

JULIANA CRUZ JARDIM BARBOSA

Delimitação e Distribuição de *Magnolia* (sect. *Talauma*) (Magnoliaceae) no Brasil

Dissertação apresentada ao Instituto de Pesquisas Ambientais, da Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de MESTRE em BIODIVERSIDADE VEGETAL E MEIO AMBIENTE, na Área de Concentração de Plantas Vasculares em Análises Ambientais.

SÃO PAULO

2023

Barbosa, Juliana Cruz

**Delimitação e Distribuição de *Magnolia* (sect.
Talauma) (Magnoliaceae) no Brasil**

DISS.
IPA
2023

JULIANA CRUZ JARDIM BARBOSA

Delimitação e Distribuição de *Magnolia* (sect. *Talauma*) (Magnoliaceae) no Brasil

Dissertação apresentada ao Instituto de Pesquisas Ambientais, da Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de MESTRE em BIODIVERSIDADE VEGETAL E MEIO AMBIENTE, na Área de Concentração de Plantas Vasculares em Análises Ambientais.

SÃO PAULO

2023

JULIANA CRUZ JARDIM BARBOSA

Delimitação e Distribuição de *Magnolia* (sect. *Talauma*)(Magnoliaceae) no Brasil

Dissertação apresentada ao Instituto de Pesquisas Ambientais, da Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de MESTRE em BIODIVERSIDADE VEGETAL E MEIO AMBIENTE, na Área de Concentração de Plantas Vasculares em Análises Ambientais.

ORIENTADORA: DRA. MARIA BEATRIZ ROSSI CARUZO

BANCA EXAMINADORA

Dra. Maria Beatriz Caruzo (Orientadora)

Dra. Cecília Oliveira de Azevedo

Dra. Ana Paula Moraes

Dedico esse trabalho a minha família e meus antepassados, os que vieram antes de mim e não puderam ter a oportunidade de realizar o que estou realizando hoje. Sou, porque vocês foram, sou, porque lutaram, cada um da sua forma para estarmos vivos, e vivendo onde antes não podíamos estar. Tudo isso é nosso por direito.

In Memoriam à Aprígio Nunes da Cruz

“Por isso que os nossos velhos dizem: "Você não pode se esquecer de onde você é e nem de onde você veio, porque assim você sabe quem você é e para onde você vai". Isso não é importante só para a pessoa do indivíduo, é importante para o coletivo, é importante para uma comunidade humana saber quem ela é, saber para onde ela está indo...” Ailton Krenak.

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa.

A Foundation Franklinia pelo suporte financeiro para realização de todas as coletas realizadas durante o trabalho.

Ao Instituto de Pesquisas Ambientais pela utilização das estruturas.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente pela realização do presente estudo.

A todos os curadores de herbário por terem aberto as portas e sempre me acolherem com tanto cuidado. Obrigada também a todos que estiveram não só nos herbários, mas também me ajudando nas coletas, todos sabem como é difícil coletar *Magnolia*, e tive pessoas que me mostraram como é bom ter pessoas que nos ajudam com tanto amor e determinação (em especial Marcelo Brotto, Danizete, Danilo Zavatin, Antônio Kalunga, Cláudio) precisamos de mais pessoas com amor não só a profissão, mas também aos colegas que compartilham da mesma paixão.

A minha orientadora Maria Beatriz Caruzo por conceder seu auxílio, todo suporte e paciência durante o trabalho. Hoje saio desse trabalho levando muito conhecimento e gratidão por tudo que você aceitou fazer parte.

A Marie-Stéphanie Samain, minha colaboradora integral durante esses anos. Obrigada por todas as reuniões, conversas, conselhos e tudo que você se propôs a viver junto a mim nesse projeto. Pela ajuda imensa que nunca serei capaz de conseguir retribuir. Você me apresentou não apenas um táxon, mas um mundo que eu não conhecia, me apresentou a bondade em pessoa, obrigada pelo suporte em todos os momentos, os taxonômicos e emocionais.

A Emily Veltjen, pela introdução as Magnolias, os meses que estivemos juntas (mesmo que online) foram decisivos para minha paixão pelo grupo se formar. Minha admiração por você será sempre imensa, você é uma taxonomista, mãe e mulher incrível!

A Ana Rita Simões, minha amiga, colaboradora, inspiração e tudo mais. Não tenho palavras para descrever o papel que você tem em minha vida acadêmica...Obrigada pelo apoio, pelas palavras amigas, por tudo que você tem representado pra mim durante todos esses anos que está na minha vida. Obrigada por ter aberto essa porta, e tantas outras mais.

A Camila Araújo, não só por ter sido colaboradora no nosso trabalho em morfometria, mas também ter sempre me apoiado tanto nessa caminhada, ter tido paciência em me ensinar e apresentar para essa metodologia, obrigada por ser uma profissional tão maravilhosa.

A todos meus colaboradores nesse trabalho, desde a Instituição Ghent, até os alunos de *Magnolia* (em especial Fabian Aldaba) que mesmo em outros países me apoiaram e tiraram diversas dúvidas sobre o grupo.

A Fátima Otavina Buturi, por ser não só a pessoa que me introduziu a botânica, mas por ser um exemplo de força e inteligência. Prô, tenho muito orgulho de ter sido sua aluna, de faculdade e de vida.

A Deus por me dar forças, e me guiar por todo esse caminho, não foi nada fácil, mas sei que está ao meu lado.

A minha família, que para mim significa força e resistência. Conquistar e estar aqui hoje é um grande marco para nós.

Aos meus pais, os principais merecedores de todos os agradecimentos. É por vocês. Obrigada por terem sacrificado tanto por mim, saibam que tenho orgulho de ser a filha de dona Dilomar e seu João. Vocês e o Luke (nosso companheirinho) são o motivo para que eu nunca desista, e nunca me entregue aos momentos difíceis, amo vocês mais que tudo.

A minha tia Nena e meu tio/padrinho Branco, vocês são como segundos pais para mim, e significam um grande apoio emocional. A minha prima/irmã Bianca, tenho muito orgulho de você, iremos conquistar muito mais do que possa imaginar!

Ao meu companheiro Caio Escote, obrigada por tudo. Por todo amor, por todos os momentos durante esses anos de mestrado que você esteve integralmente ao meu lado, me apoiando, passando raiva e principalmente me amando. Obrigada por ser amigo, amor e compartilhar sua vida comigo. Que possamos conquistar e estar juntos por muito mais tempo, te amo baby. Obrigada a toda família Escote Azedo, pelas risadas e gordices de fim de semana

Aos meus amigos, pois sem o suporte emocional e conselhos tudo isso seria muito abstrato. A amizade na minha vida tem um significado muito importante, são muitos dos momentos que não acreditamos em nós e em nossa capacidade que encontramos pessoas que nos levantam e acreditam em nós.

Obrigada a todos os amigos, mesmo aos que estão no background, e não entendem nada sobre plantas e afins, em especial: Priscilla Romagnoli “my person”, obrigada por tudo minha amiga, você está comigo sempre, mesmo que distante; Julian Yudy, obrigada por me salvar em todos os momentos de desespero, você é o pior/melhor amigo para os momentos que preciso; Tiffany Jecov, obrigada por permanecer há muito mais de 10 anos em minha vida; Everton Fernandes e Everton Garcia, meus amigos e apoiadores, obrigada pelo suporte e cerveja compartilhada; Stephanie Cardoso, Guilherme Nascimento, Rodolfo Mauriz, Lisa, Bazacas e Ariane Cucciaro, obrigada por terem entrado na minha vida, pelos conselhos, festas e por terem disponibilizado o amigo de vocês para ser meu amor.

A minha amiga de vida Monica, obrigada por tudo, você sabe a importância que tem em minha vida, agradeço hoje e todos os dias por ter você, obrigada por tudo, tudo mesmo, te amo!

A Michaelle, por estar comigo tão intimamente nesse processo, você retornou em minha vida da melhor forma, e agradeço por ter você. Te amo minha amiga, minha irmã, obrigada por ter tanto significado em minha trajetória.

A Simone Soares, obrigada amiga, por ser tão diferente de mim, e mesmo assim continuar tendo tanto amor. Você significa muitas coisas pra mim, e tenho muito orgulho de te ter em minha vida, amo você.

Leandro e Juliana, que presente foi ter conhecido vocês. Obrigada por toda paciência, por todo apoio, pela amizade que construímos e que agradeço tanto por ter. Amo vocês.

A todos meus amigos que estiveram comigo nas viagens de coleta, que não só me ajudaram, mas acreditaram em mim. Eduardo Muniz, meu amigo e companheiro da minha primeira viagem de coleta em *Magnolia*; Amanda Noronha e Marco que me acompanharam diversas vezes em viagens, e que tiveram uma paciência incrível, não só comigo mas com minhas difíceis Magnolias, obrigada por todo apoio, vocês foram incríveis; A Simone, minha amiga e companheira de viagem, obrigada por topas tantas coisas, e uma dela ir até o fim do mundo de Goiás atrás de *Magnolia*; A Mica, Vinicius, Leandro e Ju, que me acompanharam e fizeram meus dias em campo apesar de muitos desencontros com *Magnolia*, felizes.

Aos meus companheiros de alojamento no Botânico, que mesmo com toda agonia do dia a dia, me fizeram dar tantas risadas e não me sentir sozinha nesse caos que é nossa vida acadêmica. Michaelle, Leandro, Natália, Filipe, Mateus, Mariana, Denis, César, Luíza, Keyla, Cauê, Luíza.

A todos, não apenas do IPA (nosso eterno IBt), mas que estiveram nessa caminhada durante todos esses anos comigo: Sonia Aragaki, Rosangela Bianchini, Cecília Azevedo, Marcela Serna, Patrick Cantuária, Carla Bruniera, Marcela Silva, Marília Gaspar, Otávio Marques, Inês Cordeiro, Lúcia Rossi, Santiago Noronha, Ulisses Fernandes.

A OET (The Organization for Tropical Studies) pela oportunidade da bolsa para o curso de Sistemática de Plantas Tropicales na Costa Rica, e a todos que colaboraram na minha vaquinha para que eu conseguisse realizar esse que foi um dos momentos mais importantes da minha vida. A todos meus amigos que encontrei por lá, amigos que irei levar para a vida toda, em especial: Daniela Ramírez, Edgar Blanco, Ary Mailhos, Patricia Márquez, Cristopher Orozco, Ariadna Estevez, Luis Manuel Diaz. E aos professores incríveis: Mauricio Bonifacino, Álvaro Piedrahíta, Stephanie Hidalgo, Pedro Acevedo, Alejandra Vasco, Mariano Donato.

RESUMO

Magnoliaceae compreende duas subfamílias Liriodendroideae Y.W.Law e Magnolioideae Y.W.Law, que são monofiléticas e amplamente reconhecidas. Desde o estabelecimento de Magnoliaceae por Jussieu (1789), a taxonomia da família tem atraído a atenção de botânicos em todo o mundo, principalmente em relação a delimitação de gêneros e/ou seções dentro da subfamília Magnolioideae, onde está incluído o gênero aqui estudado. A família tem um curioso padrão biogeográfico, ca. 50% espécies são nativas das Américas, e as restantes da Ásia; algumas espécies já extintas de *Magnolia* eram nativas da Europa. Em relação a classificação infragênica, *Magnolia* está dividida em três subgêneros: subgen. *Yulania*, subgen. *Gynopodium* e subgen. *Magnolia*, onde está localizada a seção *Talauma*, seção que representa os indivíduos nativos do Brasil. As espécies de *Magnolia* sect. *Talauma* podem ser reconhecidas por duas cicatrizes longitudinais paralelas no pecíolo causadas pela queda de estípula, além de possuir um sincarpo lenhoso, que se rompe em placas irregulares na deiscência. Anteriormente o gênero *Magnolia* era reconhecida por conter apenas duas espécies nativas no Brasil, sendo *M. amazonica* e *M. ovata*. O objetivo deste trabalho foi realizar um estudo morfológico e taxonômico mais aprofundado para o gênero, buscando compreender sua delimitação morfológica mais acurada para o Brasil. Apresentamos uma reorganização do gênero *Magnolia* para o país, que resultou em cinco espécies (*M. amazonica*, *M. brasiliensis*, *M. irwiniana*, *M. ovata* e *M. sellowiana*). Para auxiliar na circunscrição e diferenciação das espécies, foram realizadas análises morfométricas. O uso de conhecimentos taxonômicos em conjunto com a morfometria geométrica mostraram-se eficazes para a delimitação das espécies. Além disso, realizamos uma prévia análise do estado de conservação das espécies, que nos mostrou um alerta sobre o risco de extinção que a maioria das espécies estudadas apresenta.

Palavras-chaves: Flora Brasileira, Flora Neotropical, Magnolioideae, Morfometria, Pinha-do-brejo.

ABSTRACT

Magnoliaceae comprises two subfamilies, Liriodendroideae Y.W. Law and Magnolioideae Y.W. Law, which are monophyletic and widely recognized. Since the establishment of Magnoliaceae by Jussieu (1789), the taxonomy of the family has attracted the attention of botanists worldwide, mainly regarding the delimitation of genera and/or sections within the subfamily Magnolioideae. The family has a curious biogeographical pattern, ca. 50% species are native to the Americas, and the remainder to Asia; some extinct species of *Magnolia* were native to Europe. Regarding the infrageneric classification, *Magnolia* is divided into three subgenera: subgen. *Yulania*, subgen. *Gynopodium*, and subgen. *Magnolia*, where the *Talauma* section is located, representing the native individuals of Brazil. The species of *Magnolia* sect. *Talauma* can be recognized by two parallel longitudinal scars on the petiole caused by the fall of stipules, as well as having a woody syncarp that breaks into irregular plates upon dehiscence. Previously, the *Magnolia* genus was recognized to contain only two native species in Brazil, *M. amazonica* and *M. ovata*. The aim of this study was to carry out a more in-depth morphological and taxonomic study of the genus, seeking to make its morphological delimitation more accurate for Brazil. We present a broader delimitation and a general reorganization of the *Magnolia* genus for the country, resulting in five species (*M. amazonica*, *M. brasiliensis*, *M. irwiniana*, *M. ovata*, and *M. sellowiana*). To support in the circumscription and differentiation of species, morphometric analyses were performed. The use of taxonomic knowledge combined with geometric morphometrics, proved to be effective in the delimitation of the species. In addition, we conducted a preliminary analysis of the conservation status of the species, which showed us an alert about the risk of extinction for most studied species.

Keywords: Brazilian Flora, Magnolioideae, Morphometry, Neotropical Flora, Pinha-do-brejo.

ÍNDICE DE FIGURAS E TABELAS

INTRODUÇÃO GERAL

Figura 1. Distribuição geográfica da família Magnoliaceae.....	2
Figura 2. Características típica de <i>Magnolia</i> seção <i>Talauma</i>	3
Tabela 1. Tabela com informação sobre subgêneros e seções dentro do gênero <i>Magnolia</i> (Wang, 2020)).....	4
Tabela 2. Quadro com informações do ano de publicação, distribuição e estado de conservação (IUCN, 2022).....	8
Tabela 3. Relação de localidades visitadas durante o presente estudo.....	12
Figura 3. Hábitos.....	14
Figura 4. Principais características do hábito de <i>Magnolia</i>	14
Figura 5. Variedade foliar.....	16
Figura 6. Estrutura das categorias de ameaça (IUCN, 2001).....	18

CAPÍTULO 1

Figura 1. Ramo, folhas alternas, estípulas presentes, flor terminal, venações, cicatrizes, adnação da estípula, cicatriz anular, cicatriz peciolar.....	47
Figura 2. Estágios florais de <i>Magnolia</i>	48
Figura 3. Gineceu.....	49
Figura 4. Estágios do fruto.....	50
Figura 5. <i>Magnolia amazonica</i>	51
Figura 6. Distribuição geográfica de <i>Magnolia amazônica</i>	52
Figura 7. <i>Magnolia brasiliensis</i>	53
Figura 8. Distribuição geográfica de <i>Magnolia brasiliensis</i>	54
Figura 9. <i>Magnolia irwiniana</i>	55
Figura 12. Distribuição geográfica de <i>Magnolia irwiniana</i>	56
Figura 13. <i>Magnolia ovata</i>	48
Figura 15. Distribuição geográfica de <i>Magnolia ovata</i>	49
Figura 16. Registro de ocorrência de <i>M. ovata</i> utilizando a ferramenta GEOCAT.....	49
Figura 17. <i>Magnolia sellowiana</i>	50
Figura 18. Distribuição geográfica de <i>Magnolia sellowiana</i>	51

Figura 19. Registro de ocorrência de <i>M. sellowiana</i> utilizando a ferramenta GEOCAT.....	51
Figura 20. Prancha ilustrativa de <i>Magnolia amazonica</i> , <i>Magnolia brasiliensis</i> e <i>Magnolia ovata</i>	52
Figura 21. Prancha ilustrativa de <i>Magnolia irwiniana</i> e <i>Magnolia sellowiana</i>	53
Tabela 1. Tabela de comparação morfológica e geográfica entre as espécies.....	54

CAPÍTULO 2

Figure 1. Position of 18 <i>landmarks</i> ; Result of the Generalized Procrustes Analysis (GPA).....	64
Figure 2. Graphical representation of principal component analysis (PCA); Graphical representation of principal component analysis (PCA); Deformation grid (Thin Plate-Splines).....	64
Figure 3. Deformation Grid (Thin Plate-Splines).....	65
Figure 4. Graphical representation of linear discriminant analysis (LDA)	65
Table 1. Description of landmark positions.....	66
Table 2. Classification of individuals from <i>Magnolia</i> according to the correct classification and subsequent probability obtained through linear discriminant analysis (LDA).....	69

Sumário

1. INTRODUÇÃO	1
<i>Magnolia</i> L.....	2
1.1.Distribuição e Diversidade de <i>Magnolia</i> nos Neotrópicos.....	6
1.2. Conservação de <i>Magnolia</i>	9
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	11
2.1. Expedições botânicas	11
2.2. Visitas a herbários	15
2.3. Análises de material botânico	15
2.4. Morfometria	17
2.5. Mapas de distribuição	18
2.6. Avaliação de Conservação de Espécies.....	18
3. OBJETIVOS	19
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20
Use of geometric morphometry as a tool to distinguish species of the genus <i>Magnolia</i> sect. <i>Talauma</i> (Magnoliaceae).	65
Abstract.....	65
Introduction.....	66
Methods	67
Results and Discussion	68
Conclusion	68
Acknowledgments.....	69
References.....	69

1. INTRODUÇÃO

Magnoliaceae

Magnoliaceae Juss. pertence ao grupo das Magnoliídeas, ordem Magnoliales, onde também estão as famílias Myristicaceae e Annonaceae (APG IV, 2016). A família compreende duas subfamílias Liriodendroideae Y.W.Law e Magnolioideae Y.W.Law, que são monofiléticas e amplamente reconhecidas (Law 1984; Nooteboom 1985; Azuma et al. 2001). Desde o estabelecimento de Magnoliaceae por Jussieu (1789), a taxonomia da família tem atraído a atenção de botânicos em todo o mundo, principalmente em relação as delimitações de gêneros e/ou seções dentro da subfamília Magnolioideae (Serna, M. 2005; Wang et al. 2020). Anteriormente, Magnoliaceae compreendia 14 gêneros, mas com base em estudos moleculares recentes (Figlar & Nooteboom 2004; Stevens, 2001; Wang et al., 2020), o número foi reduzido para apenas dois, *Magnolia* L. e *Liriodendron* L.

Magnoliaceae é uma família de árvores e arbustos, com folhas caducas ou sempre-verdes, grandes flores vistosas contendo partes masculinas e femininas. A diversidade dos 2 gêneros da família é desigual, sendo que *Liriodendron* contém apenas 2 espécies, presentes na Ásia Oriental e América do Norte, e o gênero *Magnolia* acomoda o restante da diversidade específica da família, com uma distribuição geográfica mais ampla, incluindo Leste Asiático até Malásia e região Neotropical (Stevens 2001). O gênero *Magnolia* se distingue de *Liriodendron* especialmente pelas folhas geralmente inteiras, anteras introrsas e pelos frutos formando um sincarpo, características não observadas neste segundo (Nooteboom 1985).

A família tem um curioso padrão biogeográfico, onde 40-50% das espécies são nativas da América, e as restantes da Ásia; algumas espécies já extintas de *Magnolia* eram nativas da Europa (Watanabe et al. 2002, Rivers et al. 2016, Stevens, em atualização). O provável local onde surgiu o ancestral de todas as Magnoliaceae foi identificado como uma combinação de regiões temperadas e subtropicais na Eurásia e na América do Norte, como a zona de latitude média conectada do Hemisfério Norte durante o início do Eoceno (Vázquez-García et al. 2018). Embora no final do Cretáceo e no Terciário a família tenha ocorrido em todo o Hemisfério Norte e Sul, hoje ela apresenta uma distribuição geográfica disjunta com dois terços de suas espécies entre clima temperado e tropical, desde a Ásia e alcançando a Nova Guiné e as demais

espécies na América, desde a região leste da América do Norte até o sul do Brasil (Azuma et al. 2001, Cicuzza et al., 2007, Pérez Castañeda 2015, Vázquez-García et al.2014).



Figura 1. Distribuição geográfica da família Magnoliaceae (Fonte: "Stevens, P. F. (2001 onwards). Angiosperm Phylogeny Website. Version 14, July 2017 [and more or less continuously updated since]."

Os membros de Magnoliaceae têm importância ornamental devido as suas vistosas flores coloridas, como por exemplo em: *Magnolia grandiflora* L., *Magnolia denudata* Desr., *Magnolia liliflora* Desr., *Magnolia stellata* (Sieb. & Zucc.) Maxim., *Magnolia coco* (Lour.) DC.), *Magnolia virginiana* L., *Liriodendron chinense* (Hemsl.) Sarg., e *Liriodendron tulipifera* L. (Sarker et al. 2002; Sanchez-Velasquez et al. 2016; Wang et al.2020).

Espécies de *Magnolia* são uma fonte rica de vários compostos biologicamente ativos (Watanabe et al. 2002). Algumas espécies são valorizadas na medicina tradicional (por exemplo, *Magnolia officinalis* Rehder & E.H. Wilson, espécie amplamente conhecida e utilizada na medicina tradicional chinesa), enquanto outras são fontes de alimentos (por exemplo, *Magnolia cylindrica* E.H. Wilson).

***Magnolia* L.**

Magnolia contém cerca de 320 espécies distribuídas do Leste Asiático até Malásia e região Neotropical (Stevens 2001, Aldaba Nuñez et al. in prep.). São árvores

perenifólias, com estípulas livres, ou unidas ao pecíolo no caso de *Magnolia* sect. *Talauma*, deixando duas cicatrizes longitudinais paralelas após a queda (Fig. 2). As flores são terminais, protegidas por uma ou duas brácteas, aqui reconhecidas como pérula, possuem três sépalas, seis ou sete pétalas, geralmente brancas ou amareladas, grossas e carnosas (em alguns casos as sépalas e pétalas não são diferenciadas entre si, o que nos leva a nomeá-las de tépalas), possuem cerca de setenta a cento e oitenta estames, e os carpelos podem ser de poucos a numerosos, livres ou unidos nas espécies sul-americanas, cada carpelo com dois óvulos. O fruto é apocárpico, multifolículo ou, nas espécies sulamericanas, sincárpico lenhoso, que se rompe em placas irregulares na deiscência, expondo as sementes providas de sarcotesta vermelha ou alaranjada. (Law 1984, Lozano-Contreras 1990)



Figura 2. Características típica de *Magnolia* seção *Talauma*. **A.** Ramo de *Magnolia*; **B.** Detalhe nas cicatrizes anulares e peciolares; **C.** Pecíolo coberto com estípula (que posteriormente cai, deixando uma cicatriz peciolar); **D.** Detalhe da folha com venação broquidódroma; **E.** Pérula (bráctea que protege o botão floral)

Magnolia está dividida em três subgêneros (Figlar e Nooteboom, 2004) (subgen. *Magnolia*, subgen. *Yulania* (Spach) Rchb. e subgen. *Gynopodium* (Dandy) Figlar & Noot.) e 15 seções (Tab. 1) (Wang et al. 2020).

Tabela 1. Tabela com informação sobre subgêneros e seções dentro do gênero *Magnolia* (Wang et al. 2020).

Gênero <i>Magnolia</i>	Subgênero <i>Yulania</i>	sect. <i>Michelia</i> (L.) Baill.
		sect. <i>Maingola</i> Dandy
		sect. <i>Yulania</i> (Spach) Dandy
	Subgênero <i>Gynopodium</i>	sect. <i>Tulipastrum</i> (Spach) Dandy
		sect. <i>Gynopodium</i> Dandy
		sect. <i>Kmeria</i> (Pierre) Figlar & Noot.
		sect. <i>Manglietia</i> (Blume) Baill.
	Subgênero <i>Magnolia</i>	sect. <i>Rytidospermum</i> Spach
		sect. <i>Oyama</i> Nakai
		sect. <i>Magnolia</i>
		sect. <i>Macrophylla</i> Figlar & Noot.
		sect. <i>Tuliparia</i> Spach
		sect. <i>Gwillimia</i> DC.
		sect. <i>Talauma</i> (Juss.) Baill.
		sect. <i>Slendentes</i> Dandy ex J.A

A seção *Talauma* (única com representantes no Brasil) é a mais rica em número de espécies, com cerca de 130 (Pérez-Castañeda 2015), pertence ao subgênero

Magnolia e está dividida em quatro subseções: *Chocotalauma*, *Cubenses*, *Dugandiodendron* e *Talauma* (Pérez-Castañeda et al. 2016); que são caracterizadas por serem árvores perenes com estômatos agrupados em números de 2, 3 ou 5 (Figlar e Nooteboom 2004, Wang et al. 2020).

No Brasil, prevê-se que a diversidade de *Magnolia* esteja subestimada (VázquezGarcía, 2014), pela carência de estudos taxonômicos, ecológicos e filogenéticos. A delimitação das espécies é ainda pouco clara, com divergência entre a aceitação de vários nomes e sinônimas. Na Flora do Brasil (Flora do Brasil 2020) são reconhecidas apenas quatro espécies de Magnoliaceae no país: *Magnolia amazonica* (Ducke) Govaerts, que no Brasil seria restrita à região Norte, e *Magnolia ovata* (A.St.-Hil.) Spreng., aceita como de ampla distribuição no país (Tabela 1), além de duas espécies cultivadas: *Magnolia champaca* L. e *Magnolia grandiflora* L. (Reflora et al. 2023).

Gottsberger et al. (2012), em seu estudo sobre polinização de *Magnolia ovata* descreveu as flores da espécie como morfológicamente e fisiologicamente especializadas para que a polinização de besouros (escaravelhos disnastídeos) ocorra de forma eficiente, sendo que isso é possibilitado pelo fornecimento aos besouros de um local para alimentação, esconderijo e acasalamento, por meio das pétalas que apresentam tanto tecidos nutritivos, quanto fonte de energia para a termogênese, que auxilia na emissão de um intenso perfume floral. Além de um padrão de abertura e fechamento escalonado por um período prolongado, resultando em visitas repetidas dos mesmos indivíduos de besouro em ambos os estágios (pistilado e estaminado), e não apenas no estágio pistilado como em outras espécies em que os besouros visitam (Gottsberger, et al., 2012). A diferenciação no tempo dos estágios florais no gênero de *Magnolia* (diurnas vs. noturnas) pode ser associada a uma interação planta-polinizador específica, considerando o comportamento de diferentes polinizadores que visitam espécies do gênero, podendo ter implicações para a conservação de acordo com a capacidade de resiliência de insetos em relação a processos de perturbação (Serna-González et al. 2022; Sharma e Armstrong 2013).

A forma de dispersão das espécies é realizada a partir dos frutos, que após o seu amadurecimento expõem por meio de sua camada lenhosa externa sementes de sarcotesta vermelha atrativas para aves (Gottsberger et al. 2012).

1.1.Distribuição e Diversidade de *Magnolia* nos Neotrópicos

O gênero é amplamente distribuído no leste e sudeste da Ásia e no Novo Mundo, dos Estados Unidos, Caribe, até regiões da América do Sul, como Bolívia e Brasil. Os tipos de vegetação em que as espécies do gênero prosperam são igualmente diversos, de acordo com seus requisitos ecológicos (Sánchez-Velásquez et al., 2016). Espécies de *Magnolia* são excepcionais pela longevidade, ampla faixa de distribuição altitudinal e capacidade de adaptação a diversos climas. No entanto, diante dos complexos cenários de mudanças climáticas globais, há grande incerteza sobre como cada uma dessas espécies responderá a essas pressões ambientais e como sua distribuição atual será alterada em áreas naturais protegidas e não protegidas (Sánchez-Velásquez et al., 2016). O desafio é ainda maior à medida que os registros de novas espécies continuam a somar.

Os dados atuais permitem uma estimativa de cerca de 320 espécies, e por todas essas razões é de extrema importância desenvolver estratégias de conservação adequadas para o gênero (Stevens 2001; Aldaba Nuñez et al. in prep., Sánchez-Velásquez et al. 2016), já que a maioria das novas descobertas no gênero são de espécies endêmicas, e que possuem informações limitadas sobre sua distribuição, biologia e ecologia, enfrentando sérias ameaças à sua sobrevivência (Rivers et al. 2016, Arteaga-Rios, et al., 2020). A Lista Vermelha de Magnoliaceae afirma que 76% das Magnólias Neotropicais estão ameaçadas, com 16% adicionais listadas como deficientes em dados (Rivers et al. 2016).

A presença das espécies de *Magnolia* na floresta tende a ser escassa. Elas podem ser encontradas entre 40 e 3.300 m acima do nível do mar (Sánchez-Velásquez et al., 2016). Muitas das espécies e populações do gênero ocorrem em paisagens florestais primárias fragmentadas e altamente perturbadas, como as florestas nebulares das ilhas caribenhas e as florestas nubladas e tropicais do México (Rivers et al. 2016). De forma geral, crê-se que a diversidade de *Magnolia* nos Neotrópicos tenha sido bastante subestimada, sobretudo na seção *Talauma*. Das 74 novas espécies descritas em *Magnolia* na última década, 56 são nativas da região Neotropical (76%) (Vázquez et al., 2013). A insuficiência de trabalho de campo e de coleta, associados a severa

fragmentação de seus habitats de ocorrência, têm sido fatores limitantes para o avanço dos estudos neste grupo.

De acordo com Vázquez et al. (2014), explorações de coleta focadas no gênero são urgentemente necessárias em países Neotropicais como Brasil, Peru, Bolívia, Equador, onde sua riqueza de espécies deve ser três a cinco vezes maior do que a relatada no início deste milênio. Sua proteção é necessária com urgência em todas as escalas possíveis. A melhor compreensão dos padrões na diversidade de espécies e relações dentro dos clados Neotropicais de *Magnolia* pode fornecer informações valiosas para a compreensão global e regional de Magnoliaceae (Vázquez-García et al., 2018).

As recentes explorações botânicas na região Neotropical (México, América Central, Equador e Peru) aumentaram consideravelmente as coleções em herbários, permitindo elucidar a presença de novas espécies na família (Pérez Castañeda, 2015). Apesar disso, ainda é necessário que muito trabalho seja realizado para as espécies Neotropicais de Magnoliaceae, sendo cruciais quatro etapas básicas: (1) Delimitação e (2) Seleção de táxons prioritários, para que se saiba quais táxons de *Magnolia* estão em perigo de extinção, e quais ainda precisam de avaliação; (3) Análise da diversidade de populações naturais e coletas *ex situ*, para que se possa preservar amostras representativas da diversidade genética das espécies-alvo, (4) Seleção de locais-alvo de amostragem (Cires et al., 2013).

Tabela 2. Quadro com informações do ano de publicação, distribuição e estado de conservação (IUCN, 2022). **EN:** Em risco de Extinção; **LC:** Menos preocupante; **DD:** Dados insuficientes.

Espécie	Ano de Publicação	Distribuição	Estado de Conservação (IUCN Red List)
<i>Magnolia amazonica</i> (Ducke) Govaerts Basiônimo: <i>Talauma amazonica</i> Ducke	1996 1925	Região Norte (estados do Acre e Pará), Região Sudeste (estado do Rio de Janeiro) Regiões amazônica de outros países, como Peru.	LC (Khela 2014)
<i>Magnolia brasiliensis</i> C.O. Azevedo, A.F.P. Machado & A. Vázquez	2018	Região Nordeste (estado da Bahia) Região Sudeste (estado de Minas Gerais)	EN (Lamarche and Azevedo 2021)

<i>Magnolia irwiniana</i> (Lozano) Govaerts Basiônimo: <i>Talauma irwiniana</i> Lozano	1996 1990	Região Sul, e Sudeste (São Paulo, Minas Gerais), e Centro Oeste (Goiás)	EN (Global Tree Specialist Group 2014)
<i>Magnolia ovata</i> (A.St.-Hil.) Spreng Basiônimo: <i>Talauma ovata.</i> A.St.-Hil. Sinônimo: <i>Magnolia paranaensis</i> A.Vázquez	1827 1824	Região Norte, Sul, Sudeste, Centro-oeste	LC (CNCFlora 2016)
<i>Magnolia sellowiana</i> (A.St.Hil.) Govaerts Basiônimo: <i>Talauma sellowiana</i> A.St.-Hil.	1996 1824	Região Sul, Sudeste (São Paulo, Minas Gerais), e Centro Oeste (Goiás)	DD (Khela 2014)

1.2. Conservação de *Magnolia*

Foram identificadas populações de *Magnolia* dentro das Unidades de Conservação (UCs), que são áreas legalmente utilizadas para proteção e conservação de ecossistemas

únicos (Silva Junior 2018). Atualmente as UCs são palco de grandes discussões sobre seu real papel na conservação das espécies nativas brasileiras, já que apesar de serem uma das melhores estratégias para proteger e conservar nossa biodiversidade, elas sofrem com a falta de políticas públicas que realmente protejam essas áreas. Além de sofrerem com problemas como a fragmentação, inclusão de espécies exóticas e falta de manutenção, as UCs sofrem perdas de biodiversidade em função dos incêndios que as atingem, a partir de focos de calor derivados de queimadas (Campos 2006). Alguns estudos focados em espécies de *Magnolia* da região Neotropical, mostraram que no contexto de mudanças climáticas o aumento das temperaturas máximas e mínimas, e o aumento de precipitação poderiam afetar a fenologia reprodutiva de algumas espécies, possivelmente causando um declínio na formação de botões florais e de frutos (Serna-González et al. 2022). Portanto, é essencial que sejam realizados estudos sobre a conservação e ecologia de *Magnolia* no Brasil, a fim de reconhecer a distribuição geográfica das espécies, suas características fenológicas ainda pouco conhecidas e como isso pode afetar o sucesso reprodutivo e a sobrevivência dessas plantas.

Por causa de suas flores vistosas e história evolutiva interessante, representantes da família Magnoliaceae podem ser espécies “guarda-chuva” (conceito para espécies potenciais que podem auxiliar na determinação da área para proteção) bem-sucedidas para conservação (Roberge & Angelstam 2004; Cires et al. 2013, Rivers et al. 2016, Roberge & Angelstam 2004, Veltjen 2019). Porém, a maioria das pesquisas sobre esse grupo não se concentra em espécies criticamente ameaçadas. Além disso, menos de 50% dos táxons mais ameaçados são encontrados em coleções *ex situ* em jardins botânicos (BGCI 2008).

A busca pela conservação de biodiversidade avançou significativamente, principalmente nos últimos 50 anos, onde o homem modificou os ecossistemas mais rapidamente do que em qualquer outro período relatado na história da humanidade (Steffen et al. 2007). Em um estudo sobre a estrutura genética de populações em *Magnolias* Neotropicais Veltjen et al. (2019), puderam observar além de dados estatísticos sobre as populações, a biologia reprodutiva dessas espécies que, apesar de sua alta resiliência, enfrentam uma limitada dispersão mediada por animais, que poderia estar restringida pela presença de áreas fragmentadas. Dessa maneira, acredita-se que em termos de conservação florestal, a melhor estratégia seria realizar a manutenção, ou ainda aumentar a conectividade entre os fragmentos florestais para garantir a

sobrevivência de espécies, e uma das maneiras para delinear e investigar mais essa conexão florestaMagnoliaceae, seriam estudos sobre a diversidade genética de espécies de *Magnolia* não ameaçadas estreitamente relacionadas, em paisagens fragmentadas ou contínuas, colocando em perspectiva estudos passados e futuros de *Magnolia* sobre populações ameaçadas (Veltjen et al. 2019).

O desafio crescente de estudar o impacto de tantas modificações climáticas, urbanização e outros fatores que afetam ecossistemas de maneira direta estão cada vez mais gerando pesquisas, que procuram estudar os comportamentos e distribuições dos organismos sob essas mudanças. Sabe-se que os organismos vivos possuem padrões de distribuição associados a diversos fatores ambientais (Townsend 2006). Sabendo disso, a avaliação de conservação de espécies é de suma importância para que saibamos quanto o ecossistema se diferencia, e como podemos nos mobilizar criando listas que nos mostram a necessidade de conservação de determinadas espécies.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Expedições botânicas

As localidades das coletas retiradas de exsicatas cujas identificações foram conferidas durante o desenvolvimento do presente trabalho. Um importante meio de localizar os espécimes quando não se tinha as coordenadas, foi conversar com pessoas locais, que normalmente conheciam as plantas por meio de nomes populares como “pinha-do-brejo” e “bagaçu”, nomes para *Magnolia ovata*. Outro importante fator foi reconhecer regiões mais úmidas ou canais onde se passavam rios, lagoas ou córregos, fator que é quase regra para a existência de indivíduos de *Magnolia* (Tabela 2). O conhecimento sobre características básicas do gênero foi importante para o reconhecimento de indivíduos jovens, que na maioria das vezes nos levavam até os indivíduos adultos. Posteriormente se observou que as pessoas locais e até mesmo botânicos, eram mais atraídas pelos frutos ou flores de *Magnolia* para saber de sua presença, porém nem sempre se consegue observar caracteres reprodutivos nos indivíduos, que dependem por exemplo da época do ano. As descrições foram baseadas inicialmente pelos espécimes analisados nos herbários, e complementadas com as observações feitas em campo.

Tabela 3. Relação de localidades visitadas durante o presente estudo

UF	Cidade	Localidade	Período
DF	Brasília	Parque Nacional de Brasília	17 jul 2021
DF	Brasília	Jardim Botânico de Brasília	19 jul 2021
DF	Brasília	Estação Ecológica Águas Emendadas	20 jul 2021
GO	Chapada dos Veadeiros	Arredores Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros	24 a 27 ago 2021

RJ	Nova Iguaçu	Tinguá	07 out 2021
MG	Viçosa	Bonsucesso	22 a 26 nov 2021
MG	Santana do Riacho	Serra do Cipó	9 jan 2022
MG	Conceição do Mato Dentro	Mun. de Jaboticatubas	10 jan 2022
PR	Morretes	São João da Graciosa, Ekôa Park	27 abr 2022
SP	Piracicaba	Arredores Rio Piracicaba	10 a 12 mai 2022
SP	São Paulo	Parque Nascentes Ribeirão Colônia	17 dez 2022
		Universidade de São Paulo	29 dez 2022

Para as coletas seguiu-se os métodos propostos por Mori et al. (1989). As amostras foram secas por dois a três dias, conforme a necessidade, na estufa da Curadoria do Herbário SP e HUFSP a 70°C, acondicionadas em freezer a -70°C por três dias e novamente transferidas para a estufa por mais um dia, para eliminação de possíveis pragas.

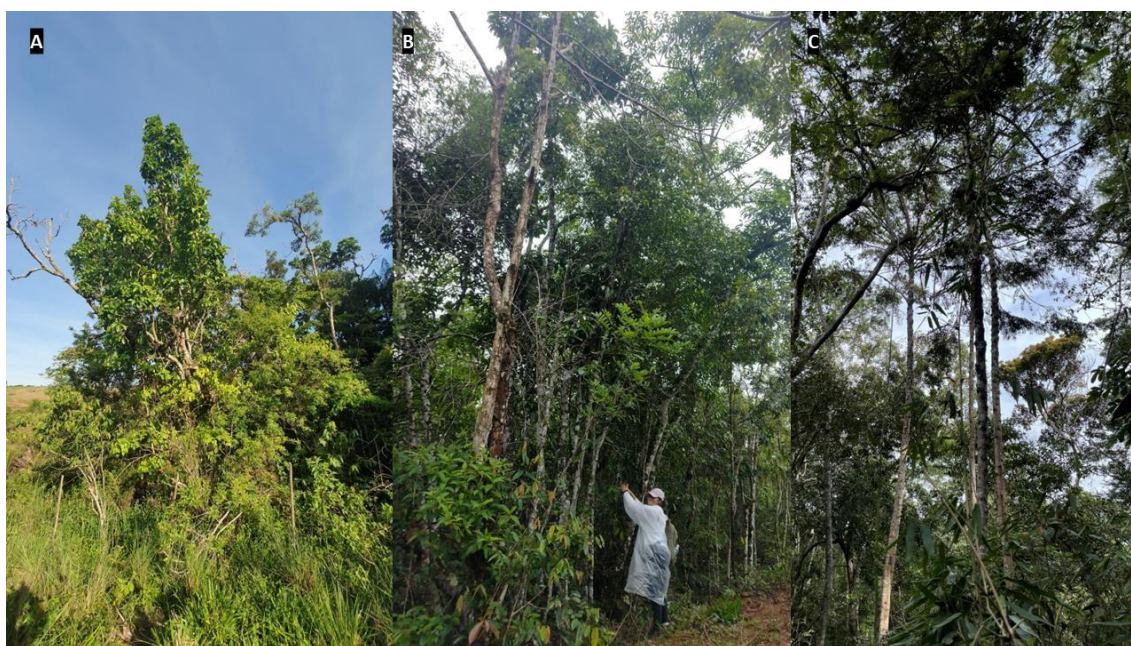


Figura 3. Hábitos A-B Hábito (*M. irwiniana*). C. Hábito (*M. brasiliensis*). Fotos: A-B: Barbosa, J. C. J. (2021); C: C.O. Azevedo (2022).



Figura 4. Principais características do hábito de *Magnolia*. **A.** Mata semi-fechada ou fechada de Mata Atlântica (Morretes-Paraná); **B.** Presença de serrapilheira (composta muitas vezes das próprias folhas e frutos da espécie) (Parelheiros-São Paulo); **C.** Presença de canal de água próxima aos indivíduos (Brasília-Distrito Federal) Fotos: A-C: Barbosa, J. C. J.

2.2. Visitas a herbários

Foram visitados pessoalmente 7 herbários brasileiros: HEPH, RB, SP, VIC, SPSF, MBM e ESA (Thiers 2023 continuously updated). O estudo de espécimes de herbário foi complementado por observações de campo de populações brasileiras e, principalmente, por consultas a banco de dados como Re flora Herbário Virtual (2021), SpeciesLink (2021) e sites de Herbários, em um total de 24 herbaria (CEN, ESA, F, FURB, G, HEPH, HJ, HUEFS, IAN, ICN, JOI, MBM, MO, NY, P, RB, S, SP, SPSF, UB, UEC, UPCB, US, VIC) (Thiers 2023, continuously updated). As consultas aos espécimes online foram de suma importância por conta da pandemia que interferiu na ida pessoalmente aos herbários. Protólogos e imagens de coleções de tipo foram verificados em bases de dados online: Tropicos (<http://tropicos.org>), JSTOR Plants (<http://plants.jstor.org/>).

2.3. Análises de material botânico

Medidas foram tomadas a partir de espécimes examinados, considerando três estruturas da maioria das estruturas presentes, as observações realizadas no herbário foram compilados em uma tabela que considerava: todas as informações de etiqueta, descrição da árvore, medidas foliares (3: sendo prioridade a maior e menor), formato da folha, ápice da folha, presença/descrição de tricomas nas folhas, número de veias secundárias, medidas dos pecíolos das respectivas folhas (3), condição da cicatriz peciolar (0-100%), pedúnculo, presença de tricomas no pedúnculo, presença de estruturas reprodutivas (flores e frutos), tamanho das estruturas reprodutivas, presença/descrição de tricomas nas estruturas reprodutivas. Ademais, foi solicitado a todos os curadores dos herbários

visitados empréstimos para serem analisadas com mais acuracidade no Herbário SP e Herbário HUFSP.

Para medições em fotografias digitais, usamos o software ImageJ (Abramòff et al. 2004). Tanto as tabelas com caracteres morfológicos usando descrições de protólogos, de Lozano-Contreras 1990 e as observações feitas, quanto as tabelas das observações realizadas nos herbários e estudos de morfotipos baseados nas folhas (caráter de complexidade quando se considera apenas duas espécies), foram utilizadas para a realização e complementação das descrições de cada espécie e para estudo aprofundado do gênero.

Para a terminologia morfológica utilizada adotou-se Radford et al. (1974), e para consultas sobre características vegetativas e reprodutivas do gênero Howard, R. A. (1948).

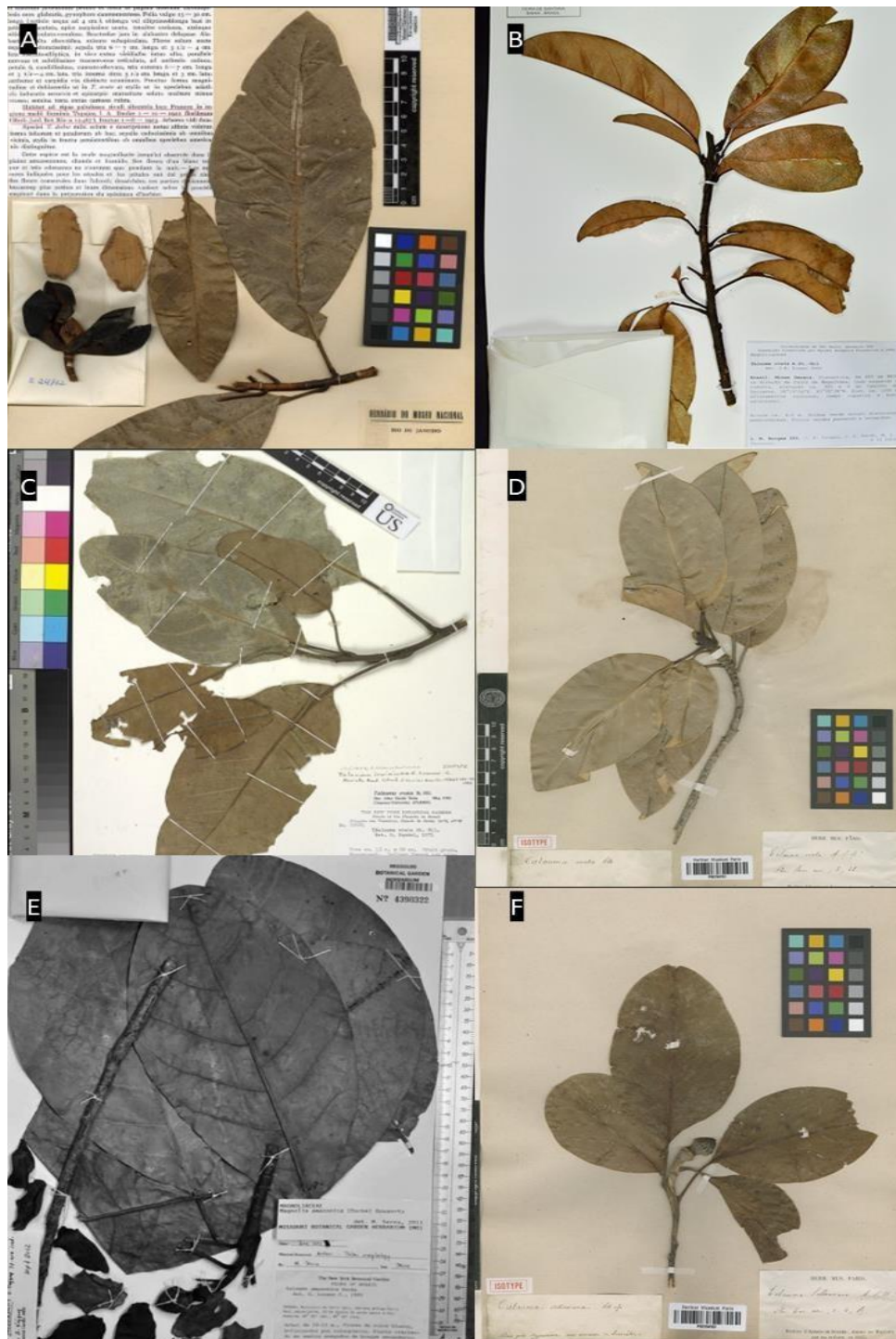


Figura 5. Variedade foliar. **A.** *M. amazonica* Ducke, W.A., s.n; **B.** *M. brasiliensis* L.M Borges. 393; **C.** *M. irwiniana* Lozano-Contreras, G. 1990; **D.** *M. ovata* Saint-Hilaire, s.n; **E.** *M. paranaensis* R. Callejas et al.1871; **F.** *M. sellowiana* Saint-Hilaire, s.n. (JSTOR, 2021).

2.4. Morfometria

Para análise morfométrica tradicional, e para obtenção de medidas, folhas de espécies de *Magnolia* foram selecionadas para análise, foram utilizadas 28 fotos de herbário. Para conduzir a análise morfométrica geométrica, o software TpsUtil1.61 (Rohlf 2015) foi usado para transformar fotografias em um formato de arquivo TPS. Em seguida, o software TpsDig 2.32 (Rohlf 2005) foi usado para digitalizar pontos de referência em imagens em escala padronizada de 1 centímetro, no total 18 landmarks foram adicionados em cada folha.

2.5. Mapas de distribuição

Um banco de dados de registros de distribuição foi construído principalmente a partir de espécimes com identificação confirmada, com registros adicionais extraídos do banco de dados Re flora (<http://reflora.jbrj.gov.br/>) e specieslink (<https://specieslink.net>), onde foi possível uma identificação segura das espécies a partir de elementos fotográficos e de distribuição. Os mapas de distribuição foram elaborados no QGIS (QGIS Development Team).

2.6. Avaliação de Conservação de Espécies

Foram realizadas análises geoespaciais para determinação de área de ocupação e extensão de ocorrência, através do software GeoCAT (Geospatial Conservation Assessment Tool) (Bachman et al., 2011) disponível online (<http://geocat.kew.org/editor>), e calculada a categoria da IUCN (International Union for Conservation of Nature) para cada espécie, esperando se encontrar as seguintes categorias disponíveis para análise (Fig.7): LC-Segura ou pouco preocupante, espécies bem distribuídas e sem nenhum risco; NT-Quase ameaçada, onde em um futuro próximo pode ser considerada em perigo; VU-Vulnerável, possuem risco por conta de algum fator como destruição de habitat, porém circunstâncias podem mudar sua situação; EN-Em perigo, espécie provavelmente pode vir à extinção; CR-Em Perigo Crítico, risco elevado de extinção na natureza; EW- Extinta na natureza, quando nenhum indivíduo é encontrado seu habitat conhecido; EX-Extinta, situação em que não há dúvidas de que o último indivíduo veio a morrer; DD-Dados Insuficientes, quando não há informações

suficientes para que haja uma avaliação; NE-Não avaliada, espécie não submetida a critérios de avaliação de risco (IUCN, 2001).



Figura 6. Estrutura das categorias de ameaça (extraído de IUCN, 2001)

3. OBJETIVOS

Frente às lacunas de informação sobre o gênero *Magnolia* e as divergências entre as delimitações das espécies ocorrentes no Brasil, o presente trabalho teve como objetivos:

- Realizar um tratamento taxonômico com descrições morfológicas para as espécies de *Magnolia* ocorrentes no Brasil;
- Entender os padrões de distribuição das espécies nativas do Brasil;
- Contribuir com observações fenológicas, morfológicas, ecológicas e distribucionais para a avaliação do estado de preservação das espécies e das populações;
- Identificar novos caracteres morfológicos para a circunscrição das espécies de *Magnolia* do Brasil;
- Avaliar o estado de conservação das espécies nativas do Brasil.

Esta dissertação está dividida em dois capítulos, sob a forma de manuscritos a serem submetidos a revistas específicas para publicação, de acordo com o escopo do trabalho.

Capítulo 1. Taxonomic Revision of *Magnolia* sect. *Talauma* in Brasil. (a ser submetido a revista PhytoKeys)

Capítulo 2. Use of geometric morphometry as a tool to distinguish species of the genus *Magnolia* sect. *Talauma* (Magnoliaceae). (a ser submetido a revista Phytokeys)

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abràmoff, M.D., Magalhães, P. J. & Ram, S.J. 2004. Image Processing with ImageJ. *Biophotonics International* 11: 36-42.

Arteaga-Rios, L. D., J. Mejía-Carraza, J. L. Piña-Escutia, J. G. González-Díaz & A. Rivera-Colín. 2020. Comparación molecular y morfológica entre ejemplares de

Magnolia mexicana “Yoloxóchitl”(Magnoliaceae) del estado de México y Veracruz. *Polibotánica* 49: 107-124.

Angiosperm Phylogeny Group. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society* 181: 1-20.

Azuma, H., García-Franco, J. G., Rico-Gray, V. & Thien, L. B. 2001. Molecular phylogeny of the Magnoliaceae: the biogeography of tropical and temperate disjunctions. *American Journal of Botany* 88: 2275-2285.

Bachman, S., Moat, J., Hill, A. W., de Torre, J. & Scott, B. 2011. Supporting Red List threat assessments with GeoCAT: geospatial conservation assessment tool. *ZooKeys* 150: 117–126.

BGCI. 2008. Global survey of ex situ Magnoliaceae collections.

Campos, J. B., Tossulino, M. de G. P. & Müller, C. R. C. 2006. Unidades de Conservação: ações para valorização da biodiversidade. Instituto ambiental do Paraná.

Castañeda, A. J. P. 2015. Taxonomía y conservación de la familia Magnoliaceae en el Ecuador. Dissertação de Mestrado. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.

Cires, E., De Smet, Y., Cuesta, C., Goetghebeur, P., Sharrock, S., Gibbs, D., Oldfield, S., Kramer, A. & Samain, M. S. 2013. Gap analyses to support ex situ conservation of genetic diversity in Magnolia, a flagship group. *Biodiversity and conservation* 22: 567-590.

Cicuzza, D., Newton, A. C. & Oldfield, S. 2007. The red list of Magnoliaceae.

Figlar, R. B. & Nooteboom, H. P. 2004. Notes on Magnoliaceae IV. *Blumea Biodiversity, Evolution and Biogeography of Plants* 49: 87-100.

International Union For Conservation Of Nature 2001. IUCN Red List categories and criteria. IUCN.

- Gottsberger, G., Silberbauer-Gottsberger, I., Seymour, R. S. & Dötterl, S.** 2012. Pollination ecology of *Magnolia ovata* may explain the overall large flower size of the genus. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* 207: 107-118.
- Howard, R. A.** 1948. The morphology and systematics of the West Indian Magnoliaceae. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 75: 335-357.
- Jussieu, A. L.** 1789. *Genera plantarum secundum ordines naturales disposita*. apud viduam Herissant et Theophilum Barrois.
- Law, Y.** 1984. A preliminary study on the taxonomy of the family Magnoliaceae. *Journal of Systematics and Evolution* 22: 89.
- Lozano-Contreras, G.** 1990. Magnoliaceae nativas del Brasil. *Rev. Acad. Colomb. Cienc* 17: 579-583.
- Mello-Silva, R. (in memoriam), Pirani, J.R. & Cordeiro, I.** 2020 Magnoliaceae in Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil2020.jbrj.gov.br/FB603564>. (acesso: 12-I-2023)
- Nooteboom, H. P.** 1985 Notes on Magnoliaceae with a revision of *Pachylarnax* and *Elmerrillia* and the Malesian species of *Manglietia* and *Michelia*. *Blumea: Biodiversity, Evolution and Biogeography of Plants* 31: 65-121.
- Perez, A. J., Arroyo, F., Neill, D. A. & Vázquez-García, J. A.** 2016. *Magnolia chiguila* and *M. mashpi* (Magnoliaceae): two new species and a new subsection (*Chocotalauma*, sect. *Talauma*) from the Chocó biogeographic region of Colombia and Ecuador. *Phytotaxa* 286: 267-276.
- QGIS Development Team.** 2015. QGIS geographic information system. Open source geospatial Foundation project.
- Radford, A. E., Dickson, W. C., Massey, J. R. & Bell, C. R.** 1974. *Vascular Plant Systematics*. Nova Iorque: Harper And Row Publishers.
- Rivers, M., Beech, E., Murphy, L. & Oldfield, S.** 2016. The red list of Magnoliaceae-revised and extended. Botanic Gardens Conservation International.

Rohlf, F. J. 2015 The tps series of software. *Hystrix*, 26: 9-12.

Rohlf, F. J. 2018. TpsDig. Version 2.32. 2018. Disponível em: <https://www.sbmorphometrics.org/>. (acesso: 17-III-2023).

Roberge, J. M. & Angelstam, P. E. R. 2004 Usefulness of the umbrella species concept as a conservation tool. *Conservation biology* 18: 76-85.

Sánchez-Velásquez, L. R., Pineda-López, M. R., Vásquez-Morales, S. G. & Avendaño-Yáñez, M. L. 2016. Ecology and conservation of endangered species: The case of magnolias. *Endangered Species*. USA: Nova Sciences Publishers, Inc, pp 63-84.

Sarker, S. D., Latif, Z., Stewart, M. & Nahar, L. 2002. Phytochemistry of the genus *Magnolia*. *Magnolia*. The genus *Magnolia*, pp 21-74.

Serna, M. 2005. Análisis filogenético de *Dugandiodendron* (Magnoliaceae) e implicaciones en conservación de Magnoliaceae colombianas. Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.

Stevens, P. F. 2001. ANGIOSPERM PHYLOGENY WEBSITE, version 14. Disponível em: <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>. (acesso: 17-III-2023).

Sharma, M. V. & Armstrong, J. E. 2013. Pollination of *Myristica* and other nutmegs in natural populations. *Tropical Conservation Science* 6: 595-607.

Thiers, B. M. 2023. Index Herbariorum: a global directory of public herbaria and associated staff. Disponível em: <https://sweetgum.nybg.org/science/ih/>. (acesso: 24-II-2023).

Townsend, C. R., Begon, M. & Harper, J.L. 2009. Fundamentos em ecologia. 3rd ed. Porto Alegre: Artmed.

Vázquez-García, J. A., Neill, D. A., Pérez-C, A. J., Arroyo, F. Núñez-V M. P., Serna, M., Arce, E. de C., Domínguez-Y, R., Véliz-P, M. E., Pérez-F, M. A., Muñiz-C, M. A. & González, A. S. 2014. Magnoliaceae en el Neotrópico: riqueza, endemismo y estado de conservación. *In: Memorias del XI Congreso Latinoamericano de Botánica*. Salvador, Bahía, Brasil. pp. 19-24.

Vázquez-García, J. A., Neill, D. A., Shalisko, V., Arroyo, F. & Merino-Santi, R. E. 2018. *Magnolia mercedesiarum* (subsect. Talauma, Magnoliaceae): a new Andean species from northern Ecuador, with insights into its potential distribution. *Phytotaxa* 348: 254–268.

Vázquez-García, J. A., Pérez-Farrera, M. A., Martínez-Camilo, R., Muñiz-Castro, M. A. & Martínez-Meléndez, N. 2013. *Magnolia lacandonica* (subsection Talauma, Magnoliaceae), a new rainforest species from Chiapas, Mexico. *Phytotaxa* 79: 30-36.

Wang, Y. B., Liu, B. B., Nie, Z. L., Chen, H. F., Chen, F. J., Figlar, R. B. & Wen, J. 2020. Major clades and a revised classification of *Magnolia* and Magnoliaceae based on whole plastid genome sequences via genome skimming. *Journal of Systematics and Evolution* 58: 673-695.

Watanabe, K., Ikegami, F., Horie, S. 2002. Introduction—The Genus *Magnolia*. In: *Magnolia*. CRC Press. pp. 13-19.

CAPÍTULO

Revisão taxonômica *Magnolia*

Neste capítulo é apresentado o tratamento taxonômico das espécies *Magnolia* ocorrentes no Brasil. Nele, são disponibilizados uma listagem atualizada das espécies ocorrentes no país, chave de identificação, descrições detalhadas, comentários taxonômicos e distribuição geográfica, avaliação do estado de conservação e fotografias de importantes detalhes morfológicos do táxon.

Capítulo submetido na PhytoKeys



FotoMagnoliaZavatin, D.

Taxonomic revision of the native *Magnolia* (Magnoliaceae) species of Brazil

Juliana Cruz Jardim Barbosa^{1*} Maria Beatriz Rossi Caruzo², Ana Rita G. Simões³, Marie-Stéphanie Samain⁴

1 Instituto de Pesquisas Ambientais, Unidade Jardim Botânico, Avenida Miguel Stéfano, 3687, Água Funda, CEP 04301902, São Paulo, São Paulo, Brazil **2** Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Instituto de Ciências Ambientais, Químicas e Farmacêuticas, Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva, Rua Prof. Arthur Riedel, 275 Eldorado, CEP 09972-270, Diadema, São Paulo, Brazil **3** Royal Botanic Gardens, Kew, TW9 3AE, Richmond, London, United Kingdom **4** Instituto de Ecología, A.C., Centro Regional del Bajío, Red de Diversidad Biológica del Occidente Mexicano, Avenida Lázaro Cárdenas 253, 61600 Pátzcuaro, Michoacán, Mexico.

*Corresponding author: Juliana Cruz Jardim Barbosa (juliana.cruz.jardim@gmail.com)

Running head: Taxonomy of native Brazilian *Magnolias*

Abstract

The genus *Magnolia* (Magnoliaceae) has a wide and disjunct geographic distribution ranging from Eastern and South Asia to Malaysia, extending across the Nearctic and reaching into the Neotropics. Regarding its infrageneric classification, the genus is divided into three subgenera: *Yulania*, *Gynopodium* and *Magnolia*, the latter including the section *Talauma* in which the native Brazilian taxa are classified. The species of *Magnolia* sect. *Talauma* can be recognized by two parallel longitudinal scars on the petiole formed by the shedding of the stipules, in addition to a woody syncarp that breaks into irregular plates at dehiscence. Currently, in Brazil, species recognition is not clear on national platforms that are widely used by the Brazilian botanical community (e.g. Flora do Brasil), with only two native *Magnolia* species being accepted: *M. amazonica* and *M. ovata*. The lack of knowledge about the species and their respective characteristics has resulted in many identification errors in Brazilian herbaria, which contributes to the lack of knowledge about their current conservation status. We conducted a complete taxonomic revision based on extensive fieldwork, a herbarium survey, along with literature study. Based on this, we propose to recognize three previously described species, supporting the acceptance of five native *Magnolias* occurring in Brazil, namely: *M. amazonica*, *M. brasiliensis*, *M. irwiniana*, *M. ovata* and *M. sellowiana*. However, we follow the Flora do Brasil in maintaining *M. paranaensis* as a synonym of *M. ovata*. Additionally, we designate a lectotype for *M. sellowiana*. We present morphological descriptions and the geographic distribution for each species, in addition to an identification key to all of these plus the two introduced ornamental species from Asia and North America, illustrations, photographs, ecological data, updated conservation status and taxonomic notes.

Keywords: Brazilian Flora, conservation, Magnolioideae, distribution, Neotropics, sect. *Talauma*, Pinha-do-brejo, taxonomy

Introduction

Magnolia L. is a genus of approximately 370 species distributed disjunctly ranging from Eastern and South Asia to Malaysia, extending across the Nearctic (Canada and USA) and reaching into the Neotropics (Stevens 2001; Aldaba Núñez et al., unpublished data). *Magnolia* species have an important ornamental value due to their colorful and showy flowers (e.g., *Magnolia grandiflora* L., *M. liliiflora* Desr., *M. × soulangeana* Soul.-Bod., *M. virginiana* L., *M. ovata* (A.St.-Hil.) Spreng.), and some species have also been used in traditional medicine (e.g., *M. dealbata* Zucc., *M. liliiflora*,

M. mexicana DC. and *M. officinalis* Rehder & E.H.Wilson) or as a timber species (e.g., *Magnolia dixonii* (Little) Govaerts, *M. grandiflora*, *M. striatifolia* Little) (Pérez-Castañeda 2015, Wang et al. 2020, Xie et al. 2022).

Despite its scientific and economic relevance, the taxonomy of *Magnolia* is incomplete, and so far, few in-depth studies have been conducted to understand all variation in its morphological characters, despite the recognition of moderate phenotypic plasticity in Magnoliaceae (Vázquez-García et al. 2014; Gutiérrez-Lozano et al. 2021). Among the studies conducted within the genus, those combining morphological and molecular data to compare individuals of widely distributed species stand out (e.g. Arteaga-Rios et al. 2020). Such studies highlight significant morphological variations and mostly conclude that different species may be confused as a single widely conceptualized species, with a large variation in occurrence and morphology (Arteaga-Rios et al. 2020). This shows the need for further research to clarify the taxonomy of this genus, especially regarding species delimitation.

Regarding its infrageneric classification, *Magnolia* is divided into three subgenera (Figlar and Nooteboom 2004) (subgen. *Magnolia*, subgen. *Yulania* (Spach) Rchb. And subgen. *Gynopodium* (Dandy) Figlar and Noot.) and 15 sections (Wang et al. 2020). *Magnolia* sect. *Talauma* belongs to the subgenus *Magnolia* and is the richest section in terms of species number, with nearly 130 taxa (Pérez-Castañeda 2015, Aldaba Núñez et al., unpublished data). All native *Magnolia* species occurring in Brazil belong to section *Talauma* subsection *Talauma*. Its species are characterized as perennial trees with stomata grouped in numbers of two, three, or five (Figlar and Nooteboom 2004; Wang et al. 2020). The stipules are fused to the petiole, leaving two parallel longitudinal scars after shedding (Fig. 1). The flowers are terminal, protected by one or two bracts, here referred to as 'perula' (Treseder 1978) (Fig. 2), with three sepals, six or seven petals, usually white or yellow, thick and fleshy. In a considerable number of species, the sepals and petals are not differentiated and are named tepals (Beentje 2010). The androecium has 20-220 stamens, and the carpels in the gynoecium can be few or numerous, free or, predominantly in South American species, fused, with each carpel having two ovules (Fig. 3). The fruit is apocarpous, multifollicular, or, in the South American species, a woody syncarp that splits into irregular plates upon dehiscence, exposing seeds with reddish or orange sarcotesta, which are individually pendulous by a funiculus (Fig. 4) (Law 1984; Lozano-Contreras 1990; Vázquez-García et al. 2016; Mello-Silva et al. 2023).

Eichler (1864) recognized two species of Magnoliaceae for Brazil: *Talauma ovata* A.St.-Hil. And *T. dubia* Eichler. Lozano-Contreras (1990), in a more comprehensive study on the family in Brazil, recognized four species for the country: *T. amazonica* Ducke, *T. irwiniana* Lozano, *T. ovata* (synonymizing *T. dubia*, due to their similarity in their leaf blade shape, number of carpels, syncarp morphology and because they do not present an indument on any of their structures), and *T. sellowiana* A.St.-Hil. Vázquez-García et. Al (2013) described *Magnolia paranaensis* as a new species for Brazil, based on new records, restricted to the Serra do Mar (Paraná). de Azevedo et al.(2018) described *M. brasiliensis* C.O. Azevedo, A.F.P. Machado & A. Vázquez, based on material collected in the states of Bahia and Minas Gerais, which were the first records of Magnoliaceae for the Northeast region of Brazil up to that point. However, considering a broader concept of species, the authors of the Flora do Brasil 2023 treatment (Mello Silva et al. 2023) only accepted four species: *M. amazonica* (Ducke) Govaerts and *M. ovata*, as native to the country, and *M. champaca* L. and *M. grandiflora* L., both introduced and cultivated. They synonymized *M. brasiliensis* with *M. amazonica*, and *M. irwiniana*, *M. paranaensis*, and *M. sellowiana* with *M. ovata*, without further explications. In the "Magnoliaceae Red List" (Rivers et al. 2016), as well as on platforms where the accepted names of *Magnolia* for Brazil are found, such as SpeciesLink (2023), there are differences in species determinations, which evidences divergence in their delimitation among different authors, causing confusion in the identification of material collected throughout the country.

In 2018, Azevedo and colleagues realized that some paratypes of *M. brasiliensis*, initially identified as *M. ovata* by Pirani, De Mello-Silva (1996) in their revision of Magnoliaceae in Serra do Cipó, Minas Gerais, did not provide information on important characters that could help distinguish the species, such as the number of stamens and carpels. Although *M. ovata* is included as one of the species within the section *Talauma* in Wang et al. (2020), the specimen used for this phylogenetic analysis was *R. Mello-Silva et al. 50* (US), the same material used by de Azevedo et al. (2018) to describe *M. brasiliensis*. This is a good example of the widespread misidentification of distinct species as *M. ovata*.

The difficulties in delimiting the species that are addressed in this work not only affect the taxonomic scope, where identification errors are leading to wrong interpretations in broad studies, but also have consequences for the assessment of the conservation status of the taxa involved. With only two species without conservation problems, while the rest are Endangered or Data Deficient, conservation actions are urgently needed. The conservation status of the Brazilian *Magnolia* species, mentioned by Rivers et al. (2016), were assessed as follows: *M. amazonica*: Least Concern (LC); *M. irwiniana*: Endangered (EN); *M. ovata*: Least Concern (LC); *M. paranaensis*: Data Deficient (DD); and *M. sellowiana*: Data Deficient (DD). In 2021, Lamarche & Azevedo assessed *M. brasiliensis* as Endangered (EN) in the International Union for Conservation of Nature (IUCN) Red List (2022).

Taxonomic disagreements, such as the delimitation of species and the number of accepted names by different authors, have a significant impact on our understanding of the actual distribution and current conservation status of *Magnolia* species, especially regarding the supposedly widely distributed *M. ovata*. This study aims to expand the taxonomic knowledge of *Magnolia* in Brazil, focusing on the native species, and contribute to the conservation of the genus' diversity in the Neotropical region.

Material and methods

To perform the analysis of botanical material, protologues and images from type collections in virtual databases such as Tropicos (2023) and JSTOR (2023) were consulted, in addition to visits to seven herbaria (HEPH, HUFSP, RB, SP, VIC, SPSF, MBM, ESA) (Thiers continuously updated). A total of approximately 100 specimens were analyzed physically, supplemented by field observations of species' populations in their natural habitats, and approximately 180 specimens were studied in databases such as Flora e Funga do Brasil (2023) and SpeciesLink network (2023), provenant from 24 herbaria (CEN, ESA, F, FURB, G, HEPH, HJ, HUEFS, IAN, ICN, JOI, MBM, MO, NY, P, RB, S, SP, SPSF, UB, UEC, UPCB, US, VIC) (Thiers, continuously updated). All material collected during fieldwork was herborized following traditional techniques as described in Mori (1989), and samples were deposited in the HUFSP and SP herbaria. Measurements were obtained from the examined specimens, considering the smallest and largest structure analyzed, when available. In addition, tables with morphological characters (e.g., leaf shape, petiole scars, pubescence, fruits), protologue descriptions, the reference work by Lozano-Contreras (1990), and observations made, were used to complement the descriptions of each species and for further understanding the genus, such as the study of ecology and distribution. Definitions of botanical characters and terms were taken and adapted from Radford et al. (1974), Howard (1948) and Lozano-Contreras (1990).

A database of distribution records was constructed from specimens with confirmed identifications by the first author of this paper, with additional records extracted from the Flora e Funga do Brasil (2023) and SpeciesLink network (2023) databases, where the species identification was possible based on morphological and distributional information. Distribution maps were produced using QGIS software v. 3.28.3 (QGIS Development Team 2015). The Brazilian regions mentioned in the work follow those of the IBGE (2017) on the regional divisions and subdivisions of Brazil.

Geospatial analyses were conducted to determine the Area of Occupancy (AOO) and the Extent of Occurrence (EOO) using the online Geospatial Conservation Assessment Tool (GeoCAT) software (Bachman et al. 2011) (<http://geocat.kew.org/editor>). The IUCN categories and criteria (2022) were used to assess the preliminary conservation status for each of the species studied.

Results

Seventeen morphological characteristics were obtained for analysis and preparing the descriptions and the identification key. Ten locations were visited in the Southeast, South and Central-West regions of Brazil.

Five species of *Magnolia* native to Brazil are here recognized: *M. amazonica*, *M. brasiliensis*, *M. irwiniana*, *M. ovata* and *M. sellowiana*, whereas *M. paranaensis* is considered a synonym of *M. ovata*. Most species occur in riparian forests and rainforest, with the exception of *M. brasiliensis*, which is found in semi-deciduous seasonal forest (Rizzini 1979).

Taxonomic treatment

Magnolia L.

Type. *Magnolia virginiana* L.

Trees or shrubs, evergreen or deciduous, branches lenticulate with internodes marked by annular scars, stipules free or, in Neotropical species (*Magnolia* sects. *Talauma* and *Macrophylla*), attached to the petiole, leaving 2 parallel longitudinal scars after shedding. Flowers terminal, solitary, protected by 1–2 bracts (perula); sepals 3; petals 3–12(–15), fleshy, cream-colored; stamens 20–220; carpels few to numerous, free or, predominantly in South American species, coalescent; ovules 2–(5), pollen large, > 50 µm diameter, stamens deciduous during male phase (except sect. *Oyama*). Fruit apocarpic, multifollicular or, predominantly in South American species, syncarpous, woody, which breaks into irregular plates at dehiscence, exposing the seeds provided with reddish or orange sarcotesta, which are individually pendulous by a funiculus (Figures 1–4) (Lozano-Contreras 1990; Figlar & Nooteboom 2004; Vázquez-García et al. 2016; Mello-Silva et al. 2023).

Distribution and habitat. Magnolias tend to occur at higher altitudes, mostly in high and humid forests. Preference and resistance in environments with varying temperatures and precipitation depend on the species (Song et al., 2019; Aldaba Núñez et al., unpublished data). Its distribution ranges from Eastern and South Asia to Malaysia, extending across the Nearctic (Canada and USA) and reaching into the Neotropics (Stevens, 2001; Aldaba Núñez et al., unpublished data). In Brazil, it is found in North, Northeast, Central-West, Southeast and South regions, at elevations approximately ranging between 200 and 1400 m. It occurs in anthropized areas, riparian forest, ‘terra firme’ forest, ‘várzea’ forest, and rainforest (Rizzini 1979; Eiten 1983).

We here provide an identification key to distinguish all Brazilian Magnolias, including both native and cultivated species.

Key to sections of the genus *Magnolia* in Brazil

1. Flower terminal, anther dehiscence introrse.....2
 - Flower pseudo-axillary, anther dehiscence latrorse.....sect. *Michelia*
2. Stipular scar covering the entire petiole, fruit globose to ellipsoidal.....sect. *Talauma*
 - Stipular scar covering a small area of the petiole, fruit ovoid.....sect. *Magnolia*

Key to species of *Magnolia* in Brazil

1. Predominant branching pattern syllepsis, stamens during the male phase shedding.....2
 - Predominant branching pattern prolepsis, stamens during the male phase persistent.....*M. champaca* (introduced and cultivated)
2. Fruit ovoid, stamens pubescent.....*M. grandiflora* (introduced and cultivated)
 - Fruit globose to ellipsoidal, stamens glabrous.....3
3. Branches pubescent.....4
 - Branches glabrous.....5
4. Leaf margins entire, symmetrical..... 6
 - Leaf margins sinuate, asymmetrical.....*M. irwiniana*
5. Fruits strigose, leaves coriaceous.....*M. brasiliensis*
 - Fruits glabrous, leaves papyraceous.....*M. ovata*
6. Leaves broadly elliptic, secondary veins 5–13 pairs, carpels ca. 100... *M. sellowiana*
 - Leaves elliptic, secondary veins 8–19 pairs, carpels ca. 46.....*M. amazonica*

Magnolia amazonica (Ducke) Govaerts, World Checkl. Bibliogr. Magnoliaceae, 70. 1996.

Figures 5, 6, 11

≡ *Talauma amazonica* Ducke, Arch. Jard. Bot. Rio de Janeiro 4: 11. 1925.

Type. BRASIL. "Prope medium flumen Tapajoz civitatis Pará loco Francez", fl, 10 January 1922, A. Ducke 12487 (holotype: RB! [RB00540679]; isotypes: B! [B10 0248229], BM! [BM000551380, BM000551379], G! [G00352605], K! [K000470024, K000470025], P! [P00734783], R! [R000024142], RB! [RB00556527, RB00556528], S! [SR6051]).

Description. **Trees** 15–20 m tall; **branches** cylindrical, yellowish-brown, lenticulate, tomentose at annular scars closest to the flower bud, trichomes yellowish. **Stipules** adnate to petiole, green, oblong to conical, apex obtuse, base truncate, deciduous, tomentose. **Petioles** 1.8–5 cm long, stipular scar ranging from 90% to 100% of its length, tomentose when young and short, trichomes glabrescent. **Leaf blades** 11–28 cm × 4–12.4 cm, elliptic, base cuneate to acute, apex acute, margin entire; slightly coriaceous; venation pinnate, brochidodromous, 8–19 pairs of secondary veins irregularly spaced apart; when young tomentose abaxially, adaxially glabrous, yellowish-green. **Peduncle** cylindrical, tomentose at the annular scars, yellow trichomes, annular scars present. **Flowers** terminal, solitary; **flower bud** 3.95–6.34 cm × 3.25–4.70 cm, ovoid, yellowish-white, glabrous, protected by perula enveloping and protecting the flower bud, perula concave, brownish when dried; **outer sepallid tepals** 3, 5–7 × 3–4 cm, asymmetrical, base cuneate, apex rounded, yellowish when dry; **inner petaloid tepals** 6, 6–7 cm × 3–5 cm, oblong, base attenuate, apex rounded, brown when dry; **stamens** ca. 100, laminar, slightly falcate, spirally arranged in 4–5 series, apex obtuse, whitish to yellowish, thecae 2, anthers introrse, dehiscence longitudinal; **gynoecium** 1.97 cm × 1.78 cm, conical, yellowish, carpels ca. 46. **Immature fruits** 4.4–5.5 cm long, 5 cm in

diameter, globose, with puberulent pubescence, dehiscence circumscissile, in irregular syncarpous masses; **seeds** 1–2 per carpel, sarcotesta red.

Distribution and habitat. *Magnolia amazonica* is the only Brazilian *Magnolia* known from the Amazon region. In Brazil, it is found in the North (Amazonas and Pará) and Southeast (Rio de Janeiro) regions, and it is also known from the tropical forests of Peru and Bolivia (Lozano-Contreras 1990), although other species have been recently described there, being segregated from this species, e.g. *M. peruviana* A. Vázquez. As a consequence, the presence and distribution of *M. amazonica* in that country needs further investigation. *Magnolia amazonica* is a perennial tree that grows up to 20 m tall in Amazon rainforest.

Phenology: Its creamy-white flowers open at night and were collected in mid-January. Its fruits were observed in mid-July (Ducke 1925).

Preliminary conservation status. This species has previously been assessed as Least Concern (LC) (Khela 2014). However, in this analysis (Brazilian specimens) its area of occupancy (AOO) is about 44.000 km² and it is considered to be Endangered (EN) B2b (i,ii) (IUCN 2022). It is likely that this species is declining due to deforestation and land use changes, especially in the northern region of the country, where unfortunately there are flawed laws regarding preservation (Gonçalves et al. 2010). In addition, with the recent description of a *Magnolia* species in its distribution area in Peru (*M. peruviana*), the delimitation of *M. amazonica* may be narrowed in the future, with further studies. Therefore, the conservation status will also likely need to be updated.

Specimens examined. BRASIL. Pará: Novo Progresso, Serra do Cachimbo, Área da Aeronáutica torre 2 do Stand de tiro, mata de transição com campinarana, solo areno-argiloso, 9°19'16"S a 9°16'196"S, 54°59'42"W a 54°56'222"W, 20 Aug 2003, A.S.L. Silva 3967 (RB787799); **Rio de Janeiro:** Município Silva Jardim, Reserva Biológica de Poço das Antas, Trilha do Morro do Calcário, 22°30'/22°33'S, 42°15'/42°19'W, 5 Mar 1993, S.M. Barreto 30 (RB300133); Nova Iguaçu, Margem do Brejo do Macuco, 12 Dec 2001, S.J. Silva Neto & M.V. Pereira-Moura 1573 (RB364320); Nova Iguaçu, Região SE, Rebio, Tinguá, Estrada do Ouro, Ponto 154, Planalto próximo a entrada para Igrejinha de Santana, 600 msm, 22°33'56.9"S 43°28'11.2"W, 25 Jan 2006, R.D. Ribeiro 569 (RB419738).

Notes. *Magnolia amazonica* is recognized by its puberulent-tomentose pubescence (on several of its structures, e.g., branches, stipules, petioles (Table 1), and can be found in the Amazon region of the country.

The specimen A.S.L. Silva 3967 in the herbarium of the Botanical Garden of Rio de Janeiro (RB787799) had been erroneously identified as *M. ovata*, likely because of the similarity in the leaf shape between both species. However, they can be differentiated by the absence of trichomes in *M. ovata* (vs. trichomes present on petiole and branches in *M. amazonica*) and the number of carpels: 144–150 in *M. ovata* vs. 98–102 in *M. amazonica*.

Magnolia brasiliensis C. O. Azevedo, A. F. P. Machado & A. Vázquez, Brittonia 70(3): 307. 2018. Figs. 6, 7

≡ *Talauma brasiliensis* (C.O.Azevedo, A.F.P.Machado & A.Vázquez) Sima & Hong Yu, J. W. China Forest. Sci 49(4): 34 (2020).

Type. BRASIL. Bahia: Vitória da Conquista, Poço Escuro, 14°52'S, 41°0'W, 900–1300 m, fl., 10 November 2008, C. O. Azevedo et al. 354 (holotype: HUEFS! [HUEFS000037437]).

Description. **Trees** 10–20 m tall; **branches** cylindrical, blackish when dried, with sparse lenticels, glabrous. **Stipules** adnate to petiole, 4–5 mm long, green, oblong to conical, apex obtuse, base

truncate, deciduous, glabrous. **Petioles** 1.8–3.8 cm long, stipular scar along their entire length (100%), glabrous. **Leaf blades** 7.5–15.2 cm × 3.5–7.1 cm, elliptic to oval, base acute, apex acute to obtuse, margin entire, strongly coriaceous when dried, venation pinnate, brochidodromous, 8–12 pairs of secondary veins, glabrous, prominent on both faces. **Peduncle** cylindrical, glabrous, annular scars present. **Flowers** terminal, solitary, **flower bud** ellipsoid, 3–4 × 2–2.5 cm; protected by perula enveloping and protecting the flower bud, perula concave, green to yellowish when mature, brownish when dried; **outer sepaloid tepals** 3, 3–3.2 cm × 2.4–3.2 cm, navicular, obovate, base truncate, apex rounded, greenish; **inner petaloid tepals** 6 (7), 3–3.5 cm × 1.3–1.7 cm, navicular, spathulate, apex obtuse, base attenuate to truncate, cream-colored; **stamens** 75–93, 8–9 mm, laminar, slightly falcate, arranged spirally in 4–5 series, apex obtuse, whitish to yellowish, thecae 2, anthers introrse, dehiscence longitudinal; **gynoecium** 1.8–2 cm × 1–1.3 cm, conical to ellipsoid, cream-colored, slightly suberous, carpels 40–57. **Immature fruits** 4.4–6.7 cm long, 5 cm in diameter, obovoid to broadly ovoid, occasionally subspherical, cream-green basally, dark green distally, lenticellate, with short yellowish strigose trichomes; **mature fruits** 7–8 cm × 6–7 cm subspherical, dehiscence circumscissile, in irregular, blackish syncarpous masses; **carpels** slightly prominent, blackish on dorsal wall; **seeds** 1–2 per carpel, angular, obovoid, 8–12 mm long, 5 mm thick (broadest side), sarcotesta dark red, scented.

Distribution and habitat. *Magnolia brasiliensis* is an endemic species that has been found in the states of Bahia and Minas Gerais, typically at 900–1300 m elevation (de Azevedo et al. 2018). In Bahia, it occurs in Mata de Cipó, in semi-deciduous seasonal forest, in the transition between Caatinga and Atlantic Forest. In Serra do Espinhaço, in Minas Gerais, *M. brasiliensis* is always associated with watercourses and riparian forests (de Azevedo et al. 2018).

Phenology. The species was observed flowering between October and December and fruiting between January and March.

Preliminary conservation status. This species has been assessed as Endangered (EN) (Lamarche and de Azevedo, 2021), which is confirmed in this analysis, despite a few additional records. The area of occupancy (AOO) is about 24,000 km² and it is thus considered to be Endangered (EN) B2b (i,ii) (IUCN 2022), mainly taking into account its low occurrence number in current localities, and the possible risk of degradation of its natural habitat in the state of Bahia.

Specimens examined. BRASIL. Bahia: Morro do Chapéu, Rio Ferro Doido, 22 km L de Morro do Chapéu, 01 May 1999, *F. França* 2780 (HUEFS37437); Vitória da Conquista, Chapada dos Cactos, Poço Escuro, 10 Nov 2008, *C. Azevedo* 354 (HUEFS145909); **Minas Gerais:** Conceição do Mato Dentro, Serra do Cipó, 13 Nov 2004, *A.E.H. Salles* 3322 (HEPH12162); Ca. 7 km N.E of Diamantina, road to Mendanha, 29 Jan 1969, *H.S. Irwin* 22808 (V0218886F); Morro do Coco, próximo ao trevo para Diamantina, ca. 1300 m, 18°26'S, 43°41'W, 21 Mar 1989, *R. Mello Silva* 49 (MBM138963, V0218885F); Diamantina, km 685 da BR 367 na direção de Couto de Magalhães, lado esquerdo da rodovia, 18°13'04"S, 43°35'36"W, afloramentos rochosos, campo rupestre e brejo estaciona, 6 Jan 2009, *L.M. Borges* 393 (CEN92706, HUEFS224097, RB664467); Mun. de Jaboticatubas, km 140 ao longo da rodovia Lagoa Santa–Conceição do Mato Dentro, 29 Feb 1980, *J.R. Pirani* 5949 (SP168043); Santana do Riacho, Serra do Cipó, córrego 2 pontinhas, 24 March 1989, *R. Mello Silva* 15953 (US 1483304); Serra do Cipó, córrego 2 pontinhas, ca. 1220 m, 19°85'S 43°34'W, 24 Mar 1989, *R. Mello Silva* 50 (MBM138964, RB409806, V0218888F); Serra do Espinhaço. Serra do Cipó, 18 Feb 1972 *W.R. Anderson* 8935 (US1996644); Serra do Cipó, Mun. Santana do Riacho, rodovia Belo Horizonte, Conceição do Mato Dentro km 112, córrego 2 pontinhas, 1250 m, *A.A. Grillo & M. Sztutman s.n.* (SP13861).

Notes. *Magnolia brasiliensis* is easily distinguished from other species of the genus occurring in Brazil due to its vegetative characteristics (Table 1). The species has elliptic leaves with entire margins, glabrous, coriaceous and smaller (7.5–15.2 cm × 3.5–7.1 cm) (vs. differently shaped,

undented, membranous and larger leaves) when compared to other *Magnolia* species from Brazil. Another interesting character is the short strigose pubescence on its fruit, with linear distribution along its furrows, different from other species where the pubescence is broader and denser (e.g. in *M. amazonica*) (Fig. 7, 11). Moreover, *M. brasiliensis* is the only representative of the genus known from Bahia.

The region where *M. brasiliensis* occurs is drier than that from the other species, in a transition area between Caatinga and Atlantic Forest of Brazil, a region that despite being humid, has a lower intensity of rainfall than other areas of the same domain, which may be a determining factor for the size and texture of the leaves and also for petiole size (Gutiérrez-Lozano et al. 2021).

Magnolia irwiniana (Lozano) Govaerts, World Checkl. and Bibliogr. Magnoliaceae: 71. 1996.

Figs. 6, 8

≡ *Talauma irwiniana* Lozano, Rev. Acad. Colomb. Ci. Exact. 66: 580. 1990.

Type. BRASIL. Goiás: Chapada dos Veadeiros, “ca. 15 km W of Veadeiros”, 1000 m, 12 February 1966, fr., *H.S. Irwin et al.* 12681 (holotype: RB! [RB00540686]; isotypes: COL!, MO! [MO216832], NY! [NY00320735, NY00320738], US! [US00433287, US00433288]).

Description. **Trees** ca. 15 m tall; **branches** cylindrical, with sparse lenticels, with cream-colored, tomentose and glabrescent trichomes, ; **Stipules** adnate to petiole, 0.5–1 cm long, green, oblong to conical, obtuse apex, truncate base, deciduous, tomentose when young. **Petioles** 2.3–6 cm long, stipule scar over its entire length (100%), yellowish-villous-tomentose trichomes when young. **Leaf blades** 9–19 cm × 5–9.2 cm, oval-elliptic, asymmetrical, apex obtuse-rounded, base cuneate-cordate, margin undulate, when young tomentose on abaxial side, glabrescent or trichomes persistent in herbarium material; venation pinnate, brochidodromous, abaxially slightly tomentose when young, adaxially glabrous, brown or yellowish; 6–11 pairs of secondary veins, glabrous, brown or yellowish. **Peduncle** cylindrical, tomentose at the annular scars, yellow trichomes or glabrescent, annular scars present. **Flowers** terminal, solitary, **flower bud** ovoid, 4.1 × 3.5 cm, white, glabrous, protected by the perula which is enclosing and protecting the flower bud, perula concave, brownish when dried; **outer sepaloid tepals** 3, 4.8–5 cm × 2.1–4 cm, cream-colored, navicular, spatulate, apex obtuse, base attenuate to truncate, glabrescent; **inner petaloid tepals** 6, 4.5–4.6 cm × 1.8–2.3 cm, navicular, spatulate, apex obtuse, base attenuate to truncate; **stamens** ca. 114, 1.2–1.4 cm × 0.1–0.2 mm, laminar, slightly falcate, arranged spirally in 4 series, apex obtuse, whitish to yellowish, thecae 2, introrse, dehiscence longitudinal; **gynoecium** conical to ellipsoid, slightly suberous, cream-colored, carpels ca. 111; **Immature fruits** 3–4 cm × 4.2–4.5 cm, obovoid to irregular shape, dehiscence circumscissile, in irregular syncarpous masses, yellow puberulent trichomes, **seeds** 1–2 per carpel.

Distribution and habitat. *Magnolia irwiniana* occurs in tropical deciduous and riparian forests (next to watercourses). During collecting expeditions, it was found exactly in a saturation area, on waterlogged soil. It occurs in the Southeast (São Paulo, Minas Gerais) and Central-West (Goiás) regions.

Phenology. The species was found with flowers between October and January and immature fruit was observed in mid-October and March.

Preliminary conservation status. This species has been assessed as Endangered (EN) (Global Tree Specialist Group, 2014), which is here confirmed. The area of occupancy (AOO) is about 96.000 km² and it is thus considered to be Endangered (EN) B2b (i,ii) (IUCN 2022). Despite having a reasonable number of locations, it was observed during expeditions that the sites where the species was found were degraded or extremely fragmented (in one case having only one adult individual in an area), which exemplifies the serious decline in habitat.

Specimens examined. BRASIL. Distrito Federal: Brasília, Reserva ecológica do IBGE, proximidade do córrego Taquara, na divisa com Jardim Botânico de Brasília (Cristo) e Fazenda Água limpa-FAL-Unb, 13 Feb 2014, *M. Aparecida da Silva* 8015 (RB1140562); **Goiás:** Alto Paraíso de Goiás, Camping Portal da Chapada, Centro Oeste, Mata de galeria, 1164 m, 11 Jan 2002 *L.H. Soares* 1208 (RB534341); Chapada dos Veadeiros, gallery forest and adjacent campo. ca. 15 km. W. of Veadeiros, Goiás, 12 Feb 1966, *H.C. Irwin* 12681 (MO216832, NY320735, IAN137999); Margem esquerda do lago, cerca de 1,5 km após a Barragem (montante), 30 Marc 2005, *A.A Santos* 2576 (CEN66134); Near Pico dos Pirineus, 26 Jan 1968, *H. S. Irwin et al.* 3734 (US2221273); Teresina de Goiás, Estrada Alto Paraíso Teresina, 10 Out 1979, *E. P. Heringer et al.* 1658 (US3319311); **Mato Grosso do Sul:** Bataguassu, estrada para Anaurilândia, 19 Nov 1992, *I. Cordeiro et al.* 922 (SP268180); Estrada Bataguassu–Brasilândia, próximo a Bataguassu, 22 Nov 1991, *I. Cordeiro* 1030 (SP268194); **Minas Gerais:** Fazenda do Toninho, Alvinópolis, 15 Jun 1997, *C..C Paula* 1393 (VIC17332); Araponga, Pq Estadual, perto de um centro de pesquisa, 05 Jan 2008, *B.S. Leoni* 7072 (RB739528); Santos Drummont, Posses, Sítio Aracá, nascentes do córrego Araçá, 1000 m, 21°28'03"S, 43°39'26"W, 15 Oct 2003, *R. Mello Silva* 2168 (RB 394934); Córrego Do Bárbaro, Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, 19 Oct 1997, *J.N. Nakajima* 2990 (ESA102608); Conceição do Mato Dentro, 10 Jan 2022, *J.C.J. Barbosa et al.* 14 (SP540865); Viçosa, 2 Nov 1935, *C. Baez* 1662 (RB210355); Viçosa, Estação de Pesquisa, Treinamento e Educação Ambiental, Mata do Paraíso, 13 Jun 2013, *M.V.R.C Simão* 326 (VIC40472); Sítio Bom Sucesso, fragmento de mata próximo de nascente de rio, 24 Nov 2021, *J.C.J Barbosa & J.D.B. Miranda* 11 (SP540864); **São Paulo:** Estação Ecológica Juréia-Itatins, Margens do Rio Verde, proximidades do Pocinho, 12 Marc 1992 *S. Aragaki* 13 (SP253046); São José do Barreiro, Fazendo Atibaia, Acesso pelo km 258 da Rodovia dos Tropeiros, Interior da Mata do Mascote, 4 Jul 2007, *H. Serafim* 276 (RB719859); Reserva Estadual do Morro do Diabo, Mun. Teodoro Sampaio (à direita do Angelim), 28 Nov 1985, *O.T Aguiar* 152 (SPSF9544); Ubatuba, Praia de Itamambuca, 05 Feb 1996 *H.F Leitão Filho et al.* 34821 (SP295573).

Notes. *Magnolia irwiniana* has been extensively confused with *Magnolia ovata*, but it can be easily distinguished by the asymmetrical leaf with undulate margin, and the presence of trichomes on its structures (vs. symmetrical leaf with entire margin and glabrous structures) and the high number of carpels ca. 111 (vs. 68–71) (Figs.11-12).

Magnolia ovata (A.St.-Hil.) Spreng, Syst. Veg. 4(2): 217. 1827.

Figs. 6, 9

≡ *Talauma ovata* A.St.-Hil., Fl. Bras. Merid. 1: 26, t. 4, f. A. 1824

= *Talauma dubia* Eichler, Fl. Bras., 13 (1): 126, 1864. Type. BRAZIL (W). S.l., s.d., *Pohl s.n.* (lectotype designated here: BR! [BR5429745], isolectotype; BR5430390).

≡ *Talauma paranaensis* (A.Vázquez) Sima & Hong Yu, J. W. China Forest. Sci 49(4): 36 (2020).

= *Magnolia paranaensis* A.Vázquez, Recursos Forest. Occid. México 4(2): 473 (2013). Type. BRASIL. Paraná: Município de Cerro Azul, estrada antiga, Cerro Azul–Jaguariavia, 12 km depois da ponte sobre o Río Ribeira, 24°45'S, 48°45'W, 7 December 1983, *R. Callejas et al.* 1871 (holotype: MO! [MO1942518]; isotypes: COL, MB, NY! [NY 413243]).

non *Magnolia ovata* P.Parm., Bull. Sci. France Belgique 27: 193, 250 (1896) ≡ *Magnolia dodecapetala* (Lam.) Govaerts, World Checkl. & Bibliogr. Magnoliaceae [D.G. Frodin & R. Govaerts] 70 (1996).

Type. BRASIL. Minas Gerais: "In paludosis prope Olho d'Água, parte occidentali provinciae Minas Gerais quam vocant Certão", fl., *St. Hilaire s.n.* (holotype: P! [P00734790], isotypes: MPU! [MPU027385], P! [P00734791, P00734792]).

Description. **Trees** ca. 20 m tall; **branches** cylindrical, with sparse lenticels, glabrous. **Stipules** adnate to petiole, 0.5–4 cm long, green, oblong to conical, apex obtuse, base truncate, deciduous, glabrous. **Petioles** 2.5–5 cm long, stipular scar along their entire length (100%), glabrous. **Leaf blades** 12.7–29.07 cm × 7.8–16.5 cm; ovate-elliptic, apex and base rounded or obtuse, margin entire, papyraceous, venation pinnate, brochidodromous, 8–13 pairs of secondary veins, glabrous. **Peduncle** cylindrical, glabrous, annular scars present. **Flowers** terminal, solitary, **flower bud** ovoid, 3.1 × 3.7 cm, white, glabrous, protected by the perula which is enclosing and protecting the flower bud, perula concave, brownish when dried; **outer sepaloid tepals** 3, 4.5–4.8 cm × 3.5–3.8 cm, broadly elliptic, base truncate, apex apiculate, glabrous, cream-colored; **inner petaloid tepals** 6, 3.0–3.8 cm × 2.4–3.2 cm, navicular to obovate, fleshy, base truncate, apex apiculate, cream-colored; **stamens** 144–150, 1.2 cm × 0.2–0.3 mm, obovate, spiral arranged in 4 series, thecae 2, introrse, dehiscence longitudinal; **gynoecium** 2–3 cm × 2–2.5 cm, hemispherical, cream-colored, carpels 68–71. **Immature fruits** 4–8.2 cm × 4.3–8.7 cm, ovoid, brown-green, **mature fruits** ca. 17 cm diameter, globose, dehiscence circumscissile, in irregular syncarpous masses, glabrous; **seeds** 1–2 per carpel, sarcotesta red.

Distribution and habitat. *Magnolia ovata* is endemic and found in all regions of the country, except the Northeast. It occurs in riparian forest and montane rain forest.

Common names. ‘Pinha-do-brejo’: ‘pinha’ means the best-known pine shape like in *Annona*, and ‘brejo’ (swamp) means the habitat where specimens are normally found; Baguaçu.

Phenology. This species was found flowering from September to December, with immature fruits between March and October, and mature fruits between June and September.

Preliminary conservation status. This species has previously been assessed as Least Concern (LC) (CNCFlora, 2016). In contrast, in this analysis the area of occupancy (AOO) is about 288.000 km² and it is considered to be Endangered (EN) B2b (i,ii) (IUCN 2022). We need to consider that the knowledge about the genus was scarce at that time. The fact that other authors accepted a broader delimitation of the species and, consequently, a broader distribution for it, impacted their conservation status assessment, which differs from the one recorded in this paper. Despite its wide distribution, the habitat quality of *M. ovata* is not ideal, mainly because there are records in urban areas and without conservation actions.

Specimens examined. BRASIL. Distrito Federal. Área próxima à Reserva ecológica do IBGE, Cachoeira do Tororó, a ca. de 10 km entrando à esquerda na placa da Fazenda Santa Prisca, 15 Oct 1996, *R. Marquete* 2596 (RB398212); Torto, Fundação Zoobotânica, 10 Oct 1961, *E. P. Heringer* 6864 (US1691190); Fundação Zoobotânica, 20 Oct 1991, *E.P. Heringer*, 8726 (SP79747) Fazenda água limpa/UnB, mata de galeria do córrego da Onça, coletas efetuadas no final da mata, 7 Jul 1994, *B.M.T Walter* 2166 (CEN18475, MBM225747); Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília, 27 Oct 1964, *I.N.C. Azevedo* 204 (HEPH12165; RB210306); Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília, 7 Nov 2002, *F.P.R Jesus* 207 (HEPH121750); Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília área na borda do projeto Águas do cerrado, 3 Aug 1995, *F. Silva* 15 (HEPH12171); Jardim Botânico de Brasília, 23 Sep 2008, *R.C. Martins* 100 (HEPH12168); Jardim Botânico de Brasília, 8 Oct 1993, *M. Boaventura* 49 (HEPH12159, HEPH8469); Jardim Botânico de Brasília, 29 Apr 1985, *Equipe do Jardim Botânico de Brasília* 393 (HEPH12172); Jardim Botânico de Brasília, 20 km de Brasília, 24 Nov 1993, *I.V. Lima* 304 (HEPH12169); Mata do Riacho Fundo, Fazenda Sucupira (CENARGEN/EMBRAPA), 18 Aug 1997, *A.B Sampaio* 127 (CEN33404); Fazenda Sucupira, mata de Galeria do Riacho Fundo, atrás da churrasqueira, a aproximadamente 5 m da margem direita do Riacho Fundo, 28 Jun 2000, *E.S.G Guarino* 250 (CEN39351); Rio Torto, ca. 10 km N of Brasília, 8 Jul 1966 *H.S. Irwin et al.* 18092 (SP140657; SP1443714); Reserva Ecológica do IBGE, mata ciliar do córrego Roncador, 5 Jun 1989, *D. Alvarenga & F. C. A. Oliveira* 1609 (US3255147); Road Brasília to Taguatinga, forest on marshy ground, 12 Nov 1964, *G.T. Prance s.n.* (P01753310); Mata

do Bananal, atrás da EMBRAPA/CENARGEN, na margem esquerda do Córrego Bananal, 2 Aug 2000, *S. Ernestino et al.* 335 (CEN39434); Vicinity of Planaltina, 3 Oct 1965, *H.S. Irwin* 8905 (RB210326); **Goiás:** 42 km south of Caiapônia, riverine forest of Rio Claro, 27 Oct 1965, *G.T. Prance s.n.* (P01753311); cerca de 2 km após a ponte sobre o rio Preto, sentido Palmital–Cristalina, à esquerda, em frente a entrada da faz. do Sr. Edileno, 11 Sep 2002, *A.A. Santos* 1478 (CEN47791); **Mato Grosso do Sul:** Fazenda Panambi, Córrego São Bernardo, 28 Oct 1981, *P.P. Furtado* 66 (RB210335); Coxim, Conglomerado, MS-141, Subunidade 01, subparcela 02, indivíduo 18, 12 Apr 2018, *G.H.L. Silva* 445 (CEN109241); **Minas Gerais:** Serra da Araponga, Fazenda Neblina, 23 Oct 2001, *L.S. Leoni* 4755 (RB1341962); Carmópolis de Minas, Estação Ecológica da Mata do Cedro, 11 Dec 2004, *L. Echternacht* 778 (HUEFS118654); Serra dos Órgãos, 1 Jan 1839, *Guillermín s.n.* (P01753313); Viçosa, ESAV, *Y. Mexia s.n.* (VIC232); **Paraná:** Antonina Figueira de Braça, 30 Oct 1973, *G. Hatschbach* 32972 (MBM31012); Antonina, Rio Pequeno, 18 Aug 1978, *G. Hatschbach* 41553 (MBM59973); Antonina, Rio Capivari, 23 Jun 1972, *G. Hatschbach* 29731 (MBM37889); Perto da Casa Branca, 10 km W de Cerro Azul, 12 Aug 1966, *J.C. Lindeman* 2271 (MBM11594); Cerro Azul, Rib. Do Tigre, 7 Dec 1983, *G. Hatschbach* 47636 (MBM88597); Guaraqueçaba, RPPN Salto Morato, trilha do pico, 18 Jul 2013, *M.L. Brotto* 1324 (ICN193487; MBM429910); Rio Bananal, 9 Dec 1970, *G. Hatschbach* 25776 (MBM22913); Rio do Cedro, encosta de morro, 13 Sep 1967, *G. Hatschbach* 17193 (MBM6008); Reserva Natural Salto Morato, Área do Projeto Sucessão, 1 Oct 2001, *F. Putini* 2855 (MBM279318); Serrinha, 6 Jul 1967, *G. Hatschbach* 16696 (MBM3379); Rio Vermelho, 06 Dec 1972, *G. Hatschbach* 30925 (MBM37887); Colônia Parati, 20 Mar 2002, *J.M. Silva* 3591 (RB210299); Monte Alegre, Embaú, 23 Mar 1954, *J.G. Khulmann s.n.* (RB210320); Jaguariaíva, Rio do Sabia, 28 Nov 1968, *G. Hatschbach* 20457 (MBM11348); Morretes, Serra do Marumbi, encosta voltada para América de Cima, 25°28'40"S, 48°53'04"W, 240 m, 11 Jul 2020, *M.L. Brotto* 3885 (MBM429910); Porto de Cima, encosta de morro, 4 Jun 1974, *G. Hatschbach* 34473 (MBM31011); Marumbi, 16 Nov 1978, *G. Hatschbach* 41719 (MBM59972); Porto de Cima, margem do rio, 28 Nov 1973, *G. Hatschbach* 33397 (MBM31014); PARNA Saint-Hilaire/Lange, 11 Dec 2017, *R.R. Völtz* 1469 (UPCB3822); São João da Graciosa, 07 Nov 1961, *G. Hatschbach* 8624 (MBM74971); Paranaguá, Rio Cambará, 24 Oct 1968, *G. Hatschbach* 20121 (MBM12255); **Rio de Janeiro:** Petrópolis, Quitandinha, 20 Feb 1948, *O.C. Góes* 29 (RB210304); **Santa Catarina:** Barra do Rio do Meio, 14 Mar 2010, *M. Verdi et al.* 4475 (FURB23555, JOI6861); Blumenau, Associação Desportiva Hering, Parque da Hering, 31 Jan 2011, *E. Torres s.n.* (FURB33876); Ilhota, Morro do Baú, 22 Nov 2002, *D.B. Falkenberg* 10449 (FURB41585); Jaraguá do Sul, Margem do rio Cerro, 21 Oct 2008, *A. Stival-Santos* 148 (FURB8683); Joinville, Piraberaba–Rio da Prata, 17 Oct 2009, *S. Dreveck et al.* 1194 (FURB15935); Fortaleza, Praia Grande, 9 Jan 2015, *A.A. Oliveira* 917 (FURB45398, FURB28181); Praia Grande, 23 Nov 1984, *G. Hatschbach* 61236 (HUEFS21717); Pouso Redondo, 11 Nov 2008, *M. Verdi* 939 (FURB9484); Rio Esperança, Rio dos Cedros, 8 Dec 2010, *M. Verdi* 5949 (FURB32892, FURB28189, JOI15501); Rio Natal, Divisa entre São Bento e Corupá, 25 Nov 2013, *P. Schwirkowski* 92 (MBM391903); **São Paulo:** Eldorado, 09 March 1995, *R.R. Rodrigues et al.* 161 (ESA026072) Mun. Agudos, Faz. São João do Barreiro, mata de brejo ao lado da represa, 15 May 2012, *G.D. Colletta* 653 (ESA118868); Loreto, Araras, 1 Dec 1917, *O. Vecchi s.n.* (SP1194); Assis, Estação Experimental do Inst. de Agronomia, região alagada, 19 Sept 1989, *J.A. Pastore* 261 (SPSF13111); Bauru, 27 Oct 2005, *M. Carboni* 268 (ESA100050); Bauru, 14 Oct 2005, *M. Carboni* 278 (ESA100047); Mun. Buri Estação Experimental de Buri, Floresta paludosa, degradada, 25 Nov 2014, *N.M. Ivamauskas* 6656 (SPSF49578); Jiquitiba, chácara vizinha no Recanto da Paz, 23°58'0" S, 47°6'0" W, 7 Sept 2006, *R.J. Polisel* 404 (SPSF39085); Piracicaba, 29 Jul 1993, *K.D. Barreto et al.* 797 (ESA10807); Mun. Pedregulho, Parque Estadual das Furnas do Bom Jesus, em capoeirinha, prox. Casa de Sta. Suzia, 23 Jan 1993, *J.R. Guillaumon s.n.* (SPSF16065); Salesópolis, Bacia de acumulação do Rio Paraitinga, 4 Feb 2001, *S.A. Nicolau* 2748 (SP352569); São José dos Campos, 23°04'30"S 45°56'15"W, mata do Horto, 24 Oct 1985, *A.F. Silva* 1327 (VIC10970); São Luiz do Paraitinga, Parque Estadual da Serra

do Mar, 2 Dec 2009, *L.S. Silva et al.* 1627 (UEC200460); São Miguel Arcanjo, Parque Estadual Carlos Botelho, Área do projeto Parcelas Permanentes, *V.C. Souza et al.* 29220 (ESA109549); São Miguel Arcanjo, 13 Mar 2002, *O.T. Aguiar* 1105 (ESA104291); São Miguel Arcanjo, Parque Estadual Carlos Botelho, 06 Jan 2015, *B.G. Silva et al.* 183 (UEC188962); Serra da Cantareira, 4 Dec 1987, *O.T. Aguiar* 221 (SPSF11587); Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, Vila Fachini, 13 Aug 1987, *R. Mello-Silva et al.* 20 (SP253208); Área da Companhia Votorantim. Estrada entre o alojamento da Barra e a portaria para Tapiraí, 30 Apr 2013, *V.C. Souza* 34973 (ESA123872, RB854665, RB854669).

Notes. Several Brazilian *Magnolia* species have been synonymized under *M. ovata*, but one of the main characteristics that differentiate it from the majority of the other taxa is the absence of trichomes in its structures, being the only species native to Brazil without this feature (Table 1). *Magnolia paranaensis*, previously described as a new species to Paraná, and synonymized with *M. ovata* in the Flora do Brasil (Mello-Silva et al. 2023), does not contain distinguishing features to separate it from *M. ovata*; both have glabrous structures and similar leaf shapes and sizes. The type of *M. paranaensis* was originally identified as *Talauma amazonica*, but as stated in the abovementioned description of *M. amazonica*, the species can be differentiated by the absence of trichomes in *M. ovata* (vs. trichomes present on the petiole and branches in *M. amazonica*) and the number of carpels: 144–150 in *M. ovata* vs. 98–102 in *M. amazonica*.

One of the morphological characters that most impacts the distinction of *M. sellowiana* and *M. irwiniana* from *M. ovata* is the pubescence of the vegetative and reproductive organs, a characteristic not found in *M. ovata*, which is totally glabrous. Characteristics that can also help when distinguishing these species are the shape and texture of the leaves, in addition to the number of carpels and geographic distribution.

Magnolia sellowiana (A.St.-Hil.) Govaerts, World Checklist and Bibliography of Magnoliaceae 72. 1996.

Figs. 6, 10, 12

≡ *Talauma sellowiana* A.St.-Hil., Fl. Bras. Merid. 1:26, pl. 4B. 1824.

≡ *Magnolia selloi* Spreng., Syst. Veg., ed. 16 [Sprengel] 4(2, Cur. Post.): 216. 1827.

= *Talauma fragrantissima* Hook., Ic. Pl. t. 208-212. 1840. Type. BRASIL. Swampy grounds in the Organ mountains, 3000 feet, January 1837, *Gardner* 305 (holotype: BM! [BM000574769]).

Type. BRASIL. São Paulo: “in sylvis, prope Ipanema, haud longe ab urbe Sorocaba”, fl, *Sellow* 2 (lectotype designated here: P! [P00734795]; isolectotypes: F! [F0077437F], P! [P00734796, P00734797], MPU! [MPU027383]).

Description. **Tree** ca. 15 m tall, **branches** cylindrical, with sparse lenticels, with few sericeous trichomes on annular scars, glabrescent. **Stipules** adnate to petiole, 0.5–2 cm long, green, oblong to conical, apex obtuse, base truncate, deciduous, tomentose when young. **Petioles** 3.7–5.5 cm long, stipular scar along their entire length (100%), tomentose. **Leaf blades** 10–17.5 cm × 4.5–10.5 cm, broadly elliptic, base cuneiform, apex rounded or emarginate, entire-irregular margin, papyrus-membranous, young leaves with few trichomes on midvein, glabrescent or trichomes persistent on herbarium material, venation pinnate, brochidodromous, abaxial slightly tomentose when young, adaxial glabrous, 5–13 pairs of secondary veins, glabrous. **Peduncle** cylindrical, tomentose at the annular scars, yellow trichomes or glabrescent, annular scars present. **Flowers** terminal, solitary, **flower bud** not seen; **outer sepaloid tepals** 3, 3.4–4.0 cm × 2.7–3.2 cm, navicular to oblong, cream-green, base truncate, apex rounded, fleshy, cream-colored; **inner petaloid tepals** 6, 2.7–3.1 cm × 1.5–2.9 cm, cream-colored, obovate to navicular, base rounded, apex rounded, cream-colored, **Stamens** ca. 180, 1–1.4 cm × 0.1–0.4 mm, linear, arranged in 8 spiral series, base truncate, apex

acute; **gynoecium** 1.6–2.5 cm × 1.3–2 cm, hemispherical, carpels ca. 102. Mature **fruits** globose, dehiscence circumscissile, in irregular syncarpous masses; **seeds** 1–2 per locule.

Distribution and habitat. An endemic species growing in the Southeast (São Paulo, Minas Gerais), and Central-West (Goiás, Mato Grosso do Sul). Found, as most species of the genus in Brazil, in riparian forest.

Phenology. The species was found flowering between March and December and with immature fruits between January and July.

Preliminary conservation status. The species has previously been assessed as Data Deficient (DD) (Khela 2014a). In this analysis, the area of occupancy (AOO) is about 92.000 km² and is thus considered to be Endangered (EN) B2b (i,ii) (IUCN 2022). As a species that occurs in regions like Goiás, which has high rates of forest fires and in regions like São Paulo that suffers from high real estate pressure, *M. sellowiana* needs urgent conservation attention, reforestation in protected areas is suggested.

Specimens examined. BRASIL. Goiás: Jataí, Sudoeste de Goiás, 11 May 2004, *Souza, et al.* 3622 (ESA108690); Estrada de acesso à fazenda das Pedras, em frente à sede da fazenda, 16 Jul 1997, *S.P.C. Silva* 649 (CEN28390); Ipameri, Fazenda das Pedras, 7 Nov 1996, *S. P. C Silva* 500 (CEN30626); **Mato Grosso do Sul:** Botaiporã, Várzea do Rio Samambaia, 7 km L da cidade, 27 Oct 1986, *U. Pastore* 145 (MBM115080); Paraná, Município de Sengés, Fazenda Pisa-Papel e Celulose, Poço do Encanto, interior da mata, 18 Dec 1997, *S.I. Elias* 306 (ESA377759); Sengés, PCH Fazenda Entre Rios, 26 Mar 2016, *J.M. Silva* 9278 (MBM406513); Brasilândia. Estrada Brasilândia- Bataguassu, Córrego Boa Esperança, A. 14 Oct 1998, *Amaral Jr.* 167 (RB210273, SP334514); Jaguariaíva, Rio Cilada, 18 Feb 1987, *G.Hatschbach* 50901 (MBM115251); Parque Estadual do Cerrado Jaguariaíva Pr., 10 Oct 2000, *L. von Linsigen* 64 (MBM266020); Ventania, Campo de fora, 23 Jul 2004, *D.A Estevan* 407 (IAN186917); **Minas Gerais:** Fazenda Neblina-Pq Estadual do Brigadeiro, ao lado da estrada, 2 Apr 1994, *B.S. Leoni* 2689 (RB739505); Estação experimental de Café Coronel Pacheco, 5 Sep 1940, *E.P. Heringer* 9 (RB44816); Santos Dumont, Posses. Sítio Araçá, Nascentes do córrego Araçá, 27 Mar 2005, *A.P. Fontana* 1240 (RB2102370); Viçosa, 12 Nov 1979, *R.S. Ramalho* 1659 (RB256157); **São Paulo:** Estrada da Granja TOK, mata na área da bacia de acumulação do Rio Biritiba Mirim, 20 Jan 2001, *S.A. Nicolau et al.* 2591 (SP352454); Espirado, Faz. N. Senhora da Glória, 2 Dec 1935, *J. Mello s.n* (SP35090); Piracicaba, Rio Claro. Trevo Iracemópolis, 3 Mar 2009, *J. Kuntz* 3 (ESA113983); Piracicaba, 3 Mar 2009, *J. Kuntz* 2 (ESA113984); Rodovia Piracicaba–Rio Claro–Trevo Iracemópolis, mata de brejo, 9 Oct 2009, *J. Kuntz* 4 (RB646302); Rodovia Piracicaba–Rio Claro, Trevo Iracemópolis, 3 Mar 2009, *G.T. Prance* 59697 (RB1110753); Mun. de Itapetininga, estação experimental, 29 Nov 1997, *L.C Souza* 194 (SP335063, SPSF23732); Itapeva, Estação Experimental de Itapeva, R., 24 Feb 2010, *Cielo Filho* 1085 (SPSF43414); Monte Alegre do Sul, 20 Ago 1949, *J.A. Cunha* 65 (ESA118919); Monte Alegre do Sul, Bairro do Bugrinho, 20 Jul 1949, *M. Kuhlmann* 1809 (SP76739); Penápolis, 20 Ago 1917, *s.c s.n* (SP439); Queluz, 2 Jul 1899, *s.c* 104 (SP23811); Butantã, 4 July 1917, *F.C. Hoehne s.n* (SP29959); Bois près Hypanema aux environs de Sorocaba Floresta nacional do Ipanema, s.d., *A. Saint-Hilaire s.n* (MO3411335, P00734797).

Notes: *Magnolia sellowiana* is distinguished from *M. ovata* by its broadly elliptic leaf shape, the greater number of carpels (ca. 102), and the presence of trichomes (vs. oval-elliptic leaves, carpels 68–71, and absence of trichomes in *M. ovata*) (Figs.11–12).

Lozano-Contreras (1990) indicated that one of the P specimens is the holotype, and the remainder the isotype. However, as no details of each specimen are indicated, it is not clear to us which sheet he selected as holotype. Although P00734795 is indicated in the P herbarium database and JSTOR as holotype, we have not found information in the literature that formally proposes this particular sheet as the holotype. Therefore, we have proposed a lectotypification to formally address this issue.

Lozano-Contreras (1990) also mentioned that he had realized that a specimen deposited at P, originally from B, labeled as *Sellow 1*, was identified as *T. ovata*. However, this material is almost identical to the type of *T. sellowiana* and does clearly belong to this species and not to *T. ovata*. The misidentification of *Sellow 1* as *T. ovata* could be what has led authors to consider the two species as identical, and therefore, synonyms.

Discussion

The main objective of this study was to present the taxonomic revision of the genus *Magnolia* in Brazil, which had been scarcely documented. For the first time, a thorough taxonomic evaluation has been carried out of the majority of herbarium specimens of native *Magnolias*, collected in Brazil, including type material of all species. Furthermore, targeted fieldwork was conducted, leading to an updated delimitation of the previously accepted taxa for the country and thus changing the number of accepted species for the region. In the context of conservation, these updated species delimitations, based on the morphological study of an extensive number of specimens, are highly significant.

The protologues of most species are short and without much information about the morphological characters. Similar to the descriptions by Lozano-Contreras (1990), we prioritized that the descriptions made here integrated not only the reproductive characteristics but also the vegetative ones, taking into account that the flowers and ripe fruits are difficult to see in herbarium records of *Magnolia* species. Pubescence was a character used, together with reproductive and distribution characteristics, to aid in the separation of species, with trichomes on the fruit being a novel character recognized for *M. brasiliensis*, and that was here described for the first time.

Regarding the synonymization of *M. paranaensis* with *M. ovata*, analysis of specimens in the herbarium and field observations in Paraná supported this decision. The herbarium of the state of Paraná, where the species occurs, was visited, 19 specimens that occur in the region were analyzed, in addition to field work carried out to search for the species. This species was described based on one specimen only, because of the lower carpel number. However, our ongoing research into Neotropical *Magnolias* shows the importance of taking into account a wide range of characters to distinguish between species, in which the carpel number is important but not defining, as it generally concerns a broad range for each species. Hence, it is important to count the number of carpels on many specimens, to be able to include a range rather than a single number. The currently available material for *M. paranaensis* does not allow for that, and therefore, further research is needed to confirm that it is indeed a separate species.

The counting of the number of structures as well as the observation of particular characters need to be carried out during particular developmental phases for both male and female parts. Several chemical studies on the stamens of *Magnolia* species show their importance both in releasing the aroma (Wang et al. 2011) and in understanding stamen development (Nie et al. 2022). It is important to highlight that the stamens of *Magnolia* section *Talauma* are deciduous in the male phase and shed easily, a known characteristic of the genus that aims to better disperse pollen, being a highly specialized evolution (Figlar & Nooteboom 2004; Canright 1952). The presence or absence of dehiscence of this structure is a taxonomic factor that can separate sections (Kim et al. 2002; Wang et al. 2020). However, quickly shedding structures make accurate counting difficult and, therefore, it is recommended to count the stamens while still in the flower bud.

In fruits, it was not possible in some cases to obtain exsiccates with mature fruit for analysis. Although we can achieve a delimitation using vegetative characters and immature material, it is extremely important to have mature material so that we can analyze the shape of the carpels and characteristics that can change during maturation (e.g., presence of trichomes). It is suggested that a sampling be carried out focused on looking for these characteristics.

Unfortunately, about 190 digital records of Brazilian *Magnolias* did not contain photos of the specimens, and more than about 42,1% (80 specimens) of these could not be identified, mainly for the following reasons: herbarium specimens lack reproductive parts, leaves were crumpled or broken, or reproductive parts were poorly mounted on the specimens, making it impossible to visualize trichomes and carpels. Moreover, about 10 specimens could not be identified, because their characters did not coincide with any of the described native Brazilian *Magnolia*, evidencing that new species may be discovered based on herbarium specimens, and that further exploration in the field is required. These are currently being analyzed for future descriptions. Nevertheless, ca. 300 specimens that could be studied in detail allowed us to present a representative study of the genus in Brazil.

As a consequence of our taxonomic study, five native Brazilian species of *Magnolia* are recognized here and their known distribution areas are updated (Table 1). Prior to this study, two widely distributed native *Magnolia* species were recognized in Brazil, *M. amazonica* and *M. ovata*, both species of Least Concern (Khela 2014; CNCFlora 2016), and are here proposed to be Endangered. The recognition of *M. brasiliensis*, *M. irwiniana* and *M. sellowiana* directly affects knowledge about the distribution and conservation status of *M. ovata*, up to now considered widely distributed. This widespread perception is due to the many herbarium specimens that were misidentified. Many of the previously known locations for *M. ovata* are, in fact, areas where we know instead that *M. brasiliensis*, *M. irwiniana* and *M. sellowiana* occur. Therefore, despite some species having their conservation status published on the IUCN Red List, these assessments did not take into account the number of records that were being collected and recognized as *M. ovata*.

There is currently only a good overview of the population health and threats (e.g. current population trend and continuing decline of mature individuals) of the recently described *M. brasiliensis*. None of the other native Brazilian *Magnolia* species has precise population data, although preliminary fieldwork in (type) localities or areas by the first author of this paper shows that the number of individuals is apparently very low. For instance, in Conceição do Mato Dentro, state of Minas Gerais, only one adult individual of *M. irwiniana* was identified despite the apparent suitability of the habitat. In contrast, in regions like Chapada dos Veadeiros, state of Goiás, and Viçosa, Minas Gerais, several young and adult individuals of *M. irwiniana* and *M. sellowiana* were found in small areas. It is important to note that the presence of a nearby mining company and pipeline may exert ecological pressure on the forest and dispersers.

Studies like this are of utmost importance for the understanding of poorly studied and highly relevant genera such as *Magnolia*. We conclude that not only *M. amazonica* and *M. ovata* do occur in Brazil, but that *M. brasiliensis*, *M. irwiniana*, and *M. sellowiana* are distinct and valid species that should be recognized in this country. This knowledge assisted in assessing the conservation status of each species and understanding the distribution of *M. ovata* throughout the country.

To advance the understanding of the ecology and distribution of species, especially *M. irwiniana* and *M. sellowiana*, which sometimes overlap (in terms of distribution and morphological characteristics), molecular studies are suggested, particularly in population genetics (Aldaba Núñez et al. 2021). The main difficulty in collecting species and attempting to conserve *Magnolia* is the fact that its species are part of threatened, small, fragmented and declining tropical ecosystems. More in-depth molecular studies on genetic differentiation that would help in the analysis of gene flow and possibilities of inbreeding, can help us carry out guided reforestation and the implementation of conservation actions.

Table 1. Morphological, geographic, vegetation and phenology comparison table between native *Magnolia* species occurring in Brazil. (*from Lozano-Contreras (1990); **from de Azevedo et al. (2018).

Acknowledgments

The work is part of the master's thesis of the first author. Financial support was provided by CAPES [88887.514047/2020-00] and the Franklinia Foundation (project 2019-03). We thank all curators and staff of the abovementioned herbaria for allowing the first author to access their collections. We are grateful for the support of the following persons: Emily Veltjen and Fabián Aldaba for assisting with *Magnolia* data, Cecília Azevedo and Ana Moraes for their help in improving this work, Danilo Zavatin for the beautiful photos, Klei Souza for the beautiful illustrations, Caio Escote for all his help throughout the work, and all the colleagues and institutions that supported the first author during her fieldwork. We are grateful to the reviewers Fabián Aldaba, Álvaro Pérez and Antonio Vázquez-García whose critical comments have helped us greatly to improve our work.

References

- Aldaba Núñez FA, Veltjen E, Martínez Salas EM, Samain MS (2021) Disentangling species delineation and guiding conservation of endangered *Magnolias* in Veracruz, Mexico. *Plants* 10(4): 673. <https://doi.org/10.3390/plants10040673>
- Arteaga-Rios LD, Mejía-Carrazza J, Piña-Escutia JL, González-Díaz JG, Rivera-Colín A (2020) Comparación molecular y morfológica entre ejemplares de *Magnolia mexicana* “Yoloxóchitl” (Magnoliaceae) del estado de México y Veracruz. *Polibotánica* 49(49): 107–124. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.49.7>
- Bachman S, Moat J, Hill AW, de la Torre J, Scott B (2011) Supporting Red List threat assessments with GeoCAT: Geospatial conservation assessment tool. *ZooKeys* 150: 117–126. <https://doi.org/10.3897/zookeys.150.2109>
- Beentje HJ (2010) The Kew plant glossary: an illustrated dictionary of plant terms. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Canright JE (1952) The comparative morphology and relationships of the Magnoliaceae. I. Trends of specialization in the stamens. *American Journal of Botany* 39(7): 484–497. <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1952.tb13058.x>
- CNCFlora (2016) *Magnolia ovata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T193982A2293271.
- de Azevedo CO, Marinho LC, Machado AFP, Arroyo F, Vázquez-García JA (2018) *Magnolia brasiliensis* (Magnoliaceae), a new species and new record for the Northeastern region of Brazil. *Brittonia* 70(3): 306–311. <https://doi.org/10.1007/s12228-018-9529-1>
- Ducke A (1925) Plantes nouvelles ou peu connues de la région amazonienne (III^o partie). *Archivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro* 4: 11
- Eichler AW (1864) Magnoliaceae. *Flora brasiliensis*. 13(1): 121–126.
- Eiten G (1983) *Classificação da vegetação do Brasil*.
- Figlar RB, Nooteboom HP (2004) Notes on Magnoliaceae IV. *Blumea* 49(1): 87–100. <https://doi.org/10.3767/000651904X486214>
- Flora e Funga do Brasil (2023). Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso em: 06 Jan 2023
- Global Tree Specialist Group (2014) *Magnolia irwiniana*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014: e.T193951A2291965

- Gonçalves AC, Reis CAF, Vieira FDA, Carvalho DD (2010) Estrutura genética espacial em populações naturais de *Dimorphandra mollis* (Fabaceae) na região norte de Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica. Brazilian Journal of Botany* 33(2): 325–332. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042010000200013>
- Gutiérrez-Lozano M, Vázquez-García JA, Reyes Ortiz JL, Aguilar PO, Galvan Hernandez DM, Sanchez-Gonzalez A (2021) Foliar, floral and fruit morphology variation in *Magnolia mexicana* (DC.) G. Don (Talauma Section, Magnoliaceae) in Mexico. *Botanical Sciences* 99(4): 955–975. <https://doi.org/10.17129/botsci.2800>
- Howard RA (1948) The Morphology and Systematics of the West Indian Magnoliaceae. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 75(4): 335–357. <https://doi.org/10.2307/2560339>
- IBGE (2017) Divisão regional do Brasil em regiões geográficas imediatas e regiões geográficas intermediárias: 2017.
- IUCN (2022) The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-2. <https://www.iucnredlist.org> [accessed 01 October 2022]
- JSTOR (2023) (continuously updated). JSTOR Global Plants. <https://plants.jstor.org/> [accessed 01 October 2022]
- Khela S (2014) *Magnolia amazonica*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014: e.T193900A2290093.
- Khela S (2014a) *Magnolia sellowiana*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014: e.T194001A2293892.
- Kim S, Nooteboom HP, Park CW, Suh Y (2002) Taxonomic revision of *Magnolia* section *Maingola* (Magnoliaceae). *Blumea* 47(2): 319–339.
- Lamarche, P. de Azevedo, CO (2021) *Magnolia brasiliensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T200677015A200677404.
- Law YW (1984) A preliminary study on the taxonomy of the family Magnoliaceae. *Zhiwu Fenlei Xuebao* 22: 80–109. <https://www.jse.ac.cn/CN/abstract/abstract18351.shtml>
- Lozano-Contreras G (1990) Magnoliaceae nativas del Brasil. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 17: 579–583.
- Mello-Silva R, Pirani JR, Cordeiro I (2023). Magnoliaceae in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB8794>. [accessed 02 August 2023]
- Mori SA (1989) Manual de manejo do herbário fanerogâmico. Centro de pesquisas do Cacau.
- Nie T, Jiang Z, Sun L, Chen Y, Li J, Yang A, Yin Z (2022) Analysis on the biological basis of stamen abortion during the second flowering of *Magnolia* × *soulangeana* ‘Changchun’. *Trees* (Berlin) 36(5): 1515–1528. <https://doi.org/10.1007/s00468-022-02306-z>
- Pérez-Castañeda ÁJ (2015) Taxonomía y conservación de la familia Magnoliaceae en el Ecuador. Master's thesis, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador. <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/9647>
- Pirani JR, De Mello-Silva R (1996) Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Magnoliaceae. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 15: 89–91. <https://www.jstor.org/stable/42871879>
- QGIS Development Team (2015) QGIS geographic information system. Open source geospatial Foundation project. <http://qgis.osgeo.org> [accessed 17 October 2022]

- Radford AE, Dickison WC, Massey JR, Bell CR (1974) Vascular plant systematics. New York: Harper & Row publishers.
- Rivers M, Beech E, Murphy L, Oldfield S (2016) The red list of Magnoliaceae-revised and extended. Botanic Gardens Conservation International.
- Rizzini CT (1979) Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos florísticos e estruturais. São Paulo: HUCITEC/EDUSP, 2.
- Song C, Liu H, Gao J (2019) Habitat preference and potential distribution of *Magnolia officinalis* subsp. *officinalis* and *M. o.* subsp. *biloba* in China. *Nature Conservation* 36: 93–111.
<https://doi.org/10.3897/natureconservation.36.36171>
- SpeciesLink network (2023) specieslink.net/search
- Stevens PF (2001) Angiosperm Phylogeny Website, version 14.
<http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>. [accessed 17 March 2022].
- Thiers B [continuously updated]: Index Herbariorum: a global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium.
<https://sweetgum.nybg.org/science/ih/> [accessed 24 February 2023]
- Treseder NG (1978) *Magnolias*. Faber & Faber published in collaboration with the Royal Horticultural Society.
- Tropicos (2023) Tropicos.org, Missouri Botanical Garden <https://www.tropicos.org> [accessed 01 August 2023]
- Vázquez-García JA, Muñiz-Castro MA, Arroyo F, Pérez ÁJ, Serna M, Cuevas R, Domínguez-Yescas R, de Castro-Arce E, Gurrola-Díaz CM (2013) Novelties in Neotropical *Magnolia* and an addendum proposal to the IUCN Red List of Magnoliaceae. In: E. Salcedo-Pérez, E. Hernández-Álvarez, J. A. Vázquez-García, T. Escoto-García & N. Díaz-Echavarría (eds.). Recursos forestales del Occidente de México: Diversidad, manejo, producción, aprovechamiento y conservación. Serie Fronteras de Biodiversidad, (4): 2.
- Vázquez-García JA, Neill DA, Pérez-C ÁJ, Arroyo F, Núñez-V MP, Serna M, De Castro Arce E Domínguez-YR, Véliz-P, ME, Pérez-F MA, Muñiz-C MÁ, Sánchez-González A (2014) Magnoliaceae del Neotrópico: riqueza, endemismo y estado de conservación. XI Congreso Latinoamericano de Botánica, Salvador.
- Vázquez-García JA, Neill DA, Azanza M, Pérez ÁJ, Arroyo F, Dahua-M AN, Merino-Santi RE (2016) *Magnolias* de Ecuador: En riesgo de extinción. Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Ecuador, 1–67.
- Wang J, Yang Z, Yang X, He Z (2011) Analysis and comparison of aroma constituents from pistil-stamen and petal of *Magnolia officinalis* at different flowering stages. *Journal of Plant Resources and Environment* 20(4): 42–48.
- Wang YB, Liu BB, Nie ZL, Chen HF, Chen FJ, Figlar RB, Wen J (2020) Major clades and a revised classification of *Magnolia* and Magnoliaceae based on whole plastid genome sequences via genome skimming. *Journal of Systematics and Evolution* 58(5): 673–695.
<https://doi.org/10.1111/jse.12588>
- Xie Q, Li H, Ma R, Ren M, Li Y, Li J, Chen H, Chen Z, Gong D, Wang J (2022) Effect of *Coptis chinensis* franch and *Magnolia officinalis* on intestinal flora and intestinal barrier in a TNBS-induced ulcerative colitis rats model. *Phytomedicine* 97: 153927.
<https://doi.org/10.1016/j.phymed.2022.153927>

Figure legends

Figure 1. **A.** Branch with alternate leaves, present stipules, and terminal flower, **v.** detail of central vein, **vb.** detail of brochidodromous venation; **B.** Detail of the branch showing scars; **C.** Adnation of the stipule (which later falls) on the petiole, a characteristic of *Magnolia* section *Talauma*; **ca.** Annular scar; **cp.** Petiolar scar (resulting from stipule fall). Photos: A, v, vb, ca, cp: D.A. Zavatin; B-C: J. C. J. Barbosa.

Figure 2. *Magnolia* flower stages. **A.** Perule; **B.** Immature floral bud; **C.** Mature floral buds. **D,F** Flower at anthesis; **br.** Sepaloid tepal **te.** Petaloid tepal; **gi.** Flower with detail of the gynoecium; **E.** Stamen. Photos: A: U. Pastore & R.M. Klein 145 (MBM115080); B-C: J. C. J. Barbosa; D, bra, te: D. A. Zavatin.

Figure 3. **A.** Gynoecium, vertical view **B.** Gynoecium, viewed from above **ce.** Staminal scar, **cpl.** petaloid scar, **pi.** Pistillum, **es.** Stigma; **C.** Longitudinal section, receptacle and gynoecium; **D.** Detail ovary, **ov.** ovule. Photos: D. A. Zavatin.

Figure 4. Fruit stages **A.** Partially open syncarpous fruit; **B.** Detail of the inner woody part of the fruit; **C.** 1 - 2 seeds per carpel; **D.** Mature fruit, with open woody masses (seeds already fallen from the fruit) Photos: J. C. J Barbosa.

Figure 5. *Magnolia amazonica* **A-C.** Specimen deposited in herbarium; **D-E** Detail petiole and peduncle (in the region of the annular scars) showing trichomes in the youngest structures; **F.** Gynoecium. Photos: A-C W.A. Ducke 12487 (R000024142; BM000551380); B-D: (B100248229); C-F: BM551380; F: I. M. Silva 471 NY 03097880.

Figure 6. Geographical distribution of *Magnolia* species in Brazil.

Figure 7. *Magnolia brasiliensis* **A.** Habit; **B.** Immature gynoecium; **C.** Immature fruit; **D.** Bracts (perule) and gynoecium; **E.** Details of trichomes on the fruit; **F.** Specimen deposited in the RB herbarium showing coriaceous leaves. Photos: A-D: C. O. Azevedo; E: R. Mello-Silva 50 (RB409806); F: L.M. Borges 393 (RB664467).

Figure 8. *Magnolia irwiniana*. **A.** Herbarium specimen, asymmetrical leaves; **B.** Detail of trichomes on the carpels; **C.** Immature fruit; **D.** Floral bud; **E.** Detail of stipule and petiole scar. Photos: A: H.S Irwin 12681 (RB 540686); B: H.S Irwin 12681 (MO 216832) C-E: J. C. J. Barbosa.

Figure 9. *Magnolia ovata*. **A.** Specimen deposited in herbarium P; **B.** Mature gynoecium; **C.** Specimen deposited in herbarium SPSF; **D.** Longitudinal section of flower bud (gynoecium and stamens); **E.** Immature fruit; **F.** Annular and petiolar scars. Photos: A: Saint-Hilaire, s.n (P00734792); B: Irwin, s.n (RB161815); C: O.C. Pavão et al. (SPSF28228); D: R. Marquete 2596 (RB398212); E-F: J. C. J. Barbosa.

Figure 10. *Magnolia sellowiana*. **A.** Specimen deposited in herbarium P showing broadly elliptic leaf; **B.** Specimen deposited in herbarium MBM; **C.** Flower, detail of gynoecium and stamens; **D.** Stipule with trichomes; **E.** Midvein with trichomes. Photos: A: A. Saint-Hilaire s.n. (P00734795); B: U. Pastore & R.M Klein 145 (MBM 115080); C-E: L.S. Leoni 2689 (RB739505).

Figure 11. **A.** Leaf blade *Magnolia amazonica*; **B.** Trichomes from the petiole of *M. amazonica*; **C.** *Magnolia brasiliensis*; **D.** Fruit with trichomes in *M. brasiliensis*; **E.** Leaf blade *M. brasiliensis*; **F.** *Magnolia ovata* showing perule; **G.** Floral bud of *M. ovata*; **H.** Leaf blade of *M. ovata*; **I.** *M. ovata* mature fruit. (A-B: A.M Barreto 30; C-E: A.A. Grillo & M. Sztutman s.n.; F-G: E.P. Heringer, 8726; H: R.R. Rodrigues et al. 161; I: based on photographs of J. C. J Barbosa.) Drawing prepared by Klei Souza.

Figure 12. **A.** *Magnolia irwiniana*; **B.** Presence of flower bud in *M. irwiniana*; **C.** Leaf blade of *M. irwiniana*; **D.** Detail of branch and stipule with trichomes in *M. irwiniana*; **E.** Detail of the

trichomes on the petiolar scars; **F.** Immature fruit of *M. irwiniana*; **G.** Detail of the puberulent trichomes on the fruit; **H.** *Magnolia sellowiana*; **I.** Leaf blade *M. sellowiana*. (A: based on photographs of D. A. Zavatin; B: based on photographs of J.C.J. Barbosa C-G: *H.F Leitão Filho et al. 34821*; H: based on photographs of D. A. Zavatin; I: *M. Kuhlmann 1809*) Drawing prepared by Klei Souza.

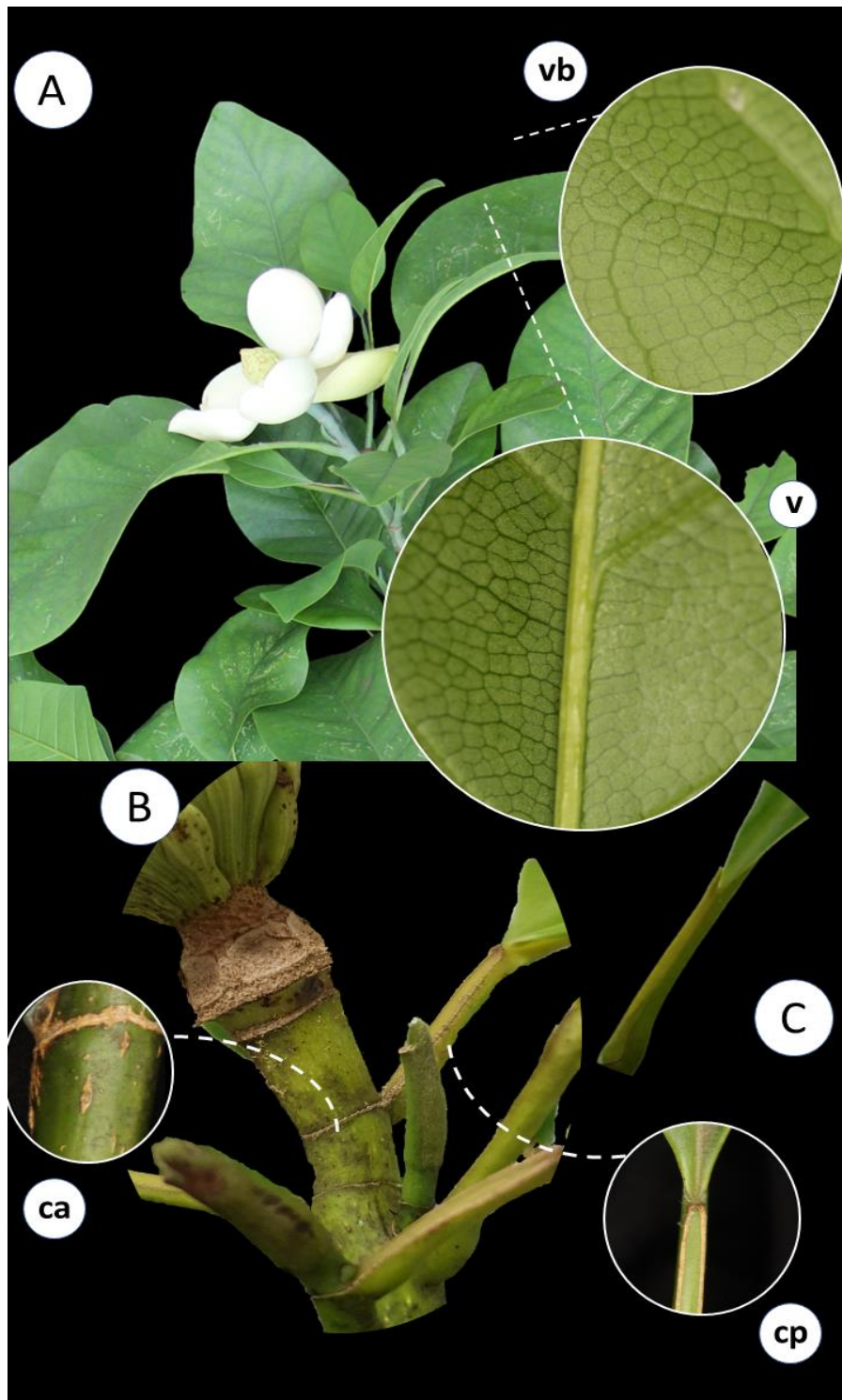


Figure 1. **A.** Branch with alternate leaves, present stipules, and terminal flower, **v.** detail of central vein, **vb.** detail of brochidodromous venation; **B.** Detail of the branch showing scars; **C.** Adnation of the stipule (which later falls) on the petiole, a characteristic of *Magnolia* section *Talauma*; **ca.** Annular scar; **cp.** Petiolar scar (resulting from stipule fall). Photos: A, v, vb, ca, cp: D.A. Zavatin; B-C: J. C. J. Barbosa.

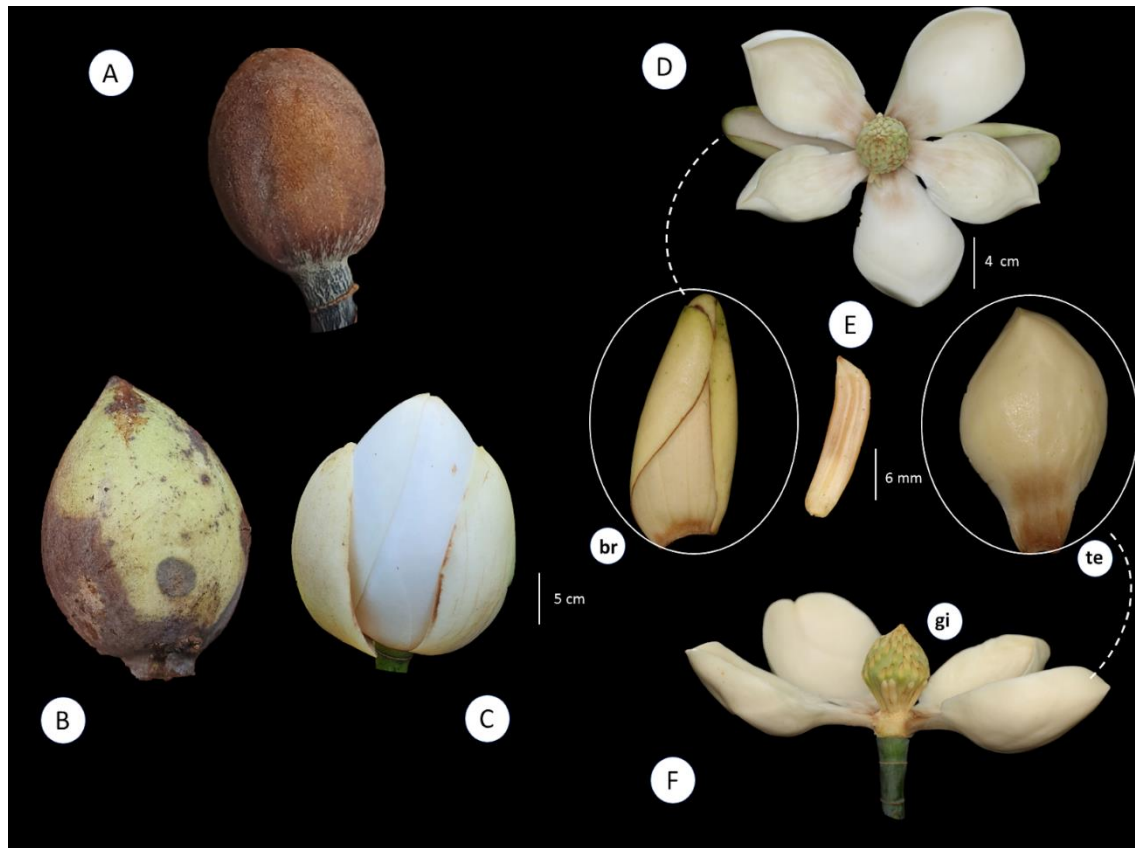


Figure 2. *Magnolia* flower stages. **A.** Perule; **B-C** Floral buds. **D,F** Flower at anthesis; **br.** Bract; **te.** Tepals; **gi.** Flower with detail of the gynoecium; **E.** Stamen. Photos: A: U. Pastore & R.M. Klein 145 (MBM115080); B-C: J. C. J. Barbosa; D, bra, te: D. A. Zavatin.

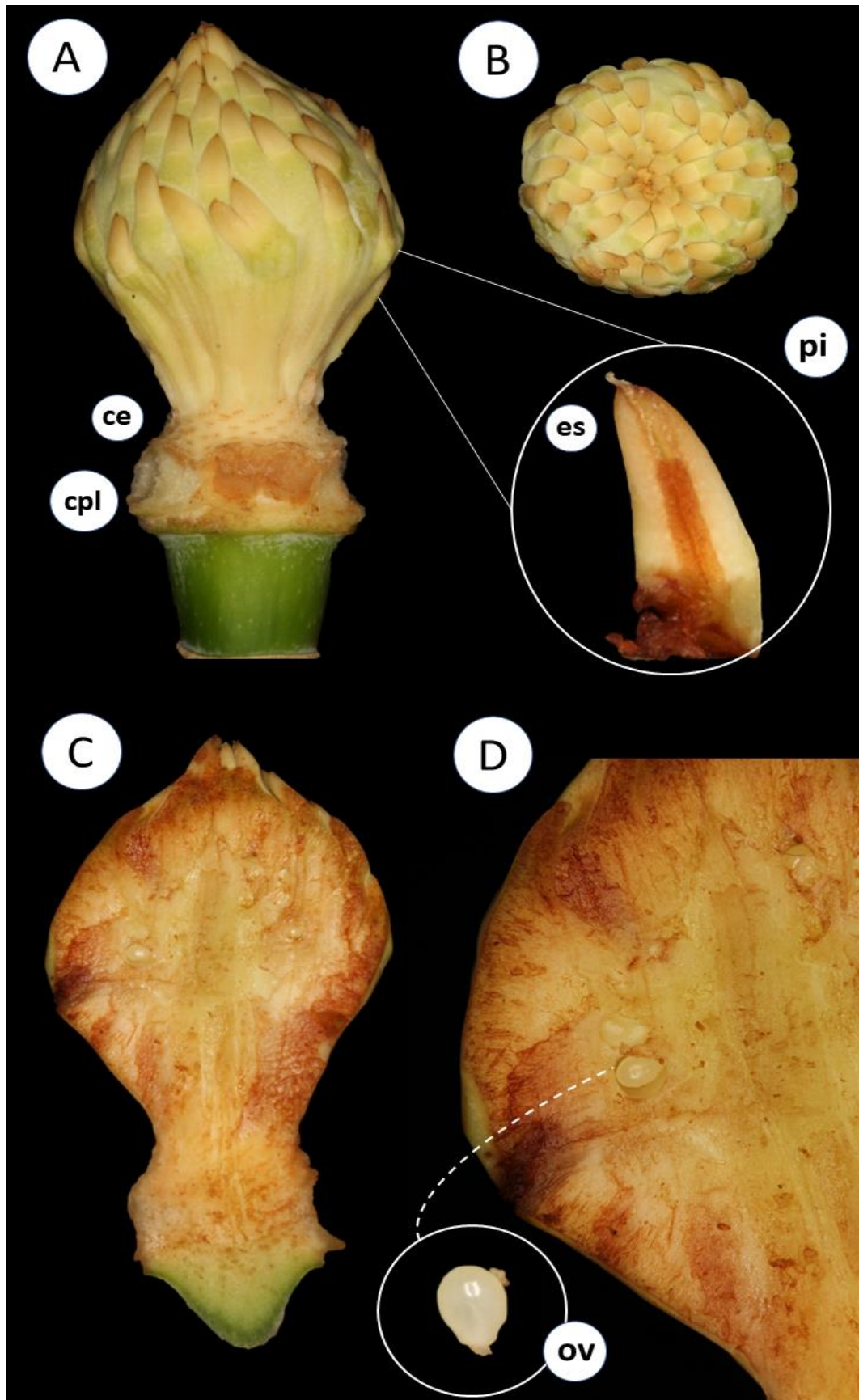


Figure 3. A. Gynoecium, vertical view B. Gynoecium, viewed from above **ce.** Staminal scar, **cpl.** petal scar, **pi.** Pistillum, **es.** Stigma; C. Longitudinal section, receptacle and gynoecium; D. Detail ovary, **ov.** ovule. Photos: D. A. Zavatin.

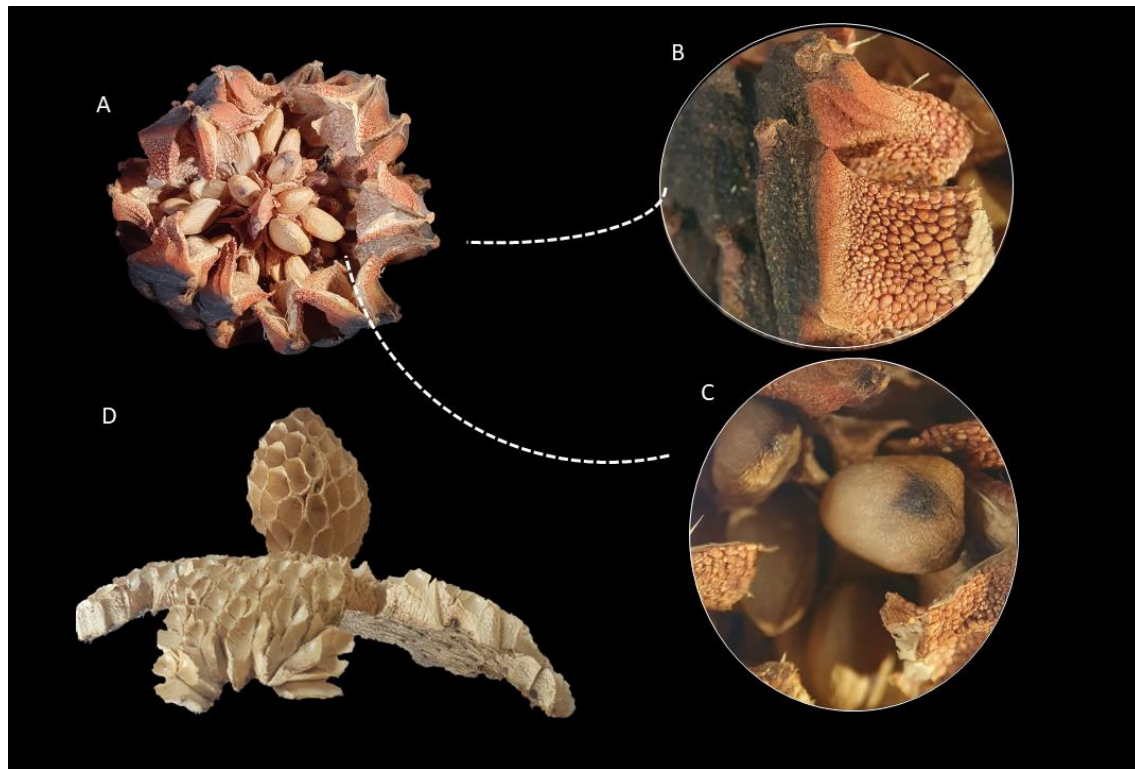


Figure 4. Fruit stages **A.** Partially open syncarpous fruit; **B.** Detail of the inner woody part of the fruit; **C.** 1 - 2 seeds per carpel; **D.** Mature fruit, with open woody masses (seeds already fallen from the fruit) Photos: J. C. J Barbosa.

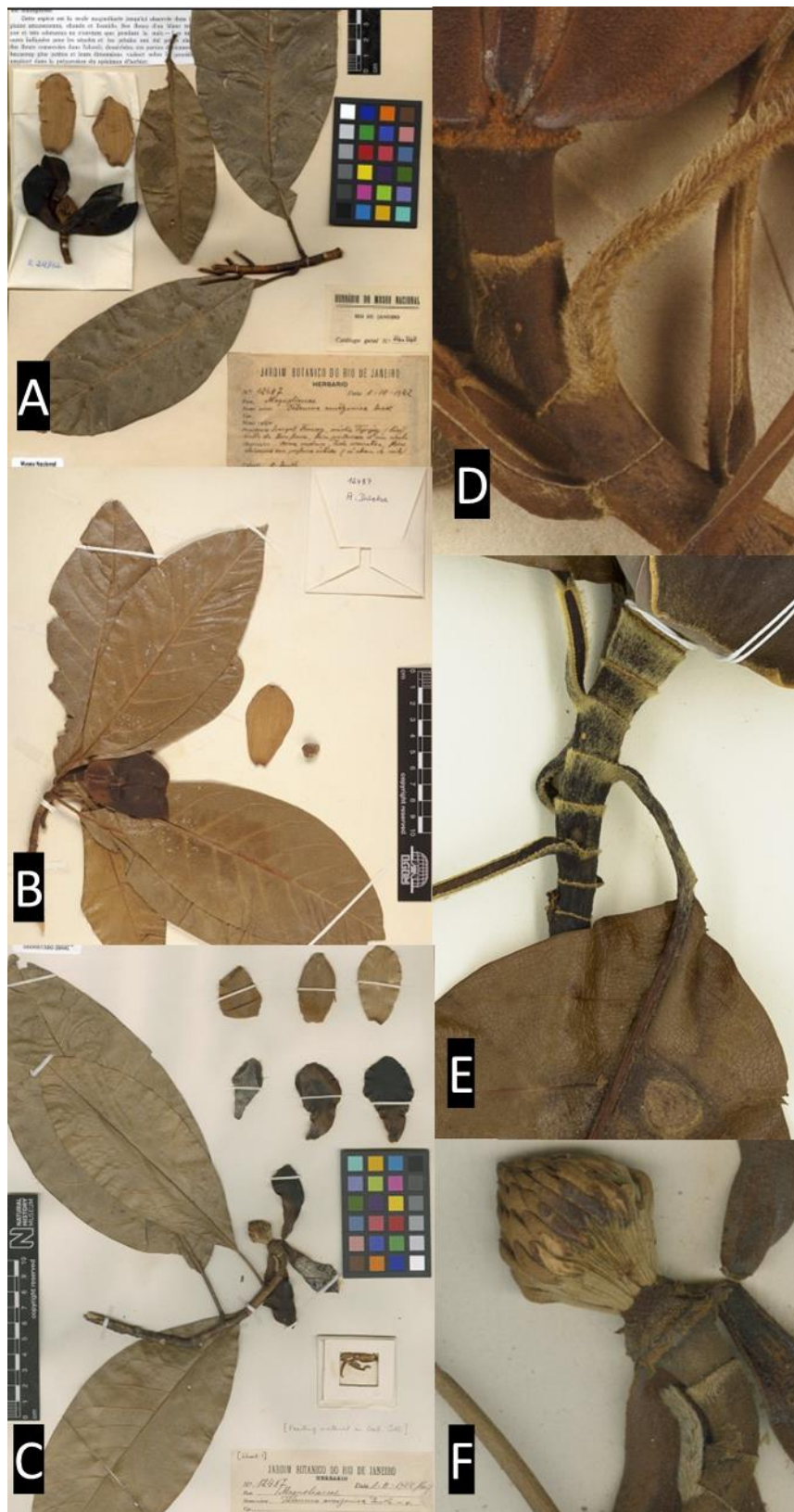


Figure 5. *Magnolia amazonica* A-C. Specimen deposited in herbarium; D-E Detail petiole and peduncle (in the region of the annular scars) showing trichomes in the youngest structures; F. Gynoecium. Photos: A-C W.A. Ducke 12487 (R000024142; BM000551380); B-D: (B100248229); C-F: BM551380; F: I. M. Silva 471 NY 03097880.



Figure 6. Geographical distribution *Magnolia amazonica*.

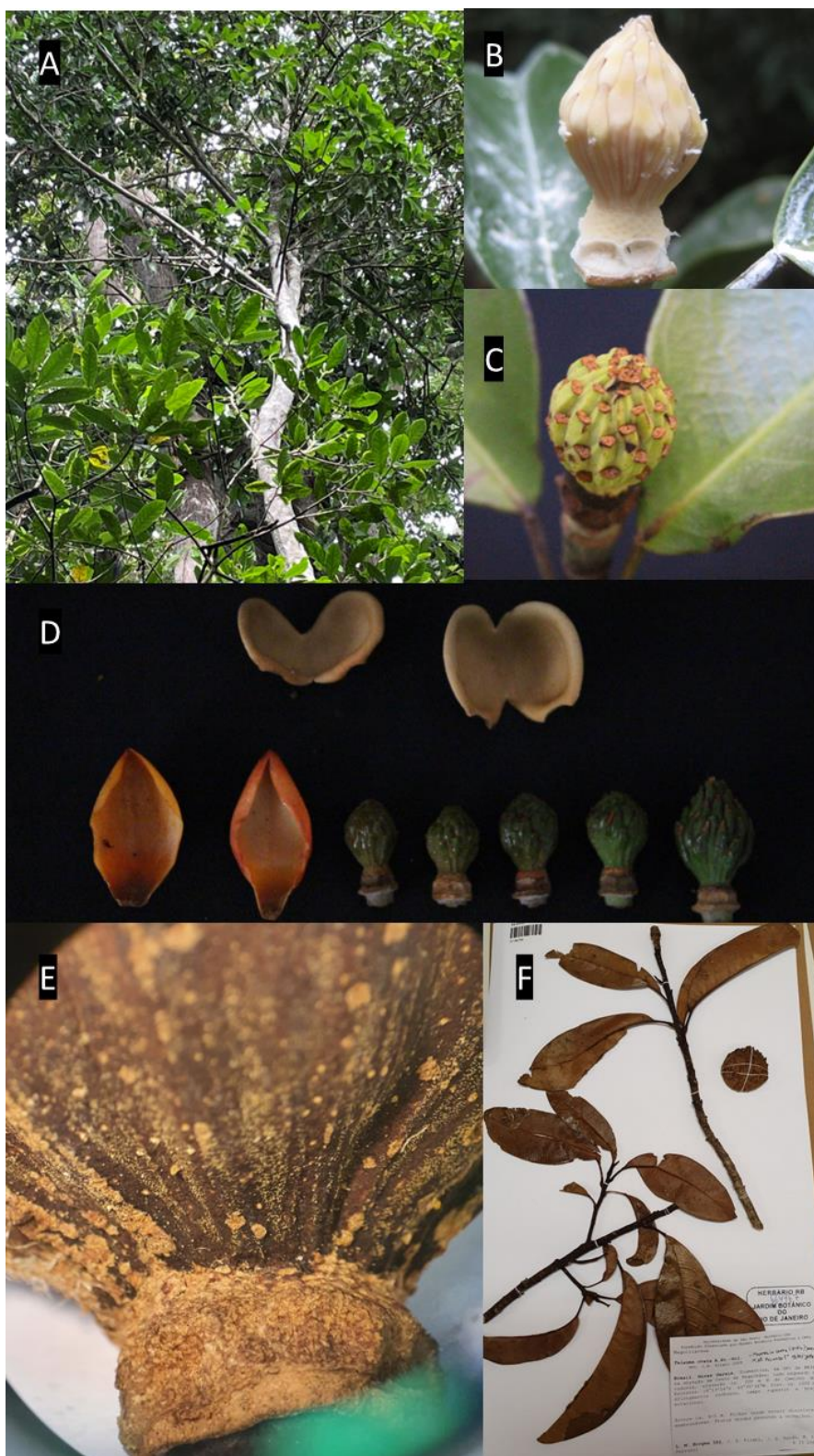


Figure 7. *Magnolia brasiliensis* **A.** Habit; **B.** Immature gynoecium; **C.** Immature fruit; **D.** Bracts (perule) and gynoecium; **E.** Details of trichomes on the fruit; **F.** Specimen deposited in the RB herbarium showing coriaceous leaves. Photos: A-D: C. O. Azevedo; E: R. Mello-Silva 50 (RB409806); F: L.M. Borges 393 (RB664467)

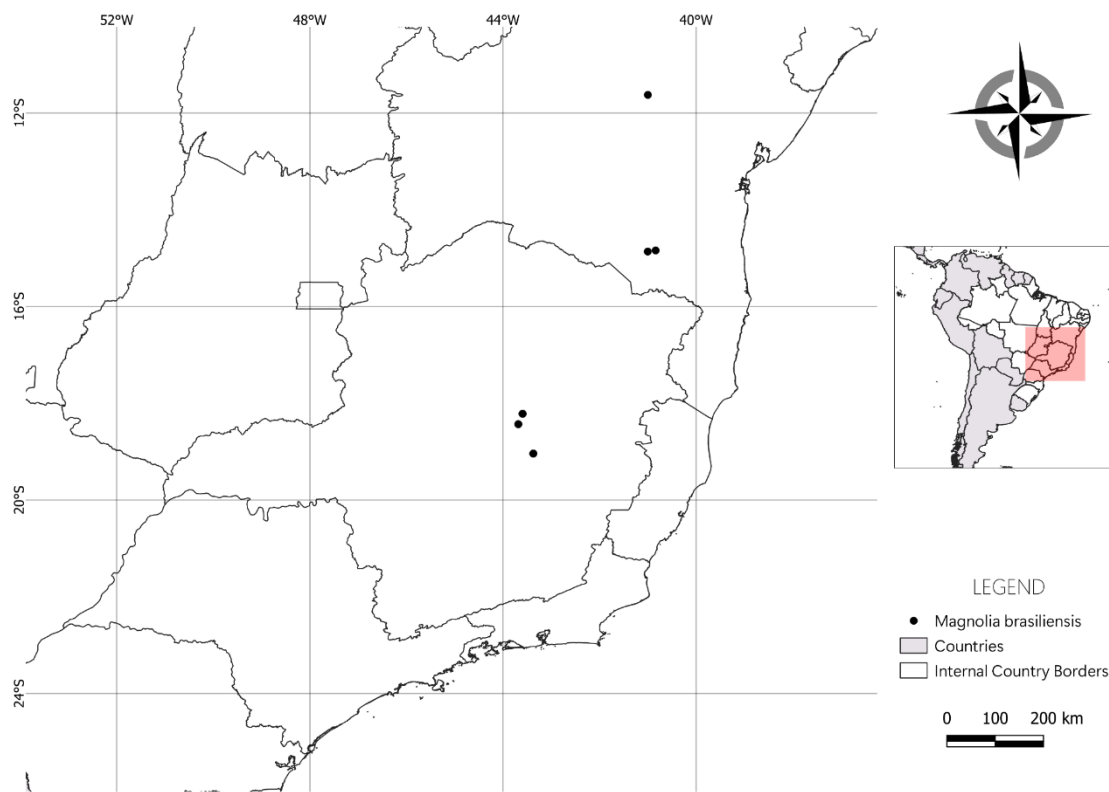


Figure 8. Geographical distribution *Magnolia brasiliensis*.

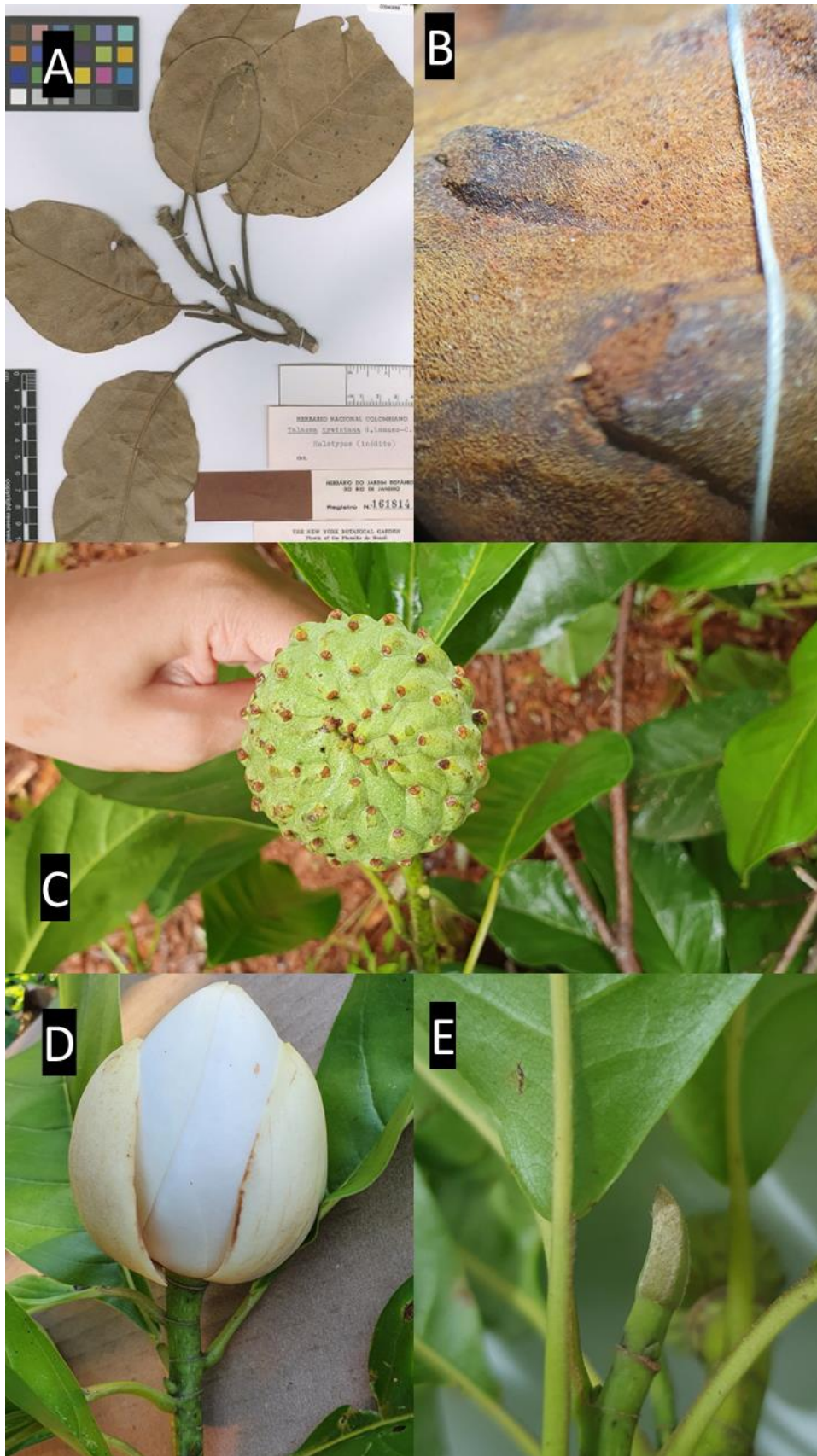


Figure 9. *Magnolia irwiniana*. **A.** Herbarium specimen, asymmetrical leaves; **B.** Detail of trichomes on the carpels; **C.** Fruit; **D.** Floral bud; **E.** Detail of stipule and tomentose petiole. Photos: A: *H.S Irwin 12681* (RB 540686); B: *H.S Irwin 12681* (MO 216832) C-E: *J. C. J. Barbosa*

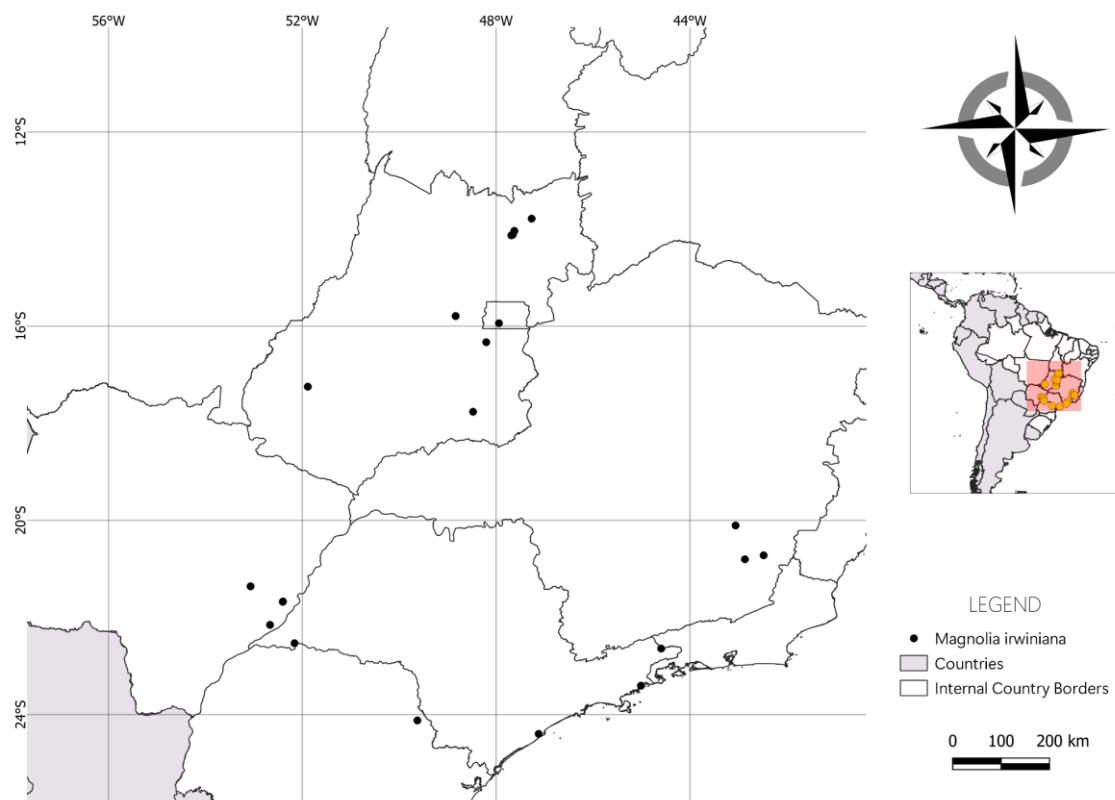


Figure 10. Geographical distribution of *Magnolia irwiniana*.



Figure 11. *Magnolia ovata*. **A.** Specimen deposited in herbarium P; **B.** Mature gynoecium; **C.** Specimen deposited in herbarium SPSF; **D.** Longitudinal section of gynoecium and stamens (immature); **E.** Immature fruit; **F.** Annular and petiolar scars. Photos: A: Saint-Hilaire, s.n (P00734792); B: Irwin, s.n (RB161815); C: O.C. Pavão et al. (SPSF28228); D: R. Marquete 2596 (RB398212); E-F: J. C. J. Barbosa.

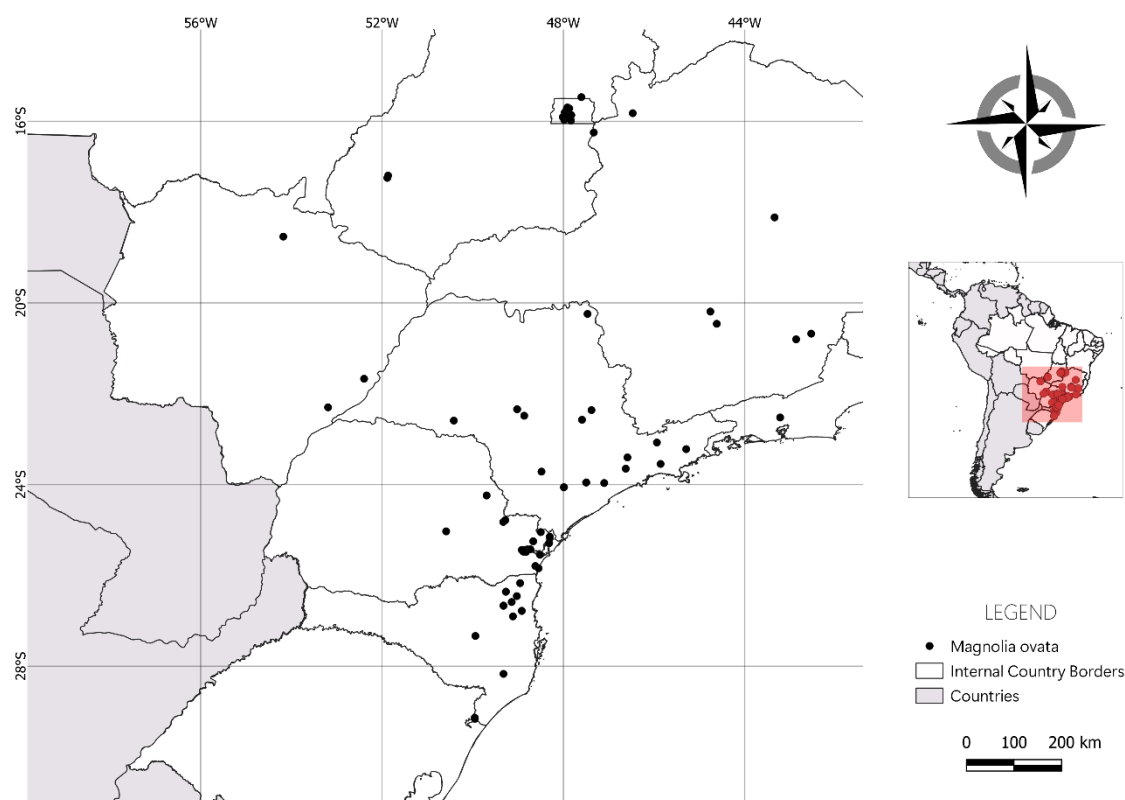


Figure 12. Geographical distribution of *Magnolia ovata*

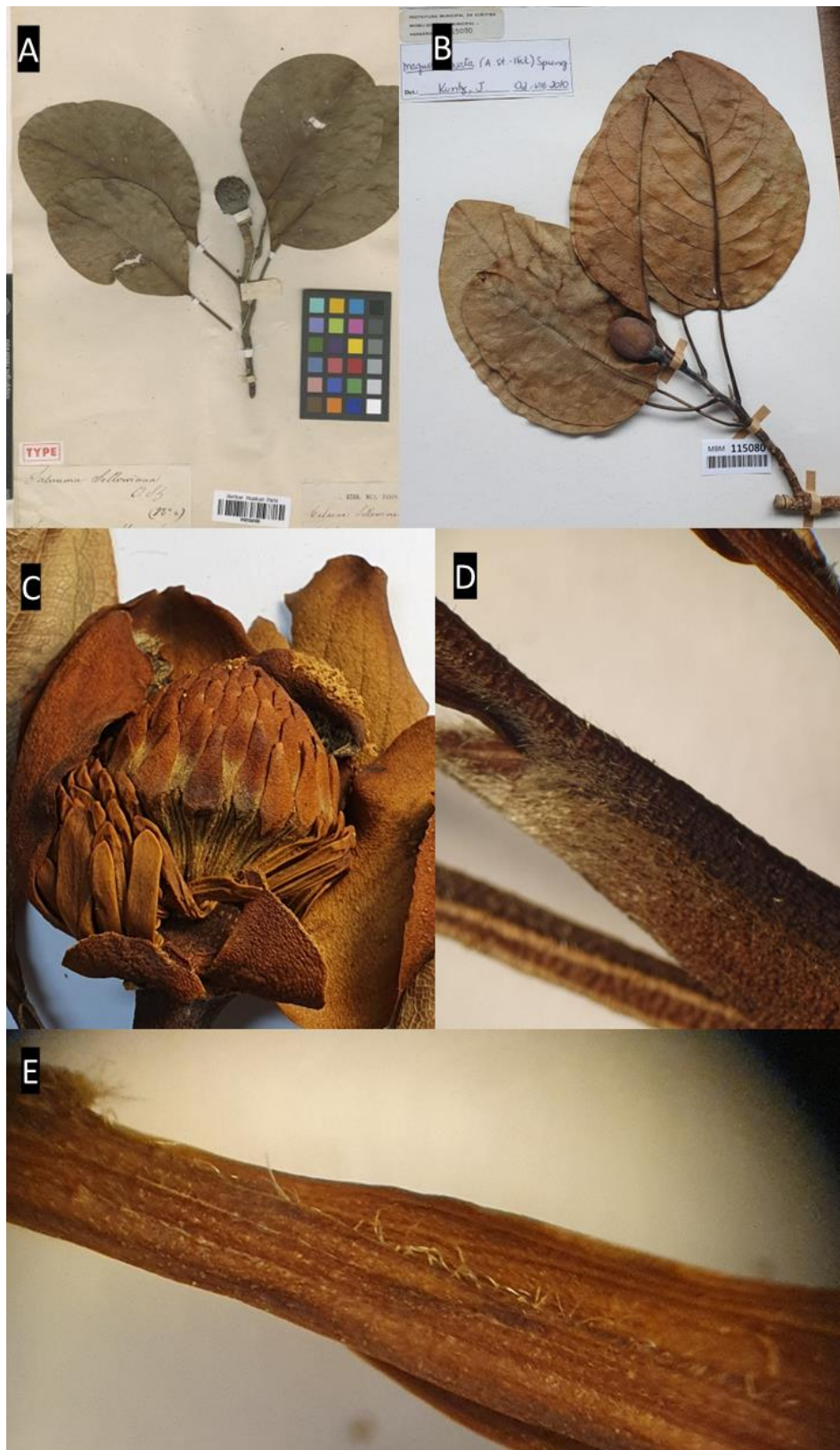


Figure 13. *Magnolia sellowiana*. **A.** Specimen deposited in herbarium P showing broadly elliptic leaf; **B.** Specimen deposited in herbarium MBM; **C.** Flower, detail of gynoecium and stamens; **D.** Stipule with trichomes; **E.** Midvein with trichomes. Photos: A: A. Saint-Hilaire s.n. (P00734795); B: U. Pastore & R.M Klein 145 (MBM 115080); C-E: L.S. Leoni 2689 (RB739505).

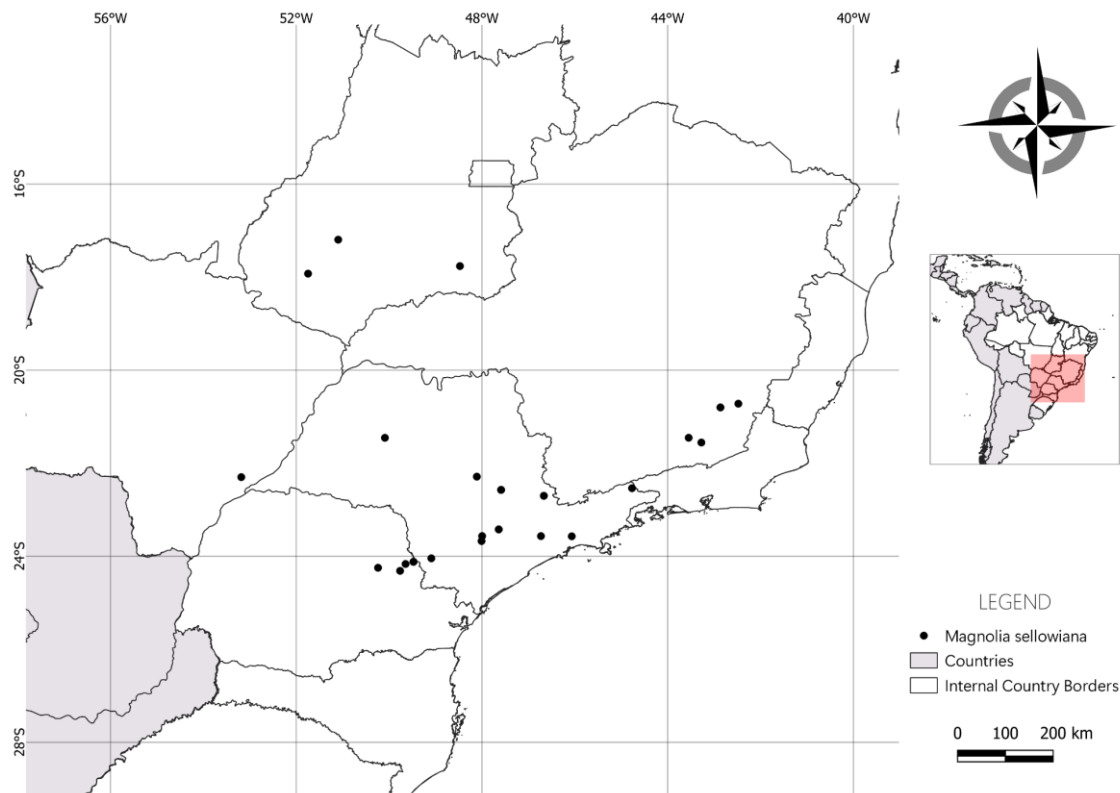


Figure 14. Geographical distribution of *Magnolia sellowiana*.

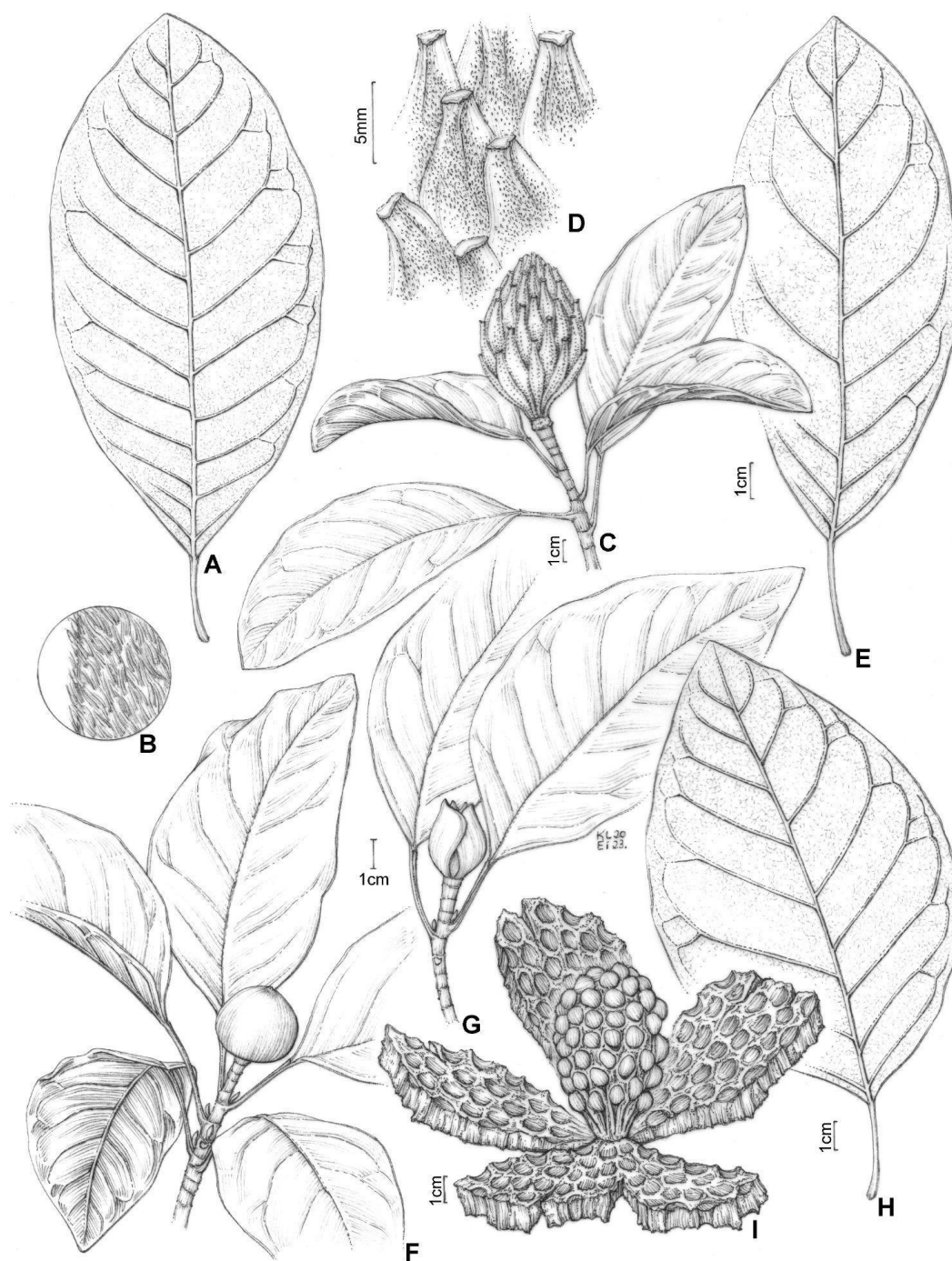


Figure 15. A. Leaf blade *Magnolia amazonica*; B. Trichomes from the petiole of *M. amazonica*; C. *Magnolia brasiliensis*; D. Fruit with trichomes in *M. brasiliensis*; E. Leaf blade *M. brasiliensis*; F. *Magnolia ovata*, presence of perule; G. Presence of floral bud in *M. ovata*; H. Leaf blade *M. ovata*; I. *M. ovata* mature fruit. (A-B: A.M Barreto 30; C-E: A.A. Grillo & M. Sztutman s.n.; F-G: E.P. Heringer, 8726; H: R.R. Rodrigues et al. 161; I: based on photographs of J. C. J Barbosa.) Drawing prepared by Klei Souza.

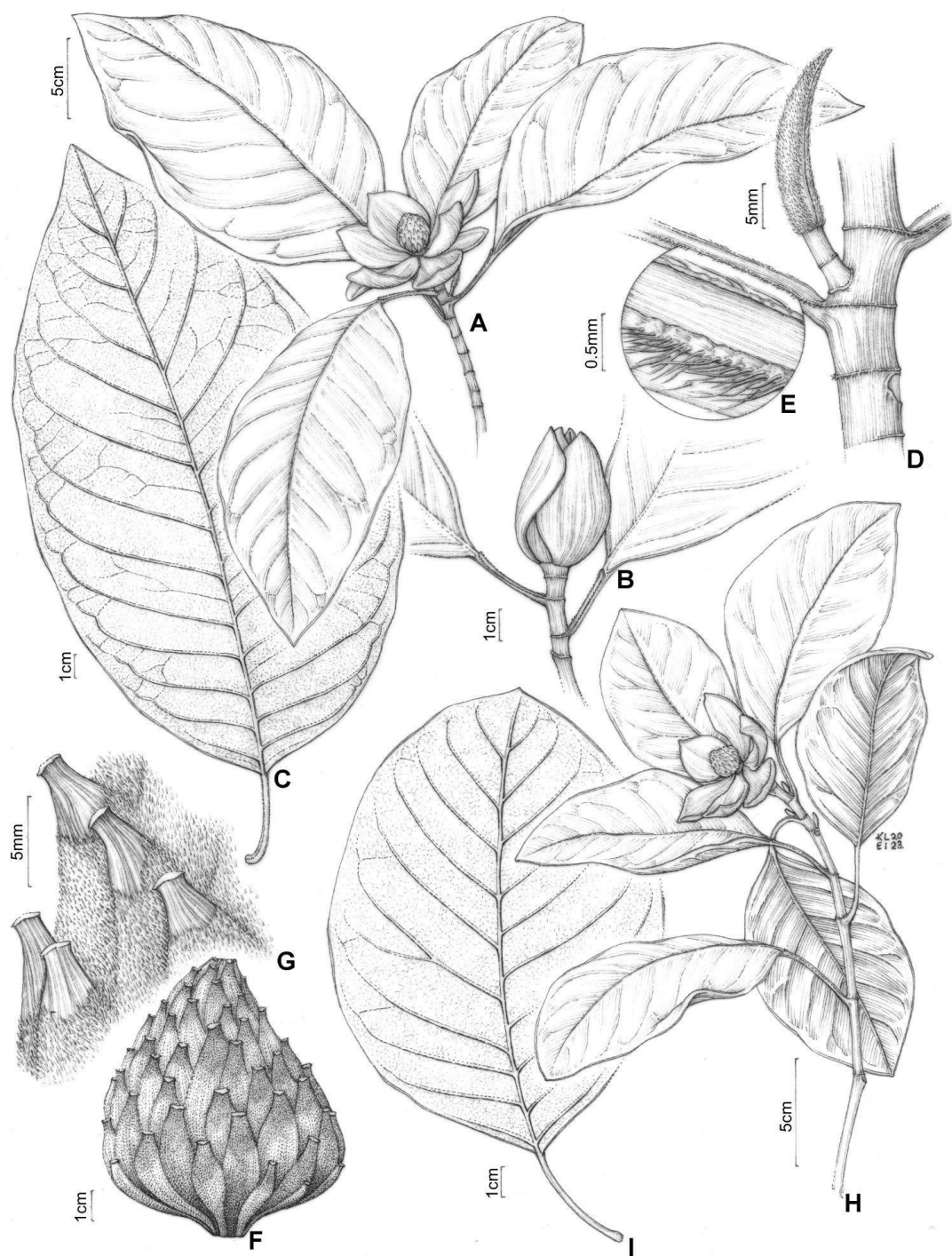


Figure 16. A. *Magnolia irwiniana*; B. Presence of flower bud in *M. irwiniana*; C. Leaf blade *M. irwiniana*; D. Detail of branch and stipule with trichomes in *M. irwiniana*; E. Detail of the trichomes on the petiolar scars; F. Immature fruit of *M. irwiniana*; G. Detail of the puberulent trichomes on the fruit; H. *Magnolia sellowiana*; I. Leaf blade *M. sellowiana*. (A: based on photographs of D. A. Zavatin; B: based on photographs of J.C.J. Barbosa C-G: H.F Leitão Filho et al. 34821; H: based on photographs of D. A. Zavatin; I: *M. Kuhlmann* 1809) Drawing prepared by Klei Souza.

Table 1. Morphological and geographic comparison table between native *Magnolia* species occurring in Brazil. (*from Lozano (1990); **from Azevedo et al. (2018).

	<i>M. amazonica</i>	<i>M. brasiliensis</i>	<i>M. irwiniana</i>	<i>M. ovata</i>	<i>M. sellowiana</i>
Peduncle (trichomes, lenticels)	tomentose, lenticulate	glabrous, densely lenticulate	glabrescent; sparse lenticels	glabrous, lenticulate	glabrescent; sparse lenticels
Petiole size (cm)	1,80–5	1,8–3,8	2,3–6	2,5–5 cm	2–5,6
Trichomes on the petiole	tomentose	glabrous	glabrescent	glabrous	glabrescent
Leaf size (cm)	11 – 28 × 4 – 12,	7,5–15,2 × 3,5–7,1	9-19 × 5-9,2	12,7–29,07 × 7,8 – 16,5	10-15,1 × 4,7-10
Leaf shape	elliptic	elliptic to oval	oval-elliptic	ovate-elliptic	broadly elliptic
Leaf margin	entire	entire	wavy	entire	entire-irregular
Number of secondary veins	8–19 pairs	8–12 pairs	6–11 pairs	8–13 pairs	5–13 pairs
Leaf texture	slightly coriaceous	strongly coriaceous	slightly coriaceous	papyraceous	papyraceous - membranous
Trichomes on the leaf	sericeous-tomentose	glabrous	glabrescent	glabrous	glabrescent
Tepal size (inner and outer)	petaloid 6 , 6–7 cm × 3–5 cm, sepaloid 3 , 5–7 cm × 3–4 cm	petaloid 6(7) , 3–3,5 cm × 1,3–1,7 cm sepaloid 3 , 3–3,2 × 2,4–3,2 cm **	petaloid 6 , 3.0–3.8 cm × 2.4–3.2 cm sepaloid 3 , 4.5–4.8 cm × 3.5–3.8 cm	petaloid 6 , 3,0–3,8 cm × 2,4–3,2 cm sepaloid 3 , 4,5 – 4,8 cm × 3,5 – 3,8 cm	petaloid 6 , 2,7–3,1 × 1,5–2,9 sepaloid 3 , 3,4–4,0 cm × 2,7–3,2 cm
Number of stamens	98–102**	75–93**	ca. 114*	144–150*	ca. 180*

Trichomes on the fruit	puberulent	strigose short	puberulent	glabrous	glabrous
Number of carpels	44–48	40–57**	111*	68–71*	102*
Distribution	Amazon Region (Brazil and other countries), Southeast Region (Rio de Janeiro)	Northeast Region (Bahia) Southeast Region (Minas Gerais)	Southeast (São Paulo, Minas Gerais), and Central-West (Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul) regions	North, South, Southeast, Midwest.	Southeast (São Paulo, Minas Gerais), and Center-West (Goiás, Mato Grosso do Sul).

CAPÍTULO

Use of geometric morphometry as a tool to distinguish species of the genus *Magnolia*.
Talauma (*Magnoliaceae*)

Capítulo a ser submetido para



FotoMagnoZavatin, D.

Use of geometric morphometry as a tool to distinguish species of the genus *Magnolia* sect. *Talauma* (Magnoliaceae).

Juliana Cruz Jardim Barbosa¹, Camila Barbosa de Araújo¹, Marie-Stéphanie Samain², Maria Beatriz Rossi Caruzo³

1 Instituto de Pesquisas Ambientais, Unidade Jardim Botânico, Avenida Miguel Stéfano, 3687, Água Funda, CEP 04301902, São Paulo, SP, Brazil **2** Instituto de Ecología, A.C., Red de Diversidad Biológica del Occidente Mexicano, Carretera antigua a Coatepec 351, Col. El Haya, Xalapa, Veracruz. CP 91073. **3** Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Instituto de Ciências Ambientais, Químicas e Farmacêuticas, Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva, Rua Prof. Arthur Riedel, 275 Eldorado, CEP 09972270, Diadema, São Paulo, Brazil.

Corresponding author: Juliana Cruz Jardim Barbosa (juliana.cruz.jardim@gmail.com)

Abstract.

Until recently, the morphological and taxonomic delimitation of *Magnolia* was poorly known, having several synonyms and a wide geographic distribution. This study was conducted to investigate the variation in leaf shape of the genus *Magnolia* occurring in Brazil. A total of 28 individuals of five species (*M. amazonica*, *M. brasiliensis*, *M. irwiniana*, *M. ovata*, *M. sellowiana*), were selected for correct identification. The photographs used in this study were obtained from the Re flora/Flora and Funga do Brasil 2023 platform, which were converted and merged into TPS format using the TpsUtil1.61 software and then digitized using the TpsDig 2.32 software. A total of 18 landmarks were digitized along the leaf contour. The number of landmarks was chosen according to the previous analysis of the photographs, which analyzed the size and the presence of a complete base and apex. The results obtained regarding the non-parametric multivariate analysis of variance (NPMANOVA) show significant values between population means using the Euclidean distance (permutation values = 9999, total sum of squares = 0.3379, sum of squares within-groups = 0.1422, $F=7.915$, $P=0.0001$). According to the correct classification matrix, specimens belonging to *M. amazonica*, *M. brasiliensis*, *M. irwiniana* and *M. sellowiana* were 100% correctly classified. The individuals belonging to *M. ovata* presented 80% of correct classification. This occurs because two individuals belonging to *M. ovata* share minimal characteristics of leaf shape with individuals belonging to *M. irwiniana* and *M. sellowiana*. In the present study, the morphological diversity regarding leaf shape of individuals belonging to *Magnolia*, may be one of the reasons for the confusion in species identification. The use of taxonomic knowledge in conjunction with morphometric analyses proved effective for species delimitation.

Key words: Form analysis, leaf morphology, taxonomy

Introduction

Magnolia consists of over 300 species distributed from East Asia to Malaysia and the Neotropical region (Rivers 2016). *Magnolia* is divided into three subgenera (Figlar and Nooteboom 2004) (subgen. *Magnolia*, subgen. *Yulania* (Spach) Rchb. and subgen. *Gynopodium* (Dandy) Figlar and Noot.) and 15 sections, among which *Talauma* (distributed in Central and South America) is the richest one with almost 130 species (Pérez-Castañeda 2015). In general, the diversity of *Magnolia* is greatly underestimated in the tropics, especially in the *Talauma* section (Vázquez et al. 2013).

From older works, such as those by Eichler (1864) and Lozano (1990), to more recent studies, as that from Azevedo et al. (2018), several authors have made considerations about *Magnolia* species in Brazil. However, the authors from Flora of Brazil 2020 (Mello-Silva et al. 2023) adopted a broader concept for the species *M. ovata*, synonymous with other previously recognized species, such as *M. brasiliensis*, *M. irwiniana*, *M. paranensis*, and *M. sellowiana*. Because of this, 4 species are now recognized for Brazil: *M. amazonica* and *M. ovata* as native species, besides two cultivated species: *Magnolia champaca* L. and *Magnolia grandiflora* L. (Mello Silva et al. 2023). Taxonomic divergence can be observed in other platforms, such as in "The Red List of Magnoliaceae" (Rivers et al. 2016) as well as in other platforms where some accepted names of *Magnolia* species from Brazil can be found.

Overall, the taxonomy of *Magnolia* is far from complete. The genus has so far, few studies aimed at determining variation in morphological characters, despite the recognition of moderate phenotypic plasticity in Magnoliaceae (Vázquez-García 2014; Gutiérrez-Lozano et al. 2021). Important studies such as that of Arteaga-Rios et al. (2020) where morphological and molecular characters were used to compare individuals of widely distributed species, concluded that perhaps different species were being recognized as a single widely distributed species with a large range of occurrence and a great morphological variation (Arteaga-Rios et al. 2020).

Leaf morphology is an important tool in plant taxonomy and systematics (Bell and Bryan 2008; Cope et al. 2012). The study of leaf variations is extremely important to discriminate characteristics between taxa, being a field of knowledge in taxonomy and plant systematics (Ellis et al. 2009; Goncalves and Lorenzi 2011). Complex leaf characters have traditionally been used for taxonomic studies as a taxonomic basis for classification and identification (Cope et al. 2012).

Geometric morphometry involves the use of quantitative representation of shape and uses anatomical landmarks (homologous characteristics of an organ) or anatomical semi-landmarks as reference points and/or contours, which are used to compare morphological characteristics, such as those existing in leaves, flowers and seeds, using images as a starting point for analyzes (Chuanromanee 2019). Currently, geometric morphometry is a widely used tool for distinguishing shapes (Zelditch et al. 2012), being an efficient tool to characterize the deviation between dorsal/ventral and bilateral symmetry of biotic elements (Cabuga et al. 2018). The taxonomy of *Magnolia* species, especially those recorded for Brazil, is quite complex and problematic, in need of urgent

revision, especially when considering the delimitation of species currently synonymized under *Magnolia ovata*.

The present study aims to evaluate the leaf shape in specimens belonging to *Magnolia* through the use of geometric morphometry to complement the taxonomic understanding of these species, and be able to differentiate and delimit this character for the genus.

Methods

For this study, a total of 28 photographs were chosen considering the possibility for a correct identification of the species. according to prior knowledge of its characteristics. Each of these photographs was named according to the classification previously proposed for the genus in Brazil (Cap.1). For the analysis of geometric morphometry and standardization of the number of anatomical landmarks, we opted for the presence of intact sheets and the use of only the abaxial surface, in addition to images with standardized scales. The photographs were obtained through the Re flora/Flora do Brasil platform (scanned and standardized images by herbaria).

The TpsUtil1.61 software (Rohlf 2015) was used to convert and merge all the photographs obtained into a single file in TPS format. Then, the TpsDig 2.32 software (Rohlf 2018) was used to digitize the anatomical landmarks or reference points along the contour of the leaf for each image, using a standardized scale of 1 centimeter.

A total of 18 landmarks were digitized along the leaf contour (Figure 1A-B). The amount of landmarks was chosen according to the previous analysis made with the photographs obtained, where the size and presence of intact base and apex were analyzed.

Then, the file containing all the digitized anatomical landmarks was imported into the RStudio v.1.4.1 software (RStudio Team 2020) and opened in the Geomorph R package (Adams and Otárola-Castillo 2013). The data were aligned from a generalized procrustes analysis (GPA) and were symmetrized. The Procrustes overlay procedure or Generalized Procrustes Analysis (Figure 1C) is used to separate size and shape (Rohlf 1990). This method basically consists of three steps. In the first, the leaf configurations are superimposed, thus eliminating the effect of position, size and orientation (Zelditch et al. 2000).

The positioning of the anatomical landmarks (Table 1) was chosen based on the position of the main and secondary veins of the leaves, according to the provisions of Vieira et al. (2014).

Principal Component Analysis (PCA) was performed to visualize leaf shape variation among individuals over a morphospace. Grids or deformation grids or “ThinPlate Splines” (TPS-grids) were created and plotted considering the first two axes of the PCA, to allow the visualization of changes in the shape of the leaf of the studied morphotypes/species.

Linear discriminant analysis (LDA) was performed, using all non-zeroed axes obtained through principal component analysis (PCA), and using the MASS -R package (Venables and Ripley 2002) to evaluate group discrimination by probability of reassignment (McLachlan 1992). A non-parametric multivariate ANOVA (MANOVA) was also performed to test the differences between the leaf shapes of the individuals analyzed from the Euclidean distance matrix in the Past v software. 2.17 (Hammer et al. 2001).

Results and Discussion

Principal component analysis (PCA, figure 2) indicated that the first two axes were responsible for 87.44% of the variation in leaf shape belonging to individuals of *Magnolia*. Principal component 1 (PC 1) presented 54.74% of variation, and represented more elongated leaves. While the principal component 2 (PC 2) showed 34.7% of variation and represents individuals with a more elliptical to rounded leaf shape.

Magnolia ovata (yellow, figure 3E) is on the positive to negative side of axis 1 (PC 1) and represents individuals with oval leaves. On the negative side of axis 1 (PC 1), individuals from *M. irwiniana* (blue, 3D figure), which corresponds to individuals with a more elliptical leaf shape.

The individuals belonging to *Magnolia amazonica* (red, figure 3A-B) followed by all individuals belonging to *M. brasiliensis* (orange, figure 3C). These individuals have an elliptical shape. Individuals belonging to *M. sellowiana* (green, figure 3F) are mostly plotted on the negative side of axis 2 (PC 2). These specimens have a largely elliptical leaf shape (figure 3F).

Linear discriminant analysis (LDA, figure 4) shows the separation of individuals from *Magnolia* into five distinct groups based on leaf shape.

The results obtained referring to the non-parametric multivariate analysis of variance (NPMANOVA) show significant values between the population means using the Euclidean distance (permutation values = 9999, total of sum of square = 0.3379, sum of square within-groups = 0.1422, $F=7.915$, $P=0.0001$).

According to the correct classification matrix (Table 2), the specimens belonging to *M. amazonica*, *M. brasiliensis*, *M. irwiniana* and *M. sellowiana* were 100% correctly classified. Meanwhile, individuals belonging to *M. ovata* presented 80% of correct classification. This is because two individuals belonging to *M. ovata* shared minimal characteristics of leaf form with individuals belonging to *M. irwiniana* and *M. sellowiana* as shown in table 2.

Conclusion

The use of geometric morphometry, supported by several areas of knowledge, whether morphological and metric, ecological and molecular, is an important tool for better characterization and delimitation of species, especially in the case of complex taxa

such as species of *Magnolia*, which still have a poorly studied taxonomy and morphology.

The use of geometric morphometry, based on quantitative analysis of the form, proved to be an important tool in this study for identifying and obtaining differences, even if minimal, which enabled the distinction of species and delimitation of leaf morphological characters in *Magnolia* in Brazil.

In the present study, the morphological diversity in relation to the shape of the leaf of individuals belonging to *Magnolia*, which may be one of the reasons for the confusion when identifying the species. It is observed that the leaf shape of the analyzed individuals varies from elongated to elliptical-rounded shapes.

It is evident the existing morphological differences in the leaf shape of specimens of *Magnolia* analyzed in the present study. Although further studies are needed, with analysis of molecular, palynological and anatomical data, for example, the qualitative and quantitative analysis of morphological characters seem to support the recognition of *M. brasiliensis*, *M. irwiniana* and *M. sellowiana* as distinct species. Although they have been synonymized in *M. ovata* in “Flora do Brasil” (Mello Silva et al., 2020), based on this evidence, we propose that the three species be maintained as distinct, out of concern for their conservation.

Acknowledgments

The work is part of the Master’s thesis of the first author. Financial support was provided to JCJB by Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brazil (CAPES) [88887.514047/2020-00] and Franklinia Foudation. We are thankful to all curators and herbaria staff for allowing us access to their collections.

References

- Adams DC, Otárola-Castillo E. (2013). Geomorph: an R package for the collection and analysis of geometric morphometric shape data. *Methods in Ecology and Evolution*, 4(4): 393-399. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12035>
- Arteaga-Rios LD, Mejía-Carrazza J, Piña-Escutia JL, González-Díaz JG, Rivera-Colín A (2020) Comparación Molecular y Morfológica entre Ejemplares de *Magnolia* mexicana “Yoloxóchitl” del Estado de México y Veracruz. *Polibotánica*, 48: 107–124. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.49.7>
- Bell AD, Bryan A (2008). *Plant form: an illustrated guide to flowering plant morphology*. Timber Press.
- Cabuga CC, Delabahan ICB, Dedel JIC, Ayaton MA, Ombat LA, Budlayan MLM (2018) Geometric morphometrics of leaf blade shape in water hyacinth (*Eichhornia crassipes*: Pontederiaceae) population from Lake Mainit, Philippines. *Computational Ecology and Software*, 8(2): 46-56

- Chuanromanee TS, JI Cohen, GL Ryan (2019) Morphological Analysis of Size and Shape (MASS): an integrative software program for morphometric analyses of leaves. *Appl Plant Sci* 7(9): 11288. <https://doi.org/10.1002/aps3.11288>
- Cope JS, Corney D, Clark JY, Remagnino P, Wilkin P (2012) Plant species identification using digital morphometrics: A review. *Expert Systems With Applications*, 39(8): 7562– 7573. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.01.073>
- De Azevedo CO, Marinho LC, Machado AFP, Arroyo F, Vázquez-García JA (2019) *Magnolia brasiliensis* (Magnoliaceae), a new species and new record for the Northeastern region of Brazil. *Brittonia*, 70: 306–311.
- Ellis B, Daly DC, Hickey LJ, Johnson KR, Mitchell JD, Wilf P, Wing SL (2009) *Manual of leaf architecture*. Cornell University Press, Ithaca.
- Eichler AW (1864) Magnoliaceae. In: C.F.P. Martius & A.W. Eichler (eds), *Flora Brasiliensis*, Vol. 13. F. Fleischer, Lipsiae, 121–126.
- Figlar RB, Nootboom HP (2004) Notes on Magnoliaceae IV. *Blumea* 49: 87–100. <https://doi.org/10.3767/000651904X486214>
- Gonçalves EG, Lorenzi H (2011) *Morfologia vegetal: organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares*. Instituto Plantarum de estudos da flora, São Paulo. 1-512
- Gutiérrez-Lozano M, Vázquez-García JA, Reyes-Ortiz JL, Aguilar PO, GalvanHernandez DM, Sanchez-Gonzalez A (2021) Foliar, floral and fruit morphology variation in *Magnolia mexicana* (DC.) G. Don (Talauma Section, Magnoliaceae) in Mexico. *Botanical Sciences*, 99(4): 955-975. <https://doi.org/10.17129/botsci.2800>
- Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD (2001) Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol. Electron*, 4(1): 9–18
- Lozano-Contreas G (1990) Magnoliaceae nativas del Brasil. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas. Físicas y Naturales* 17: 579–583. McLachlan GJ (1992) Cluster analysis and related techniques in medical research. *Stat Methods Med Res* 1: 27–48. <https://doi.org/10.1177/096228029200100103>
- Morais DV de, Nunes LA, Mata VP da, Costa MAP de C, Sodré G da S, Carvalho CAL de (2019) Leaf geometric morphometrics among populations of *Dalbergia ecastaphyllum* (L.) Taub. *Bioscience Journal*, 35(6): 1789–1798. <https://doi.org/10.14393/BJ-v35n6a2019-39814>
- Pérez-Castañeda L, Castañón NG, Ramírez MM, Mayek PN (2015). Avances y perspectivas sobre el estudio del origen y la diversidad genética de *Capsicum* spp. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 2(4): 117-128. <http://dx.doi.org/10.19136/era.a2n4.721>
- Rivers M, Beech E, Murphy L, Oldfield S (2016) The red list of Magnoliaceae-revised and extended. *Botanic Gardens Conservation International*.
- Rohlf FJ (1990) Morphometrics. *Annu Rev Ecol Syst* 21: 299–316. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.21.110190.001503>
- Rohlf FJ (2015) The tps series of software. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy* 26: 9–12. <https://doi.org/10.4404/hystrix-26.1-11264>
- Rohlf, FJ (2018) tpsDig. Version 2.32. <http://life.bio.sunysb.edu/morph/> [accessed on 31.03.2023]

- RStudio, T. (2020). RStudio: integrated development for R. <http://www.rstudio.com> [accessed on 02.01.2023]
- Vázquez-García JA, Gómez-Domínguez H, López-Cruz A (2013) *Magnolia perezfarrerae*, a New Species and a Key to Mexican Species of *Magnolia* (section *Talauma*, subsection *Talauma*, Magnoliaceae). *Bot. Sci*, 91: 417–425. <https://doi.org/10.17129/botsci.38>
- Vázquez-García JA, Neill DA, Pérez-C, ÁJ, Arroyo F, Núñez-V MP, Serna M, De Castro Arce E, Domínguez-YR, Véliz-P, ME, Pérez-F MA, Muñiz-C MÁ, SánchezGonzález A (2014) Magnoliaceae del Neotrópico: riqueza, endemismo y estado de conservación. XI Congreso Latinoamericano de Botánica, Salvador.
- Venables W, Ripley B (2002) Random and mixed effects. Modern applied statistics with S: Springer, New York, 271–300. https://doi.org/10.1007/978-0-387-21706-2_10
- Vieira M, Mayo SJ, de Andrade IM (2014) Geometric morphometrics of leaves of *Anacardium microcarpum* Ducke and *A. occidentale* L. (Anacardiaceae) from the coastal region of Piauí, Brazil. *Braz. J. Bot* 37: 315–327. <https://doi.org/10.1007/s40415-014-0072-3>
- Zelditch ML, Sheets HD, Fink WL (2000) Spatiotemporal reorganization of growth rates in the evolution of ontogeny. *Evolution* 54: 1363–1371. <https://doi.org/10.1111/j.0014-3820.2000.tb00568.x>
- Zelditch ML, Swiderski DL, Sheets HD (2012) Geometric morphometrics for biologists: a primer. Elsevier, Amsterdam

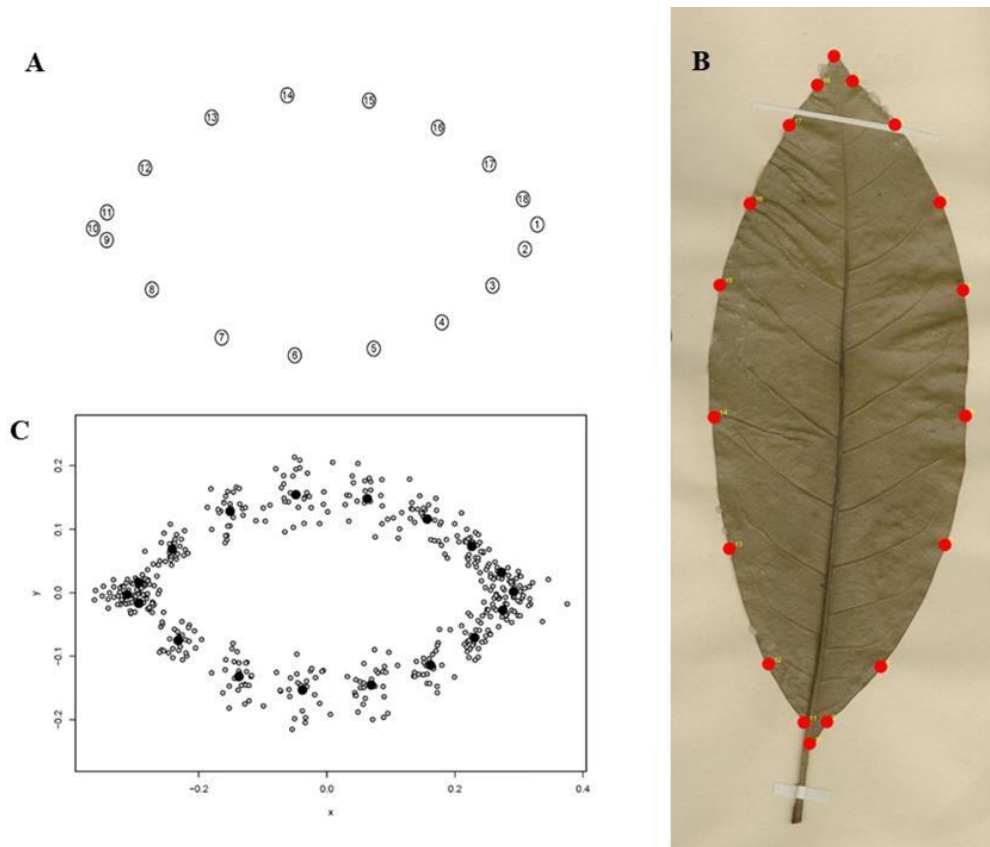


Figure 1. A-B. Position of 18 *landmarks* plotted along the leaf shape of individuals of *Magnolia*. **C.** Result of the Generalized Procrustes Analysis (GPA) illustrating the “optimal” configuration of the *landmarks* along the leaf shape of the 18 individuals studied after rotation, translation and size standardization.

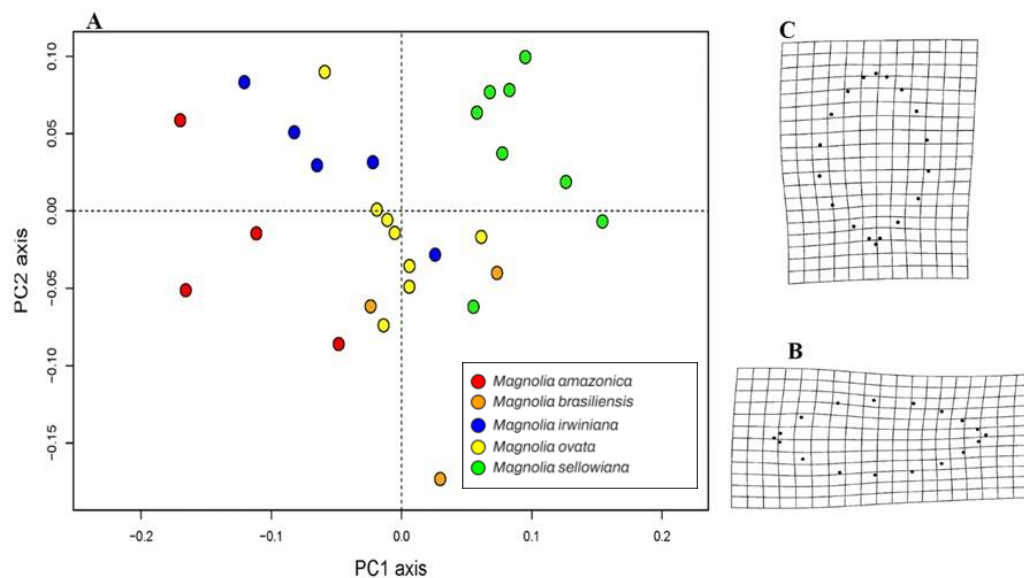


Figure 2. A. Graphical representation of principal component analysis (PCA) showing individuals from *Magnolia* across morphospace **B.** Deformation grid (Thin PlateSplines) illustrating maximum variation in leaf shape along axis 1 (PC 1). **C.** Deformation grid (Thin PlateSplines) illustrating maximum variation in leaf shape along axis 1 (PC 1).

Deformation grid (Thin Plate-Splines) illustrating maximum leaf shape variation along axis 2 (PC 2). The deformation grids have been zoomed in at 1.5x.

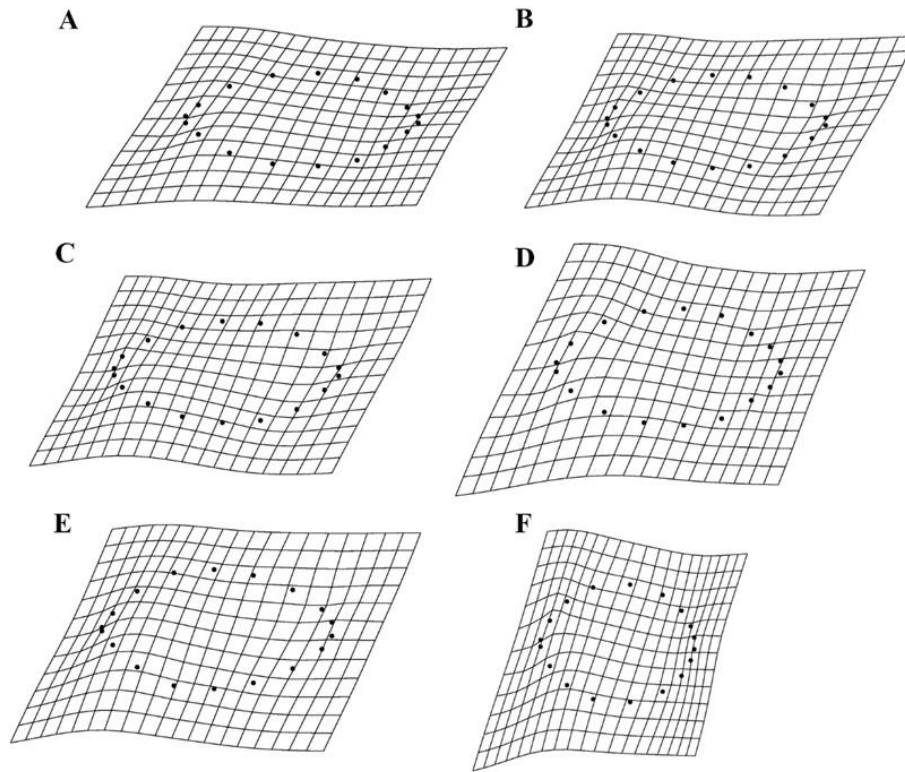


Figure 3. Deformation Grid (Thin Plate-Splines) illustrating leaf shape changes in individuals of *Magnolia*. **A, B.** *M. amazonica*; **C.** *M. brasiliensis*; **D.** *M. irwiniana*; **E.** *M. ovata*; **F.** *M. sellowiana*. The deformation grids have been zoomed in at 1.5x.

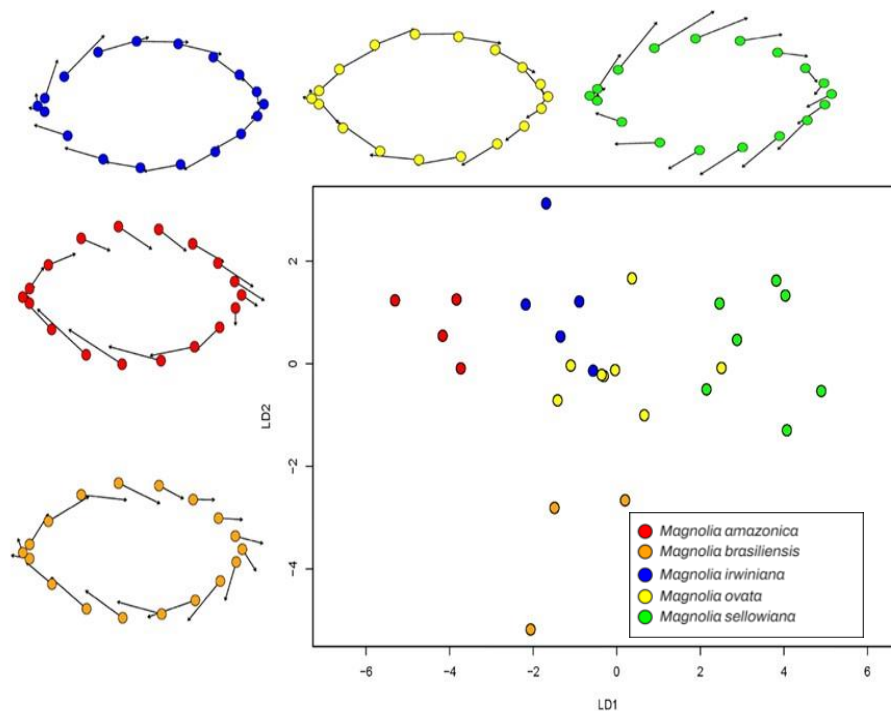


Figure 4. Graphical representation of linear discriminant analysis (LDA) showing individuals from *Magnolia* across morphospace.

Table 1. Description of landmark positions, adapted from D.V.D. Morais, et al., (2019).

Coordinates	Locations
1	Position of the main vein, which follows an easily identifiable pattern.
2	Represent changes in distal and proximal regions of the leaf edge in relation to the petiole, with the location of secondary veins as standard, although impossible in some samples because their number is variable.
3	Represent changes in distal and proximal regions of the leaf edge in relation to the petiole, with the location of secondary veins as standard, although impossible in some samples because their number is variable.
4	Determine the angle of curvature formed in the leaf central region intercepting secondary veins.
5	Determine the angle of curvature formed in the leaf central region intercepting secondary veins.

6	Determine the angle of curvature formed in the leaf central region intercepting secondary veins.
7	Determine the angle of curvature formed in the leaf central region intercepting secondary veins.
8	Represent changes in distal and proximal regions of the leaf edge in relation to the petiole, with the location of secondary veins as standard, although impossible in some samples because their number is variable.
9	Represent changes in distal and proximal regions of the leaf edge in relation to the petiole, with the location of secondary veins as standard, although impossible in some samples because their number is variable.
10	Position of the main vein, which follows an easily identifiable pattern.
11	Represent changes in distal and proximal regions of the leaf edge in relation to the petiole, with the location of secondary veins as standard, although impossible in some samples because their number is variable.

12	Represent changes in distal and proximal regions of the leaf edge in relation to the petiole, with the location of secondary veins as standard, although impossible in some samples because their number is variable.
13	Determine the angle of curvature formed in the leaf central region intercepting secondary veins.
14	Determine the angle of curvature formed in the leaf central region intercepting secondary veins.
15	Determine the angle of curvature formed in the leaf central region intercepting secondary veins.
16	Determine the angle of curvature formed in the leaf central region intercepting secondary veins.
17	Represent changes in distal and proximal regions of the leaf edge in relation to the petiole, with the location of secondary veins as standard, although impossible in some samples because their number is variable.

18	Represent changes in distal and proximal regions of the leaf edge in relation to the petiole, with the location of secondary veins as standard, although impossible in some samples because their number is variable.
-----------	---

Table 2. Classification of individuals from *Magnolia* according to the correct classification and subsequent probability obtained through linear discriminant analysis (LDA)

Samples	<i>Mamaz</i>	<i>Mbras</i>	<i>Mirwi</i>	<i>Movata</i>	<i>Msello</i>
<i>Mamaz</i>	0,9998	1.3E-08	0,000118	3.9E-05	3,36E-12
<i>Mamaz</i>	1,0000	4,99E-11	4.07E-07	6,05E-07	2,83E-17
<i>Mamaz</i>	0,9930	2,76E-06	0,00698	2,2E-05	2,09E-12
<i>Mamaz</i>	0,9971	5,14E-05	0,002717	0,000125	4E-11
<i>Mbras</i>	1.07E-09	1	1.41E-08	3,04E-07	7,67E-13
<i>Mbras</i>	5,77E-06	0,9325	4,18E-05	0,064465	0,003005
<i>Mbras</i>	7,98E-07	0,9973	0,002442	0,000252	4,08E-08
<i>Mirwi</i>	0,001581	9,02E-10	0,994899	0,00352	4,43E-07

<i>Mirwi</i>	5,09E-06	1,55E-06	0,981446	0,018542	5,09E-06
<i>Mirwi</i>	6,26E-06	0,001925	0,997218	0,000723	0,000128
<i>Mirwi</i>	0,00014	8,62E-05	0,995639	0,004132	3,73E-06
<i>Mirwi</i>	0,002355	5,23E-06	0,997247	0,000393	7,05E-08
<i>Movata</i>	0,000371	0,000714	0,007961	0,977864	0,01309
<i>Movata</i>	5,65E-06	4,15E-06	3,69E-05	0,999932	2,15E-05
<i>Movata</i>	0,000235	0,000477	0,163095	0,836174	1,94E-05
<i>Movata</i>	8,39E-08	8E-05	2,37E-05	0,998807	0,001089
<i>Movata</i>	1.4E-07	6.34E-09	0,003524	0,996244	0,000232
<i>Movata</i>	0,00123	0,000341	0,000474	0,997953	1,58E-06
<i>Movata</i>	0,000125	0,000422	0,008538	0,990148	0,000767
<i>Movata</i>	2,77E-11	4,77E-07	1,37E-05	0,465875	0,534111
<i>Msello</i>	1,76E-16	1,98E-11	1,21E-06	9,33E-06	0,999989
<i>Msello</i>	3.84E-11	3,76E-07	6.8E-05	0,010071	0,989861
<i>Msello</i>	2,45E-16	7,89E-08	4,13E-09	0,00611	0,99389
<i>Msello</i>	1,16E-10	1,21E-08	6,74E-05	0,000195	0,999738

<i>Msello</i>	8.3E-13	9,46E-08	0,000136	0,001572	0,998292
<i>Msello</i>	2,23E-09	7,23E-06	4,52E-06	0,091165	0,908823
<i>Msello</i>	4,47E-19	1,67E-10	2,63E-10	2,46E-06	0,999998
<i>Msello</i>	5,49E-15	3,73E-12	1.4E-07	5.4E-05	0,999946

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta dissertação são apresentados importantes e novos avanços para o conhecimento de *Magnolia* no Brasil e, conseqüentemente, contribuindo para o gênero na região Neotropical.

O principal avanço para a taxonomia do gênero apresentado neste estudo foi a delimitação mais acurada das espécies ocorrentes no Brasil. Anteriormente a este estudo, a delimitação morfológica e taxonômica de *Magnolia* era pouco conhecida, com diversos sinônimos e ampla distribuição geográfica, algo incomum para o gênero. Foi possível reorganizar os taxa e restabelecer espécies anteriormente sinonimizadas em *M. ovata* (Cap.1). Desta maneira, as seguintes espécies foram restabelecidas: *M. brasiliensis*, *M. irwiniana*, e *M. sellowiana*. Por outro lado, *M. paranaensis*, descrita por A.Vázquez em 2013, foi sinonimizada (assim como na Flora do Brasil) sob *M. ovata* por não terem sido encontrados caracteres suficientes que as distinguíssem. No Capítulo 2, realizamos uma análise morfométrica, onde foi possível distinguir as espécies citadas anteriormente, pelo formato foliar, o que corroborou os resultados encontrados. Dessa maneira, o gênero agora conta com 5 espécies no Brasil: *M. amazonica*, *M. brasiliensis*, *M. irwiniana*, *M. ovata* e *M. sellowiana*.

Além da necessidade de estudos mais aprofundados em outras áreas (p.e.

molecular, que nos auxiliaria na delimitação genética das espécies), futuramente seriam necessários estudos focados na genética de população e no entendimento da ecologia das espécies, para que fosse possível realizar ações de conservação para o gênero, uma vez que no Capítulo 1, podemos observar que a prévia análise do estado de conservação das espécies nos alerta para um risco de extinção da maioria das espécies estudadas.