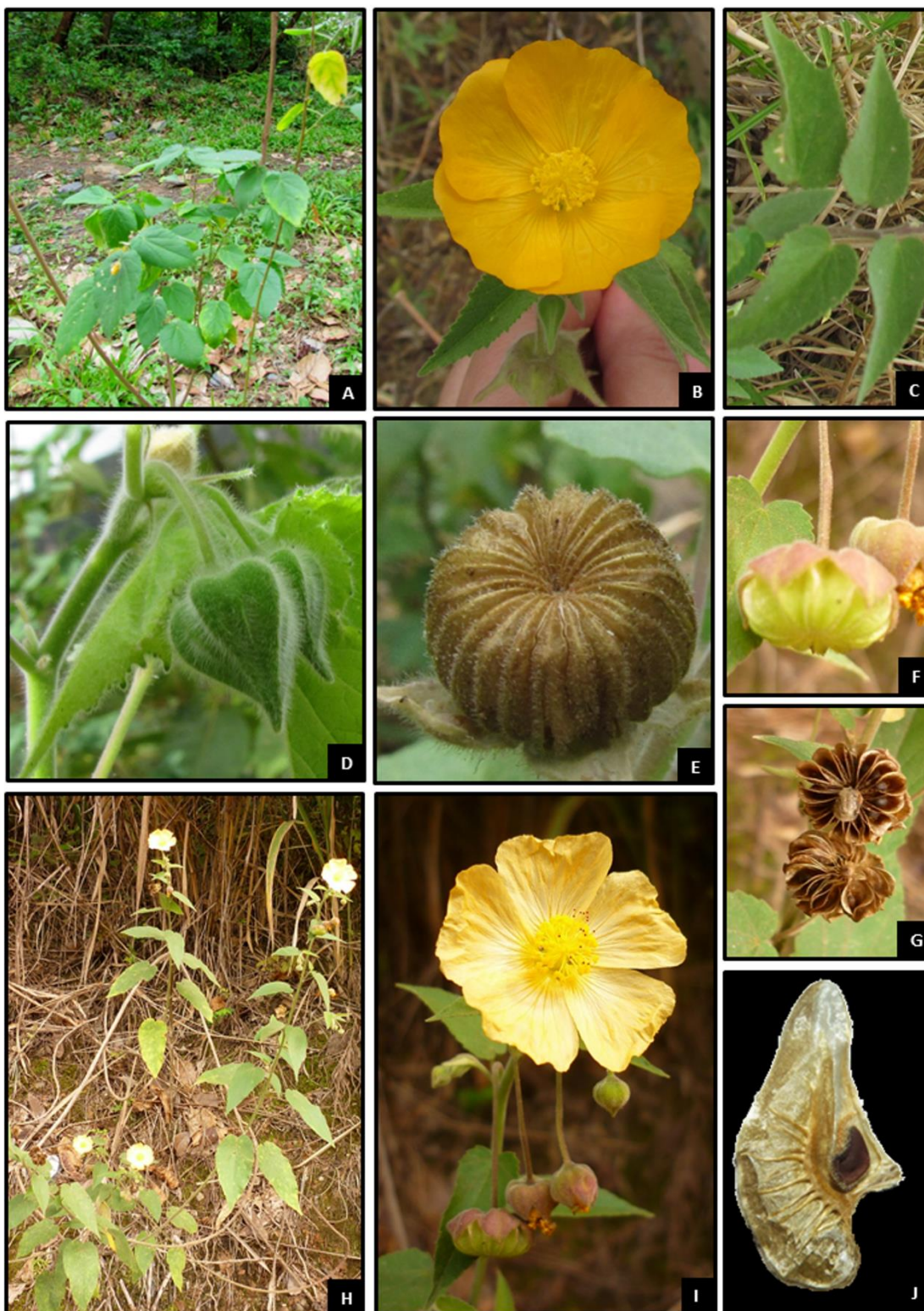


Figura 8. A. *Gaya gracilipes* K. Schum. Hábito. B-E. *Gaya grandiflora* Baker f. B. Flor. C. Folhas. D. Parte do ramo com botões florais. E. Fruto com mericarpos fechados. F-I. *Gaya guerkeana* K. Schum. F. Fruto com mericarpos fechados. G. Fruto com mericarpos abertos. H. Hábito. I. Ramo com flor e fruto. J. *Gaya macrantha* Barb. Rodr. Mericarpo, vista interna mostrando a endoglossa.

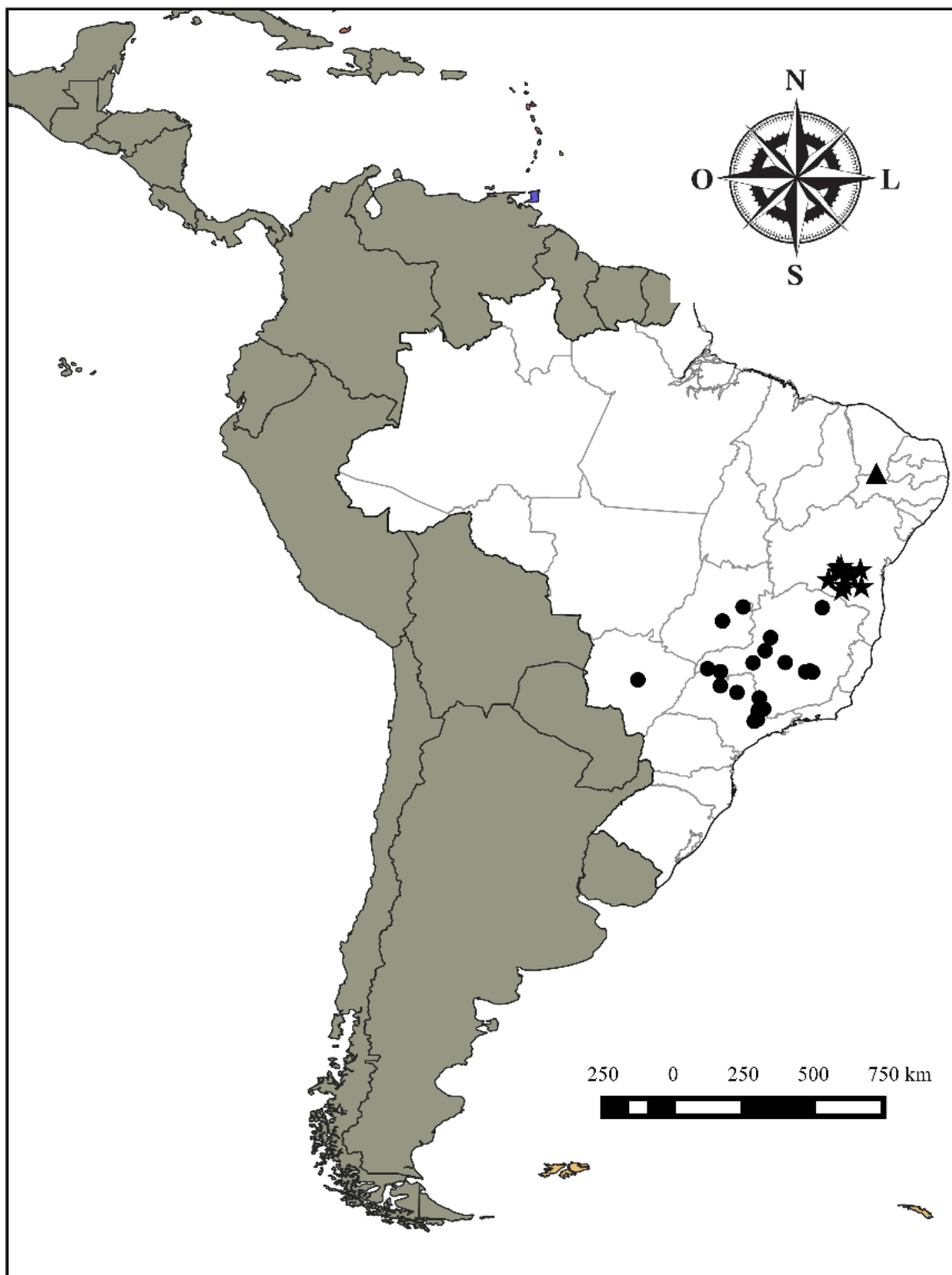


Figura 9. Mapa de distribuição geográfica de *G. grandiflora* (▲), *G. guerkeana* (●) e *G. macrantha* (★).



Figura 10. A-C. *Gaya meridionalis* Hassler. A. Ramo com flores e fruto. B. Detalhe do indumento do ramo. C. Mericarpo, vista interna. D-E. *Gaya monosperma* (K. Schum.) Krapov. D. Mericarpo, vista interna. E. Indumento da face dorsal do mericarpo. F-G. *Gaya pilosa* K. Schum. F. Parte do cálice, vista externa. G. Mericarpo, vista interna. H- I. *Gaya scopulorum* Krapov. H. Tubo estaminal. I. Mericarpo, vista interna. J-M. *Gaya xiquexiquensis*. J. Ramo com flores e frutos. K. Detalhe do indumento do ramo. L. Fruto. M. Mericarpo, vista interna (c: constrição).

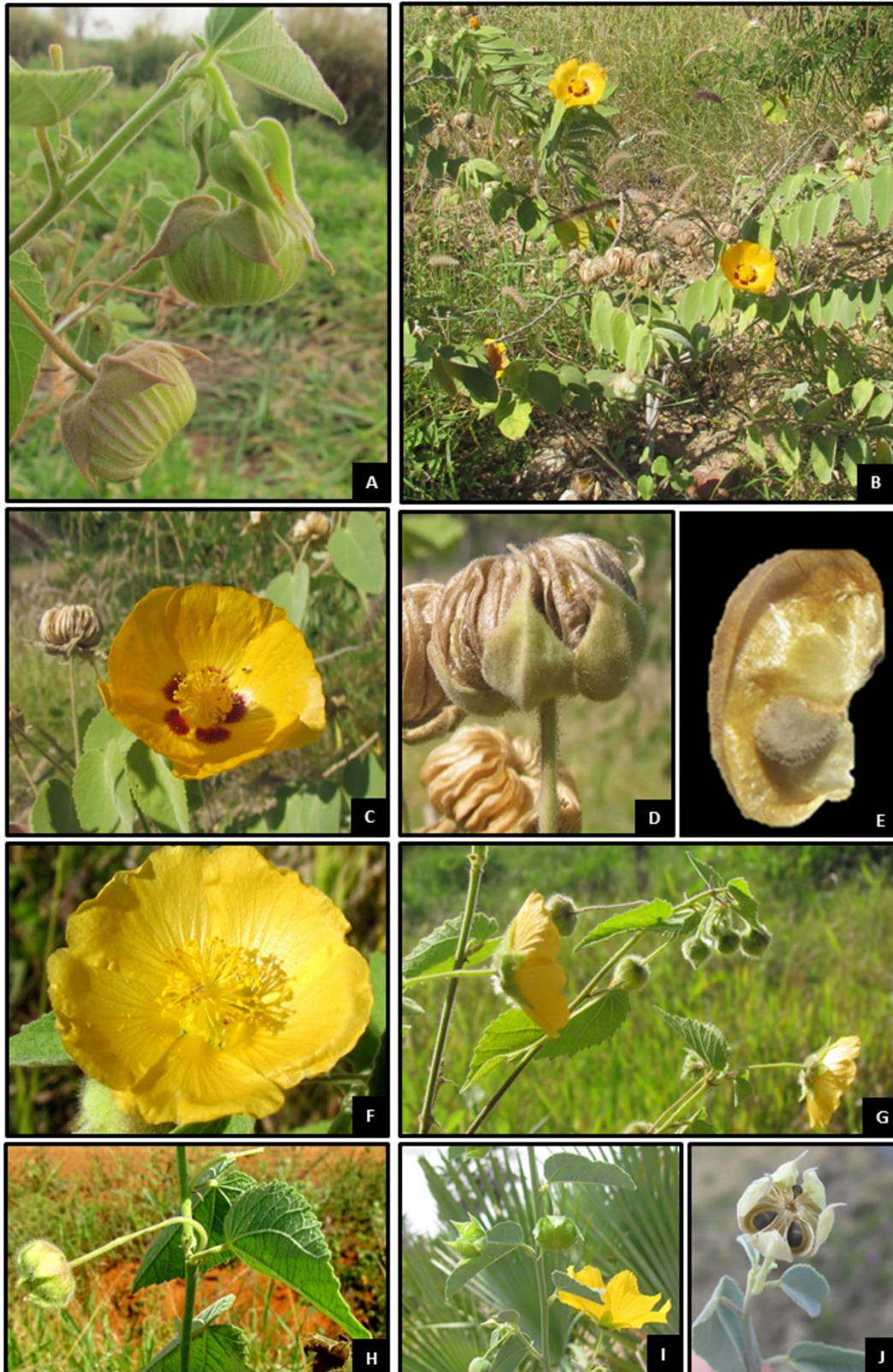


Figura 11. A. *Gaya meridionalis* Hassler. Ramo com frutos. B-E. *Gaya monosperma* (K. Schum.) Krapov. B. Hábito. C. Flor. D. Fruto com mericarpos fechados. E. Mericarp, face interna, sem endoglossa. F-H. *Gaya pilosa* K. Schum. F. Flor. G. Ramos com flores. H. Fruto. I-J. *Gaya xiquexiquensis*. I. Ramo com flores e frutos. J. Ramo com fruto mostrando as sementes.



Figura 12. Mapa de distribuição geográfica de *G. meridionalis* (▲), *G. monosperma* (+), *G. pilosa* (●), *G. scopulorum* (★) e *G. xiquexiquensis* (■).

Literatura citada

- Alverson, W.S., Whitlock, B.A., Nyffeler, R., Bayer, C. & Baum, D.A.** 1999. Phylogeny of the core Malvales: evidence from *ndhF* sequence data. *American Journal of Botany* 86: 1474-1486.
- Baum, D.A., Smith, S.D., Yen, A., Alverson, W.A., Nyffeler, R., Whitlock, B.A. & Oldham, R.L.** 2004. Phylogenetic relationships of Malvaceae (Bombacoideae and Malvoideae, Malvaceae sensu lato) as inferred from plastid DNA sequences. *American Journal of Botany* 91: 1863-1871.
- Bayer, C., Fay, M.F., De Bruijn, A.Y., Savolainen, V., Morton, C.M., Kubitzki, K., Alverson, W.S. & Chase, M.W.** 1999. Support for an expanded family concept of Malvaceae within recircumscribed order Malvales: a combined analysis of plastid *atpB* and *rbcL* DNA sequences. *Botanical Journal of Linnean Society* 129: 267-303.
- Bayer, C. & Kubitzki, K.** 2003. Malvaceae. In: K. Kubitzki. The families and genera of vascular plants. Springer, Berlin, v.5, pp. 225-311.
- Beentje, H.** 2010. The Kew Plant Glossary, an illustrated dictionary of plant terms. Royal Botanical Garden, Kew, pp. 1-164.
- Brummit, R.K. & Powell, C.E.** 1992. Authors of plant names. The Royal Botanic Gardens, Kew, pp. 1-732.
- Bridson, G.D.R. & Smith, E.R.** 1991. *Botanico-Periodicum-Huntianum/ Supplementarum*. Hunt Institute for Botanical Documentation. Carn Mellon University, Pittsburgh.
- Carreras M.E., Fuentes, E., Martinat, J.E. & Carbone, L.M.** 2012. Reconocimiento de diásporas de Malveae (Malvaceae) en muestras de suelos de zonas serranas (Sierras Chicas, Córdoba, Argentina) afectadas por incêndios. *Rodriguesia* 63: 501-512.
- Cronquist, A.** 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press, New York, pp. 1-1262.
- Esteves, G.L. & Takeuchi, C.** 2014. *Gaya*. In: Lista das Espécies da Flora do Brasil. Disponível em: <http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB9056> (acesso em: nov. 2014).

- Esteves, G.L.** 2010. Checklist. Flora de Alagoas: Angiosperma. *In*: R.P. Lyra-Lemos & M.C.S. Mota (eds.). Instituto do Meio Ambiente de Alagoas, Maceió, pp. 61-63.
- Fernández, A.** 1981. Recuentos cromossomicos en Malvales. *Bonplandia* 10: 63–71.
- Foster, R.C.** 1958. A catalogue of the Ferns and Flowering plants of Bolivia. Contributions from the Gray Herbarium of Harvard University. Mass Havard University, Cambridge, n. 184, pp. 1–223.
- Fryxell, P.A.** 1988. Malvaceae of México. Systematic Botany Monographs. The American Society of Plants Taxonomists. Ann Arbor, Michigan, v. 25, pp.1-522.
- Fryxell, P.A.** 1991. Malvaceae. *In*: J.A. Steyermark, P.E. Berry, K. Yatskievych & B.K. Holst. Flora of the Venezuelan Guayana. Liliaceae–Myrsinaceae. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis, v. 6, pp. 192-193.
- Fryxell, P.A.** 1992. Malvaceae. *In*: G.H. Harling & L. Anderson. (eds.). Flora of Ecuador. Berlings, Arlov, n. 44, pp.36-40.
- Fryxell, P.A.** 1997. The American genera of Malvaceae-II. *Brittonia* 49: 204-69.
- Hochreutiner, B.P.G.** 1917a. Organes carpiques nouveaux ou méconnus chez les Malvacées. *Annuaire Conserv. In*: J. Briquet (ed.). Annuaire et du Conservatoire et du Jardin Botaniques de Genève, Genève Conservatoire Botanique, Genebra, v. 20, pp. 141–142.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** 2004. Mapa de Biomas do Brasil. Disponível em: www.ibge.gov.br (acesso em 2014).
- IUCN.** 2001. IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, pp. 1-30.
- Judd, W.S. & Manchester, S.R.** 1997. Circumscription of Malvaceae (Malvales) as determined by a preliminary cladistic analysis of morphological, anatomical, palynological, and chemical characters. *Brittonia* 49: 384- 405.
- Krapovickas, A.** 1996. Sinopsis del genero *Gaya*. *Bonplandia* 9: 57-87.
- Krapovickas, A.** 1999. Malvaceae. *In*: Zuloaga, F.O. & Morrone, O. (eds.). Catalogo de las Plantas Vasculares de La Argentina. The Missouri Botanical Garden, Saint Louis, v. 2, pp. 813-844.

- Krapovickas, A. & Tolaba, J.** 2008. Malvaceae. Flora del valle de Lerma. Aportes Botánicos de Salta 8: 1-136.
- La Duke, J.C. & Doebley, J.** 1995. A chloroplast DNA based Phylogeny of the Malvaceae. Systematic Botany 20: 259–271.
- Macbride, J.F.** 1956. Flora of Peru. Field Museum of Natural History, Botanical Series 8: 490-505.
- Molina, A.R.** 1975. Malvaceae. In: Enumeracion de las Plantas de Honduras. H.I. Galo (eds.). Ceiba 19:1-118.
- Mori, S., Silva, Lisboa, L.A.M. & Coradim, L.** 1985. Manual de manejo da Flora Fanerogâmica. Centro de pesquisas do cacau, Ilhéus-Itabuna.
- Milla, G.R.M.** 2007. Palinotaxonomia em *Wissadula* Medik e gêneros afins (Malvaceae: Malveae) no Brasil. Dissertação de mestrado. Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Nyffeler, R., Bayer, C., Alverson, W.S., Yen, A., Whitlock, B.A., Chase, M.W. & Baum, D.A.** 2005. Phylogenetic analysis of the Malvadendrina clade (Malvaceae s.l.) based on plastid DNA sequences. Organisms, Diversity & Evolution 5: 109–123.
- Pfeil, B.E., Brubaker, C.L., Craven, L.A. & Crisp, M.D.** 2002. Phylogeny of *Hibiscus* and the tribe *Hibisceae* (Malvaceae) using chloroplast DNA sequences of *ndhF* and the *rpL16* intron. Systematic Botany 27: 333–350.
- Radford, A.E., Dickison, W.C., Massey, J.R. & Bell, C.R.** 1974. *Vascular Plant Systematics*. New Harper & Row Publisher, New York, pp.1-889.
- Rizzini, C.T.** 1997. Tratado de Fitogeografia do Brasil. Âmbito Cultural Ed. Ltda., Rio de Janeiro, pp. 1-747.
- Schumann, K.** 1891. Malvaceae I. In: *Flora Brasiliensis*. C.F.P. Martius & A.W. Eichler. Leipzig, Friedrich Fleischer, pp. 253–456.

- Stafleu, F.A. & Cowan, R.S.** 1973-1988. Taxonomic Literature. Bohn, Scheltema & Holkema, Utrecht/Antwerpen., v. 1-7.
- Standley, P.C. & Steyermark, J.A.** 1949. Flora of Guatemala. Fieldiana Botany 24: 155-159.
- Stevens, W.D., Pool, A. & Montiel, O.M.** 2001. Flora de Nicaragua. Monographs Systematic Botany, Missouri Botanical Garden Press, St. Louis, v. 85, pp. 1-2666.
- Steyermark, J.A., Berry, P.E., Yatskievych, K. & Holst, B.K.** 2001. Flora of the Venezuelan Guayana. Liliaceae-Myrsinaceae. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis, v. 6, pp. 186-219.
- Thiers, B.** Index herbariorum: a global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Disponível em <http://sciweb.nybg.org/cscience2/IndexHerbariorium.asp> (acesso em XII-2014).

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida. A todos os curadores dos herbários. Ao programa de pós-graduação do Instituto de Botânica pela concessão de verba PROAP. Ao Victor Martins Gonzalez pela coleta de espécimes de *Gaya*.

Lista de coletores

Agra, M.F.: 2702 (4), 2912 (4), 3132 (4);
Aguiar, C.M.L.: 114 (4); **Aguiar, L.:** CTES 41585 (12); **Albuquerque, U.P.:** 203 (4); **Aloisi, J.:** IAC 4603 (12); **Alves, L.J.:** 85 (4); **Amorim, B.S.:** 255 (4), 273 (4), 288 (4); **Anderson, W.R.:** 9015 (4), 9135 (4), 37127 (4); **Araújo, D.:** 1224 (4); **Araújo, F.:** 157 (4); **Arbo, M.M.:** 5226 (4), 5350 (4), 5966 (12), 7341 (4), 7473 (11); **Baitello, J.B.:** 1980 (4); **Baracho, G.S.:** 25 (4), 40 (4), 78 (4); **Bastos, E.:** 503 (8); **Bernacci, L.C.:** 720 (4); **Black, G.A.:** 49-7999 (13); **Bovini, M.G.:** 2398 (4); **Brandão, M.:** 10582 (4), 1064 (4), 11390 (8), 11189 (8), 11891 (4), 19110 (12), 21623 (4), 22349 (12), 22357 (12), 23677 (12), 29660 (12), 321623 (4); **Braga, J.M.A.:** 4243 (7); **Buendia, L.:** 313 (4), 465 (4); **Buttura:** 134 (6); **Campelo, C.R.:** 614 (5), 820 (5); **Carvalho, A.M.:** 1942 (4); **Carvalho, F.J.:** 425 (12); **Carvalho-Sobrinho, J.G.:** 2220 (4); **Carvalho, P.D.:** 468 (4), 469 (9); **Castro, R.M.:** 1210 (6); **Charpin, A.:** 21633 (2); **Coleman, J.L.:** 676 (8); **Conceição, A.S.:** 496 (9); **Costa, A.L.:** ALCB 20117, (4), ALCB 02464 (11), ALCB 02468 (11), VIES 7999 (11); **Costa, F.C.R.:** HTSA 1889 (1), HTSA 5048 (1); **Costa, L.V.:** 211 (4); **Costa, M.B.:** 2160 (4); **Dantas, J.:** 10 (11); **Dias, A.T.G.:** 36 (13); **Dias, C.T.V.:** C83 (11); **Dias-Melo, R.:** 636 (13); **Duarte, A.P.:** 7495 (6), 1329 (7), 10827A (8); **Duarte, M.C.:** 119 (4); **Duarte, P.:** 10827 (12); **Elenir:** RB 244272 (5); **Esteves, G.L.:** 2369 (4); **Fagundes, M.:** EPABA 9136 (3); **Farney, C.:** 4679 (5); **Fernandes:** 12505 (4); **Ferrari, J.M.:** 677 (8); **Ferraz, N.M.S.:** 04 (11); **Ferrucci, M.S.:** 1028 (4); **Fisher, H.:** IAC 19897 (12); **Fiúza de Mello, M.M.R.:** 342 (6); **Flores, T.B.:** 771(13); **Fonseca, M.R.:** 1326 (11); **Fotius:** 3861 (11) 4031 (11); **Fryxell, P.A.:** 4380 (4); **Fuertes, A.:** 1478 (10); **Furlan, A.:** CFCR 290 (3); **Gavinales, M.L.:** 401(12); **Gibbs, P.E.:** 1930 (8); **Giulietti, A.M.:** 1590 (9), 2438 (4), 2460 (11); **Gonzalez, V.M.:** 110 (8), 128 (5); **Gonçalves, C.R.:** 4003 (4); **Gregory, W.C.:** 10489 (8); **Grotta, A.S.:** ESA 39900 (12), HUEFS 32127(12), 5457

(12); **Guarino, E.S.G.:** 671 (12); **Guedes, M.L.:** 2706 (4), 9863 (3), 10811 (4), 14178 (3), 15728 (4), 1786 (11); **Guillaumon, J.R.:** SP 378332 (4); **Hambleton, E.J.:** SP 36660 (8), SP 36662 (12); **Harley, R.M.:** 19102 (14), 21441 (1), 23014 (3), 50469 (1), 54661 (6), 54849 (9), 5952 (3), 117799 (9); **Hastchbach, G.:** 15785 (6), 27844 (4), 24627 (8); 31469 (4), 44160 (1), 48137 (4), 46382 (9), 4842 (9); 50075 (9), 54561(6), 54934 (12), 55599 (9), 56495 (12), 61890 (4), 64959 (4), 65073 (4), 65116 (4), 77795 (4), 71259 (1); **Henz:** CTES 36080 (12); **Heringer, E.P.:** 231 (4), 544 (4), 800 (4), HB 32131 (4), 3834 (6), 11114 (8); **Hind, D.J.N.:** 50447 (4); **Hoehne, F.C.:** 3002 (10), SP 461 (12), SP 29728 (8); **Houk, W.G.:** IAC 536 (12); **Irwin, H.S.:** 32346 (3); **Jardim, J.G.:** 3227 (4); **Jesus, E.M.:** 557 (10), 600 (10); **Jesus, N.G.:** 854 (4); **Joly, A.B.:** 491(12); **Keller, H.:** 921(6); **Kita, K.K.:** 1116 (4); **Kliger, O.:** IAC 3466 (8); **Krane, W.M.:** 734 (4), 755 (4); **Krapovickas, A.:** 9029 (6), 9261 (10), 10020 (2), 10074 (4), 10078 (9), 10090 (4), 11391 (6), 12772 (4), 12835 (4), 12898

(11), 12937 (1), 12783 (2), 15756 (6), 23986 (11), 29990 (1), 30980 (6), 32433 (2), 33138 (8), 34444 (10), 34458 (10), 36672 (2), 37903 (4), 38009 (4), 38806 (4), 38635 (4), 38799 (11), 42211 (6), 42896 (12); **Kuhlmann, J.G.:** RB 25191 (5); **Kuhlmann, M.:** 491 (12); **Laureana, E.:** 472 (4); **Leitão, H.F.:** 1803 (8); **Lima, A.:** 54 -1976 (1); **Lima, A.S.:** IAC 23988(8); **Lobato, L.C.B.:** 3316 (13), 3937 (13); **Macedo, A.:** RB 66356 (6); **Macedo, J.:** 1603 (8); **Macedo, J.F.:** 3620 (12); **Machado R.F.:** 12 (4), 100 (11), 117 (4), 160 (1), 161 (11), 300 (11), 301 (11), 316 (11); **Mambreu, E.:** 115 (8); **Mangabeira, M.O.:** 1950 (1); **Mangalhães, M.:** 3275 (8); **Martens, L.A.:** 446 (8); **Mata, M.F.:** 14809 (7); **Mattos, S.L.A:** 267 (4); **Melo, E.:** 3376 (3), 4425 (4), 6303 (4), 6952 (4), 7423 (4), 7554 (4), 9650 (3); **Mello, P.H.A.:** 313 (6), 1173 (6); **Mello-Silva, R.:** 767 (4); **Melo Filho, L.E.:** 1221 (5); **Mendes, M.S.:** 485 (4); **Mendonça, F.:** ALCB 02469 (4); **Mereles:** 6328 (2), 6346 (2); **Michel, R.:** 4596 (6); **Montes, J.E.:** 1912 (12), 2195 (11), 2350 (11), 9781 (12);

Morig, S.A.: RB 334087(5); **Neffa, S.:** 1750 (2); **Noblick, L.R.:** 2722 (4); **Nunes, E.:** 12378 (4); **Oliveira, E.:** 1783 (13); **Oliveira, E.L.P.G.:** 508 (4), **Oliveira Filho, L.C.:** 117 (9); **Oliveira, M.:** 4378 (4); **Oliveira, R.P.:** 441 (4); **Oliveira, U.R.:** 10 (11); **Orlandi, A.R.P.:** 486 (4), 509 (4); **Pagano, S.N.:** 139 (6); **Pastore, J.F.B.:** 2064 (3); **Paula, J.E.:** 921 (13), 1092 (13); **Paula-Souza, J.:** 4787 (3), 5034 (4); **Pedersen, T.M.:** 11525 (6); **Pedreira, E.M.:** 08 (4); **Pereira, E.:** 33 (5); **Pinto, G.:** ALCB 02466 (11); **Pinto, G.C.P.:** 57/86 (14), 75/85 (4), 124/84 (4), 42366 (4); **Pirani, J.R.:** 3739 (6); **Pires, J.M.:** 58024 (8); **Plowman, T.:** 12732 (7); **Pott, A.:** 2646 (10), 6999 (2); **Pott, V.J.:** 5502 (10); **Pscheidt, A.C.:** 158 (4); **Queiroz, L.P.:** 107 (4); 4260 (3), 4770 (1), 3297 (3), 5752 (1), 5909 (1), 13297 (3); **Rambo, B.:** 40781 (12), 42610 (12), 43258 (12), 44274 (12); **Ramela, L.:** 2450 (2); **Ramirez, N.:** 5156 (4), 5182 (4); **Reis, R.:** 85 (4); **Ribas, O.S.:** 5700 (4); **Rizinni, C.T.:** 1537 (9); **Rodrigues, I.A.:** 228 (8); **Rojas, T.:** 13899(10); **Roque, A.A.:** 807 (4), 872 (4);

Rozza, A.: 178 (12); **Sá, K.L.V.R.:** 364 (12); **Salgado, O.A.:** 334 (4); **Salviani, E.R.:** 945 (8); **Santos, L.B.:** 292 (6); **Santos, T.S.:** 2483 (4); **Santoro, J.:** IAC 591,(8) SP 266283(8); **Saturnino, H.:** 919 (4), 1283 (4), 1621 (4), 1665 (4); **Schereiner:** 1890 (4); **Schulz, A.G.:** 5273 (5); **Schinini, A.:** 4434 (6); **Schwarz, G.J.:** 7357 (6); **Schwindt, E.:** 2260 (12), 4662 (12); **Segadas-Vianna, F.:** 1336 (5), 1340 (5), 1421 (5); **Silva, F.B.L.:** 134 (3); **Silva, J.G.:** 599 (6); **Silva, J.M.:** 4999 (10), 5624 (6); **Silva, M.:** 02 (4); **Silva, M.F.F.:** 280 (13); **Silva, M.P.:** 18 (4), **Silvia, R.A.:** 1560 (4); **Silva, T.A.D.:** 2335 (1), 3589 (1); **Silva, T.R.S.:** 149 (1); **Siqueira Filho, J.A.:** 695 (7); **Souza, F.:** 112 (4); **Souza-Lima, F.:** 112 (8); **Souza, H.F.:** 48 (4); **Souza, H.J.R.:** 53 (13); **Souza, R.F.:** 12816 (4); **Souza, V.C.:** 20855 (4), 28130 (6); **Sugimori, M.H.:** IAC 21519 (12); **Stannard, B.:** 51577 (9); **Steyermark, J.A.:** 113994 (4); **Takeuchi, C.:** 81 (4), 82 (4), 84 (4), 89 (4), 99 (4), 100 (4), 102 (6), 103 (6), 108 (12), 123 (5), 125 (5), 126 (5), 129 (4), 130 (3), 132 (11), 131 (3), 137 (10),

143 (7), 144 (14); 145 (11); **Tameirão**
Neto, E.: 479 (8), 2262 (4); **Tomaselli, F.:**
FUEL 29640 (4); **Trujillo, B.:** 7995 (6);
Ule, E.: R 114481 (5); **UMR:** 434 (10);
Valeriano, A.: ALCB 02467 (11), VIES
8000 (11); **Van Den Berg, C.:** 960 (4);

.

Verde, L.: 2210 (7); **Viegas, A.P.:** IAC
8198 (12), IAN 37453 (12), SP 69485(12);
Wanderley, M.G.L.: 1646 (4); **Whitcomb,**
W.H.: 13 (6); **Wingfield, R.:** 6275 (4);
Xavier, L.: UFP 548 (4)



Gaya xiquexiquensis (Malvaceae,
Malvoideae), a new species from Bahia
state, Brazil

Artigo publicado no periódico Phytotaxa



***Gaya xiquexiquensis* (Malvaceae, Malvoideae), a new species from Bahia state, Brazil**

¹CÁTIA TAKEUCHI & ²GERLENI LOPES ESTEVES

¹Instituto de Botânica postgraduate program, Secretaria do Meio Ambiente, Cx. Postal 3005, 01061-970, São Paulo, SP, Brazil. Email: catiatatak@gmail.com

²Instituto de Botânica, Secretaria do Meio Ambiente, Cx. Postal 3005, 01061-970, São Paulo, SP, Brazil. Email: gerleniibot@yahoo.com.br

Abstract

Gaya xiquexiquensis is a new species from the state of Bahia, Brazil. This species is known only from the municipality of Xique-Xique, growing in the Caatinga biome of the Brazilian semi-arid region. *Gaya xiquexiquensis* is morphologically similar to *Gaya aurea* A. St.-Hil. We here in present its morphological description, illustrations, as well as ecological data and conservation status.

Key words: Caatinga biome, northeastern Brazil, taxonomy, Xique-Xique

Introduction

Gaya Kunth is a genus in Malvaceae (Malvoideae: Malveae) characterized mainly by having somewhat inflated and pendulous schizocarpic fruits, uniovulate carpels and a unique endoglossum (Hochreutiner 1917), which is a protusion into the mericarp that encircles the solitary seed and is dispersed with the mericarp (Fryxell 1988, 1997). In *Gaya*, this structure is sometimes vestigial, and is absent in *Gaya monosperma* (Schum.) Krapov. and *G. meridensis* Krapov. (Fryxell 1988, 1997; Krapovickas 1996).

The genus comprises 39 Neotropical species, with the greatest diversity in Brazil (13) and Peru (8). The eight species endemic to Brazil (Esteves 2014) are mainly distributed in the northeastern and southeastern regions. Most Brazilian *Gaya* species occur in the Caatinga and Cerrado, generally in disturbed areas.

As part of an ongoing taxonomic and phylogenetic study of *Gaya* in Brazil by the first author, material not conforming to any currently described species was discovered. Based on morphological studies of dried and living specimens from herbaria, along with living material in the field, we describe and illustrate a new species from Xique-Xique municipality (Bahia), which grows in the Caatinga biome.

Taxonomy

Gaya xiquexiquensis C. Takeuchi & G. L. Esteves, *sp. nov.*

Type:—BRAZIL. Bahia: Município de Xique-Xique, Lagoa Itaparica, 24 March 2014, C. Takeuchi 144 (holotype SP, isotype HUEFS). Figs. 1A–G, 2A–G

Affinis *Gaya aurea* A. Saint Hil. indumento velutino trichomabitus stellatis et glandularis, laminis foliaribus ovatis ad oblongas et calyce nervis centralibus prominentibus munitis, sed laminis apicibus generaliter obtusis ad rotundatos, fructibus 10–13 mericarpiis, endoglossum glabrum et vestigiali differt.

Subshrubs 0.4–2.5 m tall. Plants with yellowish indumentum, the trichomes stellate, usually glandular, branches velutinous. Stipules 3 mm long, filiform; petioles 0.3–1 cm long; leaf blades 1.2–3 × 0.3–2.1 cm, discolorous, chartaceous, entire, lanceolate, ovate to oblong, base cordate, apex obtuse, rounded or acute, margin serrate, abaxial

surface velutinous, adaxial surface puberulent, palmate with 7–9 basal nerves. Flowers solitary, epicalyx absent, calyx lobes 0.7–1.1 cm long, cupuliform, externally velutinous, central nerves ribbed, basal portion rounded, 5-lobed, lobes ovate, apex caudate; petals 1.5–1.8 cm long, yellowish, apex emarginate and apical margin dentate; stamens numerous, yellow; staminal tube glabrous, yellow; styles as many as carpels (10–13), ovary uni-ovulate. Schizocarp 4–7 × 7–8 mm, erect when mature and pendulous when immature, globose, partially enclosed in the calyx; mericarps as many as styles, muticous, generally wider at the base than the apex, dorsal side with glandular trichomes, endoglossum vestigial, glabrous, constriction on ventral or basal margin, 1-seeded; seed 2 × 2 mm, trigonous, trichomes stellate and bi-radiate.

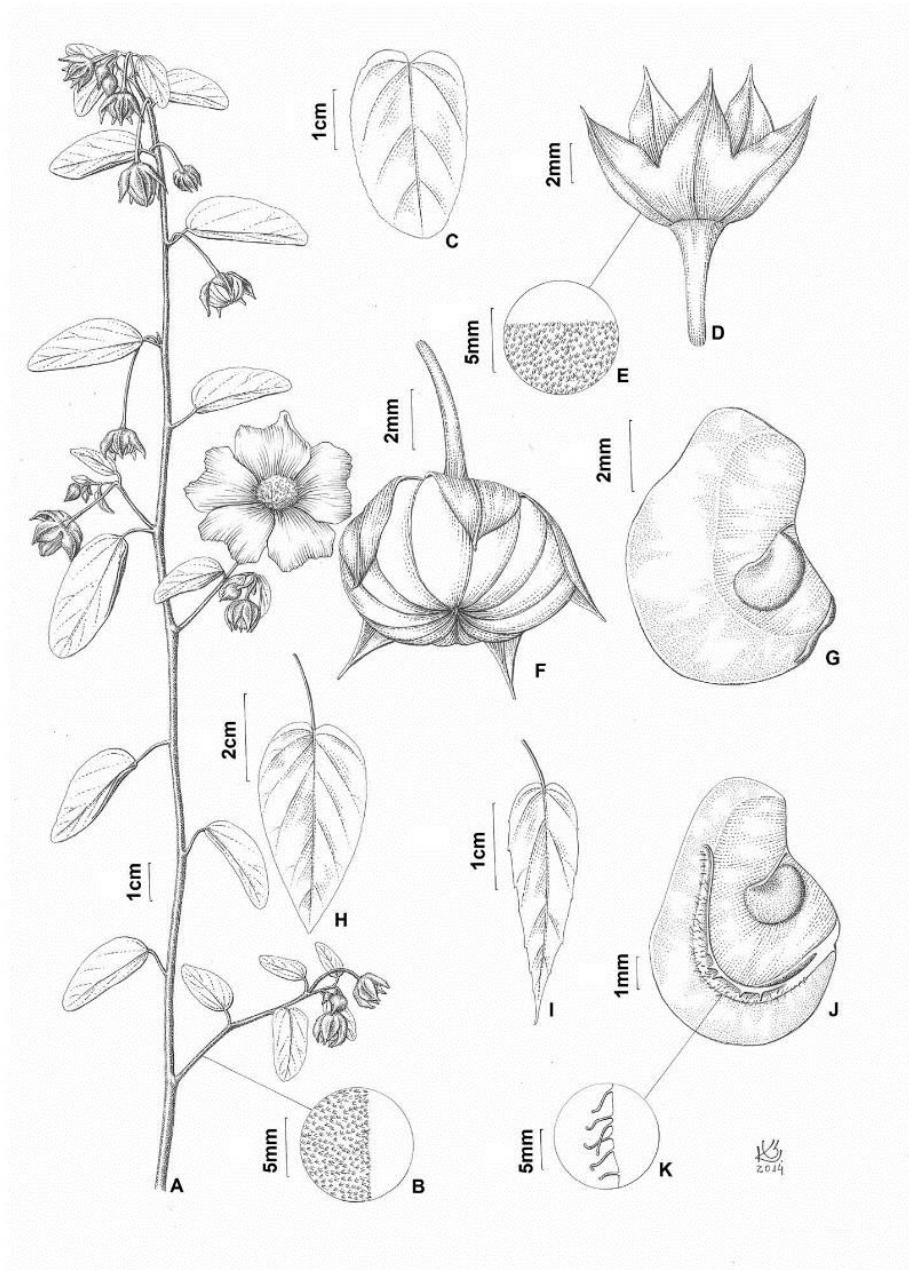


FIGURE 1. A–G) *Gaya xiquexiquensis*. A) Branch with flowers and fruits; B) Branch indumentum; C) Leaf blade; D) Calyx; E) Calyx indumentum; F) Fruit; G) Mericarp, showing the internal face with seed and endoglossum (e). H–K) *Gaya aurea*. H–I) Leaf blade; J) Mericarp, showing the internal face with seed and endoglossum (e). K) Endoglossum indumentum.

Distribution, Habitat and Ecology—Known only from Xique-Xique, Bahia. It grows in the Caatinga biome on riverbanks, lakefront and roadsides.

Etymology—The epithet recognizes the type locality, the municipality of Xique-Xique.

Conservation status—According to IUCN criteria, *G. xiquexiquensis* should be included in the endangered category (EN) due to the existence of only a single known locality.



FIGURE 2. A–G) *Gaya xiquexiquensis*. A) Habitat. B) Habit. C) Branch with leaves. D) Leaf blade. E) Flower. F) Branch with immature fruit. G) Mature fruit showing the seeds.

Additional specimens examined—BRAZIL. **Bahia:** Município de Xique-Xique, margem do Rio Verde, 10 June 1986, *G.C.P. Pinto 57/86* (CTES, HUEFS, HRB, RB); Lagoa Itaparica, 26 February 1977, *R.M. Harley 19102* (CTES).

The new species described in this study is similar to *Gaya aurea* due to its velutinous indumentum consisting of stellate trichomes, calyx with ribbed nerves and lobes with caudate apex. However, *Gaya xiquexiquensis* differs from *G. aurea* mainly due to leaf blades with generally rounded or obtuse apices (Fig. 2D), 10–13 mericarps per fruit and a glabrous and vestigial endoglossum (Fig. 1A–G). *Gaya aurea* has leaf blades with generally acute to attenuate apices, 15–19 mericarps per fruit and a developed endoglossum with glandular trichomes (Fig. 1H–K).

Gaya aurea is known from both Pernambuco and Bahia states, in localities near Xique-Xique, occurring in the Caatinga, often on riverbanks. Probably because of these reasons, the specimen *G.C.P. Pinto 57/86* was labeled in herbaria and cited in Krapovickas (1996) as *G. aurea*.

Acknowledgements

The authors wish to thank CAPES as well as Instituto de Botânica postgraduate committee for their financial support. We are grateful to Mr. Klei R. de Sousa for inking of the illustrations, Mr. Tarciso S. Filgueiras and Mr. O. Vieira for their linguistic help in the preparation of the manuscript, the staff and curators of the herbaria visited (CTES, HUEFS, HRB, RB), and also anonymous reviewers who assisted in the proofreading of the manuscript.

References

- Esteves, G.L. (2014) *Gaya. Lista de Espécies da Flora do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Available: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/listaBrasil> (accessed 1 June 2014).
- Fryxell, P.A. (1988) *Malvaceae of Mexico*. Systematic Botany Monographs. The American Society of Plants Taxonomist. Ann Arbor, Michigan, 1–522.
<http://dx.doi.org/10.2307/25027717>
- Fryxell, P.A. (1997) The American genera of Malvaceae—II. *Brittonia* 49(2): 204–269.
<http://dx.doi.org/10.2307/2807683>
- Hochreutiner, B.P.G. (1917) *Organes carpiques nouveaux ou méconnus chez les Malvacées*. Annuaire du Conservatoire & du Jardin Botaniques de Genève 20: 141–142.
- IUCN (2001). IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, ii + 30pp.
- Krapovickas, A. (1996) Sinopsis del género *Gaya*. *Bonplandia* 9 (1–2): 57–87.
- Schumann, K. (1891) Malvaceae I. In: Martius, C.F.P. & Eichler, A.W.(Eds.) *Flora Brasiliensis*. Leipzig: Friedrich Fleischer, pp. 253–456.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise filogenética aqui apresentada constitui uma importante contribuição para o conhecimento de *Gaya* e de suas afinidades na tribo Malveae. Além de *Herissantia* (3 spp.), foram amostradas, pela primeira vez, 27 espécies de sete gêneros da tribo Malveae. O monofiletismo de *Gaya* e sua relação como grupo irmão de *Herissantia* foram confirmados nas análises individuais de todos os marcadores e teve alto suporte na análise combinada.

Foram detectados vários caracteres morfológicos que corroboraram as evidências filogenéticas. O mapeamento de caracteres morfológicos foi fundamental para as discussões, ressaltando que este tipo de abordagem foi apresentado anteriormente apenas duas vezes nos estudos moleculares da tribo Malveae.

Foi realizado um minucioso estudo morfológico das estruturas vegetativas e reprodutivas de todas as espécies de *Gaya* e de todos os representantes amostrados da tribo Malveae, com base em materiais herborizados e no trabalho de campo. A partir deste estudo foi possível detectar caracteres relacionados à dispersão das sementes, pouco explorados na literatura taxonômica da tribo Malveae, possibilitando a descoberta de sinapomorfias morfológicas que sustentaram o monofiletismo de *Gaya*: tipo de deiscência e a localização de uma constrição no mericarpo que coincide com limite de deiscência, a última discutida aqui ineditamente.

Além disso, foi possível constatar que as espécies de *Gaya* compartilham a posição das flores e dos frutos nas diferentes fases de desenvolvimento até a dispersão das sementes, o que pode ser observado tanto no campo como nos materiais herborizados. Este caractere não foi descrito ou observado em outros gêneros da tribo Malveae e pode, quando melhor investigado, constituir mais uma sinapomorfia de *Gaya*.

O presente estudo também enfatiza, pela primeira vez, a importância do local de origem da endoglossa no mericarpo que somente em *Gaya*, se apresenta no seu estado vestigial ou

altamente desenvolvida, localizada no lado ventral, apontado para a hipótese de que possa ter, em todas as espécies, a mesma origem ontogenética.

Adicionalmente foi constatada a importância do tipo de borda do nectário da base interna do cálice, caráter que também foi pouco estudado na tribo Malveae. Os resultados sugerem que este caráter deve ser melhor investigado em outras espécies, já que foi verificada homogeneidade entre os gêneros amostrados. Além disso, o clado *Gaya* + *Herissantia* foi sustentado pela sinapomorfia do nectário pentalobado com lobos triangulares.

Quanto às relações de *Gaya* com os demais gêneros amostrados, sinapomorfias morfológicas não foram encontradas, sendo verificado alto índice de caracteres homoplásicos, sobretudo daqueles tradicionalmente utilizados na delimitação dos gêneros da tribo Malveae. Nesse contexto, somente o tipo de deiscência do mericarpo, caráter negligenciado nos estudos taxonômicos, corroborou a topologia geral, uma vez que mericarpos indeiscentes surgiram nos gêneros mais basais e mericarpos com deiscência dorsal e ventral nos gêneros mais derivados.

No que se refere às relações entre os gêneros amostrados (excluindo *Gaya* e *Herissantia*) foram identificadas as seguintes sinapomorfias morfológicas: columela com expansão basal para *Cristaria* + *Lecanophora*, mericarpos com nervuras costadas para *Hochreutinera* + *Briquetia* e mericarpos com aristas basais para a relação entre *Hochreutinera hassleriana* e *Briquetia denudata*.

Outras evidências importantes compreendem a constatação do parafiletismo de *Briquetia* e a confirmação do parafiletismo de *Abutilon* e do monofiletismo de *Callianthe*, sendo que as duas últimas evidências foram apontadas por Donnel *et al.* (2012) com base apenas em sequências de ITS.

Na presente análise, o posicionamento de *Abutilon itatiaie* com espécies de *Callianthe* não foi concordante com a circunscrição de *Callianthe* e *Abutilon* evidenciada no estudo de Donnel *et al.* (2012). *Abutilon itatiaie* apresenta caracteres típicos de *Abutilon* s.s. Além disso, não possui a sinapomorfia das pétalas com nervuras proeminentes de *Callianthe*, detectada por Donnel *et al.* (2012).

Quanto aos padrões de evolução dos caracteres mapeados, foi constatado que os mericarpos uniseminados, indeiscentes, com projeções apicais e nervuras conspícuas nas faces

laterais, bem como o nectário da base interna do cálice com borda lisa são plesiomórficos para a tribo Malveae. *Gaya* e *Herissantia* reuniram o maior número de caracteres derivados para a tribo: mericarpos múticos, com nervuras inconspícuas nas faces laterais, deiscentes no lado dorsal e ventral e nectário da base interna do cálice lobado, com lobos triangulares.

As principais lacunas relacionadas ao estudo filogenético se devem ao insucesso na obtenção de sequências das espécies de *Gaya* com distribuição extra brasileira e à falta de permissão para a retirada de fragmentos de materiais recentemente coletados, sobretudo dos acervos dos herbários da América Latina (Peru, Colômbia e Bolívia). Além disso, as relações internas de *Gaya* não puderam ser discutidas, em função das incongruências evidenciadas e das afinidades pobremente resolvidas nas análises de Máxima Parcimônia.

No que diz respeito ao tratamento taxonômico aqui apresentando, foi registrada a ocorrência de 14 espécies de *Gaya* no Brasil, sendo que este número representa cerca de 36% do total de espécies do gênero (39 spp.). Das espécies ocorrentes no Brasil, nove são endêmicas do país e cinco estão distribuídas em outros países da América do Sul, e destas somente *Gaya domingensis* Urb. alcança a América Central.

Quanto à distribuição geográfica (quadro a seguir), dentre as espécies que ultrapassam o território brasileiro, três são as mais amplamente distribuídas no país abrangendo as regiões Centro-Oeste, Nordeste, Sudeste e Sul: *G. domingensis*, *G. gracilipes* e *G. pilosa*. As outras duas espécies (*G. meridionalis* e *G. bordasii*) ocorrem apenas em um estado, sendo que a última foi registrada somente no município de Corumbá. Com relação às espécies endêmicas do Brasil, as mais amplamente distribuídas ocorrem em duas regiões: *G. guerkeana* (Centro-Oeste e Sudeste), *G. scopulorum* (Centro-Oeste e Norte) e *G. aurea* (Nordeste e Sudeste). As demais espécies estão distribuídas em apenas um estado, sendo que *G. dentata*, *G. grandiflora* e *G. xiquexiquensis* ocorrem em um único município.

EXTRABRASILEIRA:

<i>G. domingensis</i>	CE, RN, PB, PE, AL, SE, BA, MG, SP, PR	República Dominicana, Venezuela
<i>G. gracilipes</i>	BA, SP, RJ, MG, PR	Venezuela, Bolívia, Paraguai, Argentina
<i>G. pilosa</i>	MG, SP, DF, PR, RS	Argentina, Paraguai, Bolívia
<i>G. meridionalis</i>	MS	Bolívia e Paraguai
<i>G. bordasii</i>	MS (Corumbá)	Bolívia, Paraguai

BRASIL:

<i>G. guerkeana</i>	GO, DF, MS, MG, SP
<i>G. scopulorum</i>	PA, MT, TO
<i>G. aurea</i>	PE, BA, MG
<i>G. macrantha</i>	BA
<i>G. gaudichaudiana</i>	RJ
<i>G. monosperma</i>	BA
<i>G. dentata</i>	BA (Morro do Chapéu)
<i>G. grandiflora</i>	CE (Crato)
<i>G. xiquexiquensis</i>	BA (Xique-Xique)

Gaya foi registrado ineditamente nos Estados de Tocantins, Mato Grosso (*G. scopulorum*) e Rio Grande do Norte, Paraíba e Sergipe (*G. domingensis*). Além disso, novas ocorrências de *G. domingensis* e *G. pilosa* foram constatadas no Estado do Paraná e no Distrito Federal, dados já inseridos na Lista da Flora do Brasil (Esteves & Takeuchi 2014).

Em relação aos domínios fitogeográficos, a maior diversidade do gênero ocorre na Caatinga que abriga mais da metade das espécies, das quais cinco só foram encontradas neste domínio: *G. dentata*, *G. grandiflora*, *G. macrantha*, *G. monosperma* e *G. xiquexiquensis*. Além disso, *G. domingensis* e *G. gracilipes* ocorrem na Caatinga, mas estendem-se para o Cerrado e para Mata Atlântica, na floresta estacional semidecidual. Apenas duas espécies ocorrem exclusivamente no Cerrado e na Mata Atlântica em floresta estacional semidecidual (*G. pilosa* e *G. guerkeana*) e outras duas somente no Pantanal (*G. bordasii* e *G. meridionalis*). *Gaya gaudichaudiana* e *G. scopulorum* são endêmicas da Mata Atlântica (área de restinga) e da Amazônia, respectivamente.

As espécies que ocorrem exclusivamente no domínio da Caatinga possuem, em geral, flores grandes (1,2-4,2 cm compr.), apresentando pétalas com ou sem mancha basal vinácea, lobos do cálice, em geral, externamente com nervuras centrais proeminentes e ápice caudado a atenuado. Em contraste, as espécies que habitam a Mata Atlântica e o Cerrado possuem flores com as menores dimensões (0,4-2,3 cm compr.), pétalas com ou sem mancha basal amarela escura e lobos do cálice em geral com nervuras centrais não proeminentes e ápice acuminado.

Deve-se ressaltar que *G. bordasii* e *G. meridionalis*, que ocorrem no domínio do Pantanal, possuem flores com caracteres dos dois padrões, ao passo que *G. dentata*, encontrada no domínio da Caatinga (Bahia), mas dentro de formações de Cerrado e Campo rupestre, apresenta caracteres semelhantes aos das espécies de Cerrado.

Este tratamento taxonômico foi baseado no exame de cerca de 450 materiais, incluindo aqueles coletados durante o desenvolvimento do trabalho e aqueles depositados nos herbários brasileiros e estrangeiros, inclusive tipos e imagens. Nos herbários nacionais, constatou-se que as coleções de *Gaya* eram, em geral, pequenas ou ausentes e muitos espécimes erroneamente identificados ou indeterminados receberam novas identificações.

No programa de coleta que abrangeu 37 municípios brasileiros foram observadas no campo cerca de 64% das espécies (9 spp.), o que permitiu a documentação das plantas através de fotografias e a observação de vários caracteres morfológicos e funcionais importantes, como aqueles relacionados aos tipos de deiscência dos mericarpos e à posição das flores e dos frutos nos diferentes estágios de desenvolvimento. Deve-se destacar que raras populações foram encontradas, o que justificou a baixa representação de *Gaya* nos herbários e resultou na coleta de 20 espécimes.

As espécies foram distinguidas principalmente com base na combinação de caracteres vegetativos e reprodutivos. Entretanto destacam-se aquelas que podem ser facilmente reconhecidas por caracteres exclusivos: *G. dentata* (lâminas foliares conduplicadas, profundamente serradas quanto às suas dimensões e tricomas simples adpressos nos ramos), *G. domingensis* (pétalas creme e cálice persistente e reflexo no fruto), *G. gracilipes* (pedicelo

capilar e endoglossa com parte fibrosa com dentes truncados) e *G. guerkeana* (flores congestas que podem ser confundidas como uma inflorescência).

Dentre os caracteres vegetativos importantes para a confecção da chave analítica das espécies, destaca-se a presença ou ausência nos ramos de tricomas simples longos e patentes (1-1,5 mm compr.). Quanto à morfologia floral foram utilizados os seguintes caracteres: a presença ou não de mancha basal nas pétalas, proeminência ou não da nervura central dos lobos do cálice e o tipo de ápice, sendo estes dois últimos ineditamente explorados.

O fruto ofereceu o maior número de caracteres consistentes, destacando-se a presença ou ausência de endoglossa e o seu grau de desenvolvimento. Neste estudo, esta estrutura foi minuciosamente descrita permitindo a detecção de caracteres adicionais para separação das espécies: presença ou não de indumento e o comprimento dos dentes da parte fibrosa (denteada, longamente denteada e curtamente denteada). Outros caracteres também utilizados foram: forma e coloração do fruto, sua inclusão ou não no cálice, número de mericarpos por fruto, tipo de ápice e forma da proeminência do lado ventral do mericarpo. Destacam-se as sementes de três espécies (*G. pilosa*, *G. meridionalis* e *G. guerkeana*) que se diferenciaram por apresentarem glândulas punctiformes, em contraste com as demais espécies que possuem tricomas estrelados, às vezes simples.

No que diz respeito aos aspectos taxonômicos e nomenclaturais, este estudo corroborou Krapovickas (2012) e Dorr (2014) que propuseram a sinonimização de *Gaya ibitipocana* Krapov. em *G. pilosa* e a combinação de *Gaya sylvatica* (Cav.) Krapov. em *Abutilon*, respectivamente. Uma espécie nova para ciência foi apresentada (*G. xiquexiquensis*), conhecida até o momento apenas pelas coleções do município de Xique-Xique (Bahia).

Quanto às ilustrações, foram elaborados desenhos das principais estruturas morfológicas de todas as espécies de *Gaya* ocorrentes no Brasil, sendo que cinco delas foram ilustradas pela primeira vez (*G. aurea*, *G. gaudichaudiana*, *G. grandiflora*, *G. meridionalis* e *G. xiquexiquensis*).

Em relação ao estado de conservação, nenhuma das espécies de *Gaya* consta no Livro Vermelho da Flora do Brasil (2014). Na categoria “Vulnerável” enquadraram-se *Gaya bordasii*,

G. dentata, *G. grandiflora*, *G. macrantha*, *G. meridionalis* e *G. scopulorum*, enquanto *G. xiquexiquensis* merece atenção especial, pois foi inserida na categoria “Em Perigo”.

Deve-se ressaltar que embora o tratamento taxonômico tenha compreendido apenas as espécies que ocorrem no Brasil, foram analisadas coleções de todas as espécies de *Gaya*, incluindo materiais ou fragmentos dos tipos, para o entendimento da diversidade morfológica do gênero. Neste aspecto foi primordial a visita, por um período prolongado, ao Herbário CTES (Corrientes, Argentina), onde trabalha o professor Antônio Krapovickas autor do estudo taxonômico mais importante sobre *Gaya*.

As dificuldades taxonômicas encontradas envolveram a delimitação de algumas espécies do Brasil em relação às espécies que ocorrem em outros países: *G. bordasii* × *G. matutina* Krapov. (Paraguai), *G. meridionalis* × *G. occidentalis* (América Central) e *G. domingensis* × *G. minutiflora* (América Central). O presente trabalho contribuiu para a detecção de caracteres morfológicos diagnósticos adicionais que sustentaram a separação destas espécies.

BIBLIOGRAFIA GERAL

- Alverson, W.S., Whitlock, B.A., Nyffeler, R., Bayer, C. & Baum, D.A.** 1999. Phylogeny of the core Malvales: evidence from *ndhF* sequence data. *American Journal of Botany* 86: 1474-1486.
- Arechavaleta, J.** 1898. Flora uruguaya; enumeración y descripción breve de las plantas conocidas hasta hoy y de algunas nuevas que nacen espontaneamente y viven en la República Uruguay. Establecimiento Tipo-litográfico Oriental, Montevideo, v. 2 (2), pp. 1-129.
- Baker, E.G.** 1892. Synopsis of genera and species of Malveae. *In*: J. Britten (ed.). *Journal of Botany, British and Foreign*. West, Newman & Co, Londres, pp. 136.
- Bates, D.M.** 1968. Generic relationships in the Malvaceae, tribe Malveae. *Gentes Herbarum* 10: 117-135.
- Bates, D.M.** 1976. Chromosome number in the Malvales. III. Miscellaneous counts from the Byttneriaceae and Malvaceae. *Gentes Herbarium* 11: 143-150.
- Bates, D.M. & Blanchard Jr., O.** 1970. Chromosome numbers in the Malvales. New or otherwise noteworthy counts relevant to classification in the Malvaceae, tribe Malveae. *American Journal of Botany* 57: 927-934.
- Baum, D.A.** 1998. Biogeography and floral evolution of baobabs (*Adansonia*, Bombacaceae) as inferred from multiple data sets. *Systematic Biology* 47: 181-207.
- Baum, D.A., Smith, S.D., Yen, A., Alverson, W.A., Nyffeler, R.; Whitlock, B.A. & Oldham, R.L.** 2004. Phylogenetic relationships of Malvaceae (Bombacoideae and Malvoideae, Malvaceae sensu lato) as inferred from plastid DNA sequences. *American Journal of Botany* 91: 1863-1871.
- Bayer, C., Fay, M.F., De Bruijn, A.Y., Savolainen, V., Morton, C.M., Kubitzki, K., Alverson, W.S. & Chase, M.W.** 1999. Support for an expanded family concept of Malvaceae within circumscribed order Malvales: a combined analysis of plastid *atpB* and *rbcL* DNA sequences. *Botanical Journal of Linnean Society* 129: 267-303.

- Bayer, C. & Kubitzki, K.** 2003. Malvaceae. In: K. Kubitzki (ed.). The families and genera of vascular plants. Springer, Berlin, Germany, v. 5, pp. 225-310.
- Beentje, H.** 2010. The Kew Plant Glossary, an illustrated dictionary of plant terms. Royal Botanical Garden, Kew, pp. 1-164.
- Bentham, G. & Hooker, J.D.** 1862. *Genera plantarum ad exemplaria imprimis in herbariis kewensibus servata definita. Sistens Dicotyledonum Polypetalorum Ordines LVI: Ranunculaceas-Connaraceas. Excuderunt Spottiswoode et Soc, Londini*, vol. 1 (1), pp. 1-454.
- Bovini, M.G., Esteves, G.L, Duarte, M.C., Takeuchi, C. & Kuntz, J.** *Malvaceae*. In: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB156> (acesso em: II- 2015).
- Braga, R.** 1953. Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará. Coleção Mossoroense, Tipografia Progresso, Fortaleza, pp. 1-523.
- Bridson, G.D.R. & Smith, E.R.** 1991. *Botanico-Periodicum-Huntianum/ Supplementarum*. Hunt Institute for Botanical Documentation. Carneige Mellon University, Pittsburgh.
- Brizicky, G.K.** 1965. The genera of the Tiliaceae and Elaeocarpaceae in the Southeastern United States. *Journal of the Arnold Arboretum* 46: 286-307.
- Brummit, R.K. & Powel, C.E.** 1992. Authors of plant names. The Royal Botanic Gardens, Kew, England, pp. 1-732.
- Burnett, G.T.** 1835. Outlines of botany. Outlines of Botany, including A General History of the Vegetable Kingdom. John Churchill, Princes Street, London, v.2, pp. 814-826.
- Buzato, S., Sazima, M. & Sazima, I.** 1994. Pollination of three species of *Abutilon* (Malvaceae) intermediate between bat and hummingbird flower syndromes. *Flora* 189: 327-334.
- Carreras, M.E., Fuentes, E., Martinat, J.E. & Carbone, L.M.** 2012. Reconhecimento de diásporas de Malveae (Malvaceae) en muestras de suelos de zonas serranas (Sierras Chicas, Córdoba, Argentina) afectadas por incêndios. *Rodriguesia* 63: 501-512.
- Christensen, P.B.** 1986. Pollen morphological studies in the Malvaceae. *Grana* 25: 95-117.

- Coleman, J.R.** 1982. Chromosome numbers of Angiosperm collected in the state of São Paulo. *Revista Brasileira de Genética* 5: 533-549.
- Cronquist, A.** 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press, New York, pp. 1-1262.
- Cuadrado, G.A.** 2006. Malvaceae. Tribus Gossypieae, Hibiscieae, Malveae y Malvaceae: 22 géneros 98 especies. In: S.M. Pire, L.M. Anzótegui & G.A. Cuadrado (eds.). *Flora polínica del Nordeste Argentina*. Eudene-Unne, Corrientes, v.3., pp. 99-122.
- Cuadrado, G.A. & Boilini, A.R.M.** 2006. Palinología de los géneros *Tarasa* y *Wissadula* (Malvaceae, Malveae) de Argentina. *Bonplandia* 15: 167-187.
- Darriba, D., Taboada, G.L., Doallo R & Posada, D.** 2012. jModelTest 2: more models, new heuristics and parallel computing. *Nature Methods* 9(8): 772.
- Donnell, A., Ballard Jr., H.E. & Cantino, P.D.** 2012. *Callianthe* (Malvaceae): A new Genus of Neotropical Malveae. *Systematic Botany* 37: 712-722.
- Dorr, L.J.** 2014. Monographs in systematic botany from the Missouri Botanical Garden 127: 1268.
- Edlin, H.L.** 1935. A critical revision of certain taxonomic groups of the Malvales. *The New Phytologist* 34: 122-143.
- El Naggar, S.M.** 2004. Pollen Morphology of Egyptian Malvaceae: An Assessment of Taxonomic Value. *Turkish Journal Botany* 28: 227-240.
- Erdtman, G.** 1952. Pollen morphology and plant taxonomy-Angiosperms. *Almqvist & Wiksell*, Stockholm, pp. 1-539.
- Escobar García, P., Schönswetter, P., Fuertes Aguilar, J., Nieto Feliner, G. & Schneeweiss, G.M.** 2009. Five molecular markers reveal extensive morphological homoplasy and reticulate evolution in the *Malva* alliance (Malvaceae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 50: 226-239.
- Escobar García P., Pakravan M., Schönswetter P. & Aguilar J.** (2012) Phylogenetic

- relationships in the species-rich Irano-Turanian genus *Alcea* (Malvaceae). *Taxon* 61: 324-332.
- Esteves, G.L.** Sistemática de *Pavonia*, com base nas espécies das regiões nordeste e sudeste do Brasil. Tese de doutorado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.
- Esteves, G.L.** 2010. Checklist. Flora de Alagoas: Angiosperma. In: R.P. Lyra-Lemos & M.C.S. Mota (eds.). Instituto do Meio Ambiente de Alagoas, Maceió, pp.61-63.
- Esteves, G.L., Duarte, M.C. & Takeuchi, C.** 2014. Sinopse de *Hibiscus* L. (Malvoideae, Malvaceae) do Estado de São Paulo: espécies nativas e cultivadas ornamentais 41: 529-539.
- Esteves, G.L. & Krapovickas, A.** 2002. New species of *Abutilon* (Malvaceae) from São Paulo State, Brazil. *Kew Bull.* 57: 479-482.
- Esteves, G.L. & Takeuchi, C.** 2014. *Gaya*. In: Lista das Espécies da Flora do Brasil. Disponível em <http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB9056> (acesso em: IX-2014).
- Farris, J.S., Källersjö, M., Kluge, A.G. & Bult, C.** 1994. Testing significance of incongruence. *Cladistics* 10: 315-319.
- Fernandez, A.** 1974. Recuentos cromosomicos en Malvaceas. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 15: 40-410.
- Fernández, A.** 1981. Recuentos cromossomicos en Malvales. *Bonplandia* 10: 63-71.
- Fernández, A., Krapovickas, A., Lavi A.G. & Seijo, G.** 2003. Cromosomas de Malváceas. *Bonplandia* 12(1-4): 141-145.
- Foster, R.C.** 1958. A catalogue of the ferns and flowering plants of Bolivia. Contributions from the Gray Herbarium of Harvard University 184: 1-223.
- Fries, R.E.** 1906. Zur Kenntnis der Phanerogamenflora der Grenz-gebiete zwischen Bolivien und Argentinien. *Arkiv för Botanik. Utgivet av K. Svenska Vetenskapsakademien* 6(2): 10-11.
- Fryxell, 1975.** *Batesimalva* y *Maximalva*: dos géneros nuevos de malváceas mexicanas. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 35: 23-36.

- Fryxell, P.A.** 1979. Una revision del género *Pavonia* en México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 38: 7-34.
- Fryxell, P.A.** 1982. *Billieturnera* (Malvaceae), a new genus from Texas and Mexico. Sida 9: 195-200.
- Fryxell, P.A.** 1988. Malvaceae of México. Systematic Botany Monographs. The American Society of Plants Taxonomists. Ann Arbor, Michigan, v. 25, pp. 1-522.
- Fryxell, P.A.** 1991. Malvaceae. In: J.A. Steyermark, P.E. Berry, K. Yatskievych & B.K. Holst. Flora of the Venezuelan Guayana. Liliaceae-Myrsinaceae. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis, v. 6, pp. 192-193.
- Fryxell, P.A.** 1992. Malvaceae. In: G.H. Harling & L. Anderson. (eds.). Flora of Ecuador. Berlings, Arlov, n. 44, pp.36-40.
- Fryxell, P.A.** 1997a. The American genera of Malvaceae-II. Brittonia 49: 204-269.
- Fryxell, P.A.** 1997b. A revision and redefinition of *Pseudabutilon* (Malvaceae). Contribution from the University of Michigan Herbarium 21: 175-195.
- Fryxell, P.A.** 2001. Malvaceae. In: Stevens, W.D., Pool, A. & Montiel, O.M. (eds). Flora de Nicaragua. Monographs Systematic Botany, Missouri Botanical Garden Press, Saint Louis, v. 85, pp. 1-2666.
- Fuertes A. J., Fryxell, P.A. & Jansen, R.K.** 2003. Phylogenetic relationship and Classification of *Sida* generic Alliance (Malvaceae) bases on nrDNA ITS evidence. Systematic Botany 28:352-364.
- Gottsberger, G.** 1986. Some Pollination Strategies in Neotropical Savannas and Forests. Plant Systematics and Evolution 152: 29-45.
- Hanks, S. & Fryxell, P.A.** 1979. Palynological studies of *Gaya* and *Herissantia* (Malvaceae). American Journal Botany 66: 494-501.
- Hassler, E.** 1909. *Repertorium Specierum Novarum Regni Vegetabilis* 7: 72-73.

- Hochreutiner, B.P.G.** 1917a. Organes carpiques nouveaux ou méconnus chez les Malvacées. *Annuaire du Conservatoire & du Jardin Botaniques de Genève* 20: 141-142.
- Hochreutiner, B.P.G.** 1917b. Notule in Malvaceas. *In: J. Briquet (ed.). Annuaire du Conservatoire et du Jardin Botaniques de Genève, Genève Conservatoire Botanique, Genebra, v. 20, pp. 140-141.*
- Hochreutiner, B.P.G.** 1920. Notule in Malvaceas. *In: J. Briquet (ed.). Annuaire du Conservatoire et du Jardin Botaniques de Genève, Genève Conservatoire Botanique, Genebra, v. 21, pp. 450-451.*
- Huelsenbeck, J.P., Ronquist, F., Nielsen, R. & Bollback, J.P.** 2001. Bayesian inference of phylogeny and its impact on evolutionary biology. *Science* 294: 2310-2314.
- Huertas, M.L., Schneider, J.V. & Zizka, G.** 2007. Phylogenetic analysis of *Palaua* (Malvaceae, Malvoideae) based on plastid and nuclear sequences. *Systematic Botany* 32: 157-165.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** 2004. Mapa de Biomas do Brasil. Disponível em: www.ibge.gov.br (acesso em 2014).
- IUCN - International Union for Conservation of Nature.** 2001. Red List Categories and Criteria: Version 3.1. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, ii + 30pp.
- Jiménez-Reyes, M.N.** 2002. Morfología de los granos de pollen de la familia Malvaceae de Jalisco, México. III. *Hampea, Herissantia, Hibiscus, Hochreutinera, Kearnemalvastrum, Kosteletzkya*. *Boletín Ibugana* 10: 37-59.
- Jiménez-Reyes, M.N.** 2003. Morfología de los granos de pollen de la familia Malvaceae de Jalisco, México. IV. *Malachra, Malva, Malvastrum, Malvaviscus, Malvella, Modiola, Neobrettonia y Pavonia*. *Boletín Ibugana* 11: 17-42.

- Judd, W.S., Campbell, C.S., Kellogg, E.A. & Stevens, P.F.** 1999. Plant Systematics. A phylogenetic approach. Sinauer Associates, Inc. Publishers Sunderland, Massachusetts, pp. 405-408.
- Judd, W.S. & Manchester, S.R.** 1997. Circumscription of Malvaceae (Malvales) as determined by a preliminary cladistic analysis of morphological, anatomical, palynological, and chemical characters. *Brittonia* 49: 384- 405.
- Kearney, T.H.** 1951. The American genera of Malvaceae. *The American Midland Naturalist* 46: 93-131.
- Krapovickas, A.** 1957. Números cromossómicos de Malvaceas americanas de la tribu Malvaceae. *Revista Agronomica Nordeste Argentino* 2: 245-260.
- Krapovickas, A.** 1967. Notas Citotaxonomicas sobre Malveae. *Kurtziana* 4: 29-37.
- Krapovickas, A.** 1970. Dos gêneros nuevos de Malváceas: *Dirhamphis* y *Hochreutinera*, com notas afines *Briquetia* y *Neobrittonia*. *Darwiniana* 16: 219-232.
- Krapovickas, A.** 1996. Sinopsis del genero *Gaya*. *Bonplandia* 9: 57-87.
- Krapovickas, A.** 1999. Malvaceae. In: Zuloaga, F.O. & Morrone, O. (eds.). *Catálogo de las Plantas Vasculares de La Argentina*. Saint Louis, The Missouri Botanical Garden, vol. 2, p. 813-844.
- Krapovickas, A.** 2006. Novedades sudamericanas en *Acaulimalva* y *Gaya* (Malvaceae, Malveae). *Bonplandia* 15: 103-112.
- Krapovickas, A.** 2008. Nuevas espécies de Malvaceae. *Bonplandia* 17: 35-45.
- Krapovickas, A.** 2012. Novedades en el género *Gaya* (Malvaceae). *Bonplandia* 21: 71-76.
- Krapovickas, A., Tressens, S.G. & Fernández, A.** 1974. *Gaya elinguata*, nueva especie de Malvaceae de Brasil. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 16: 97-99.
- Krapovickas, A. & Tolaba, J.** 2008. Malvaceae. Flora del valle de Lerma. *Aportes Botánicos de Salta* 8: 1-136.
- Kunth, C.S.** 1821. Malvaceae. In: F.W.H.A. Von Humboldt & A.J.A. Bonpland (eds.). *Nova genera et species plantarum*. Chez N. Maze, Paris, v. 6, pp. 266-270.

- La Ducke, J.C. & Doebley, J.** 1995. A chloroplast DNA based Phylogeny of the Malvaceae. *Systematic Botany* 20: 259-271.
- Lorenzi, H.** 2002a. Árvores brasileiras. Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Plantarum, Nova Odessa, v. 1, pp 1-368.
- Lorenzi, H.** 2002b. Árvores brasileiras. Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Plantarum, Nova Odessa, v. 2, pp 1-352.
- Macbride, J.F.** 1956. Flora of Peru. Field Museum of Natural History, Botanical Series 8 (2): 490-505.
- Maddison, W.P. & Maddison, D.R.** 2009. Mesquite: A modular System for Evolucionary Analysis. Version 2.72. Disponível em: <http://mesquitemproject.org> (acesso em X. 2014).
- Martinez, F.S.** 1982. Morfologia polinica de algumas Malvaceas mexicanas. Instituto Nacional de Antropologia e Historia, Centro Regional del Sureste, Coleccion Cientifica, México, pp. 1-68.
- Mcneill, J., Barrie, F.R., Buck, W.R., Demoulin V., Greuter, W., Hawksworth, D.L., Prud'Homme van Reine, Smith, G.F. & Wirsema, J.H.** 2013. Código Internacional de Nomenclatura para algas, fungos e plantas (Código de Melbourne). Instituto de Botânica, São Paulo, pp. 1-208.
- Metcalfe, C.R. & Chalk, L.** 1979. Anatomy of the Dicotyledons. Claredon Press, Oxford, 276p.
- Milla, G.R.M.** 2007. Palinotaxonomia em *Wissadula* Medik e gêneros afins (Malvaceae: Malveae) no Brasil. Dissertação de mestrado. Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Molina, A.R.** 1975. Malvaceae. *In*: Enumeracion de las Plantas de Honduras. H.I. Galo (eds.). Ceiba 19:1-118.
- Mori, S., Silva, L.A.M.; Lisboa & G. Coradim, L.** 1985. Manual de manejo da Flora Fanerogâmica. Centro de pesquisas do cacau, Ilhéus-Itabuna.
- Nyffeler, R., Bayer, C., Alverson, W.S., Yen, A., Whitlock, B.A., Chase, M.W. & Baum, D.A.** 2005. Phylogenetic analysis of the Malvadendrina clade (Malvaceae *s.l.*) based on plastid DNA sequences. *Organisms, Diversity & Evolution* 5: 109-123.

- Pfeil, B.E., Brubaker, C.L., Craven, L.A. & Crisp, M.D.** 2002. Phylogeny of *Hibiscus* and the tribe *Hibisceae* (Malvaceae) using chloroplast DNA sequences of *ndhF* and the *rpl16* intron. *Systematic Botany* 27: 333-350.
- Pio Corrêa, M.** 1926-1931. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Imprensa Nacional, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Radford, A.E., Dickison, W.C., Massey, J.R. & Bell, C.R.** 1974. *Vascular Plant Systematics*. New Harper & Row Publisher, New York, pp.1-889.
- Rizzini, C.T.** 1997. *Tratado de Fitogeografia do Brasil*. Âmbito Cultural Ed. Ltda., Rio de Janeiro, pp. 1-747.
- Rodrigues, J.B.** 1907. *Contributions du Jardin Botanique de Rio de Janeiro* 4: 124–125.
- Ronquist, F. & Huelsenbeck, J.P.** 2003. MrBayes version 3.0: Bayesian phylogenetic inference under mixed models. *Bioinformatics* 19: 1572-1574.
- Rose, J.N.** 1895. *Contributions from the United States National Herbarium* 1: 305.
- Rusby, H.H.** 1920. *Descriptions of Three Hundred New Species of South American Plants*: 55.
- Ruschi, A.** 1949. A polinização realizada pelas trochilídeas, a sua área de alimentação e repovoamento. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão* 2: 1-49.
- Saba, M.D.** 2007 *Morfologia polínica de Malvaceae s.l.: implicações taxonômicas e filogenéticas*. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, Bahia. 189p.
- Saint-Hilare, A.** 1827. *Flora Brasiliae Meridionalis*. Bibliopolam, Paris, v. 1, n. 14, pp. 191-193.
- Sazima, M.** 1981. Polinização por beija-flores em duas espécies de *Pavonia* (Malvaceae) na Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 41 (4): 733-737.
- Schneider, J.V.** 2013. The Peruvian species of *Cristaria* (Malveae, Malvaceae): taxonomic revision, chromosome counts, and breeding system. *Phytotaxa* 110: 31-47.
- Schumann, K.** 1890. Malvaceae. In: A. Engler & K. Prantl (eds.). *Die natürlichen pflanzenfamilien*. Leipzig, Wilhelm Engelmann, pp. 30-53.

- Schumann, K.** 1891. Malvaceae I. In: *Flora Brasiliensis*. C.F.P. Martius & A.W. Eichler. Leipzig, Friedrich Fleischer, pp. 253-456.
- 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 hare III. *American Journal of Botany* 94: 275-288.
- Stafleu, F.A. & Cowan, R.S.** 1973-1988. *Taxonomic Literature*. Bohn, Scheltema & Holkema, Utrecht/Antwerpen., v. 1-7.
- Standley, P.C. & Steyermark, J.A.** 1949. *Flora of Guatemala*. Fieldiana Botany 24: 155-159.
- Stevens, W.D., Pool, A. & Montiel, O.M.** 2001. *Flora de Nicaragua*. Monographs Systematic Botany, Missouri Botanical Garden Press, St. Louis, v. 85, pp. 1-2666.
- Steyermark, J.A., Berry, P.E., Yatskievych, K. & Holst, B.K.** 2001. *Flora of the Venezuelan Guayana*. Liliaceae-Myrsinaceae. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis, v. 6, pp. 192-193.
- Sweet, R.** 1830. Sweet's Hortus britannicus; or, A catalogue of plants indigenous, or cultivated in the gardens of Great Britain; arranged according to their natural orders. J. Ridgways, Londres, pp. 64.
- Swofford, D.L.** 2002. PAUP* phylogenetic analysis using parsimony (*and other methods), version 4.0b10 for Win Sinauer, Sunderland, Massachussets.
- Takeuchi, C. & Esteves, G.L.** 2012. Synopsis of *Abutilon* (Malvoideae, Malvaceae) in the state of São Paulo, Brazil. *Phytotaxa* 44: 39-57.
- Tate, J.** 2011. The status of *Urocarpidium* (Malvaceae): Insight from nuclear and plastid-based phylogenies. *Taxon*: 1-9.
- Tate, J.A., Aguiar, J.F., Wagstaff, S.T., Ducke C.A., Slotta, T.A.B. & Simpson, B.B.** 2005. Phylogenetic relationships within the tribe Malveae (Malvaceae, subfamily Malvoideae) as inferred from its sequence data. *American Journal of Botany* 92: 584-602.
- Tate, J.A. & Simpson, B.B.** 2003. Paraphyly of *Tarasa* Philippi (Malvaceae) and diverse origins of the polyploid species. *Systematic Botany* 28: 723-737.

- Thiers, B.** Index herbariorum: a global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Disponível em <http://sciweb.nybg.org/cscience2/IndexHerbariorium.asp> (acesso em XII-2014).
- Ulbrich, O.E.** 1932. Notizblatt des Botanischen Gartens und Museums zu Berlin-Dahlem 11: 541.
- Urban, I.** 1912. Symbolae Antillanae seu Fundamenta Florae Indiae Occidentalis 7: 278-279.
- Vogel, S.** 1954. Blütenbiologische Typen als Elemente der Sippengliederung, dargestellt an der Flora Südafrika. Jena: Fischer, Bot. Studien, v.1, pp. 1-338.
- Vogel, S.** 1969, Chiropterophilie in der neotropischen flora. Neue mitteilungen II. Flora Abt. B., 158: 185-222.
- Wagstaff, S.J. & Tate, J.A.** 2011. Phylogeny and character evolution in the New Zealand endemic genus *Plagianthus* (Malveae, Malvaceae). Systematic Botany 36: 405-418.
- White, T.J., Bruns T., Lee, S. & Taylor, J.** 1990. In: Innis M.A., Gelfand D.H., Sninsky J.J., White T.J. (eds.). PCR Protocols: A guide to Methods and Amplifications. Academic Press, San Diego, pp. 315-321.