



**JORGE ANTONIO SILVA COSTA**



**ESTUDOS TAXONÔMICOS, BIOSISTEMÁTICOS E  
FILOGENÉTICOS EM *COPAIFERA* L. (LEGUMINOSAE –  
DETARIEAE) COM ÊNFASE NAS ESPÉCIES DO BRASIL  
EXTRA-AMAZÔNICO**

Feira de Santana – BA

2007

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA**  
**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA**

**ESTUDOS TAXONÔMICOS, BIOSISTEMÁTICOS E  
FILOGENÉTICOS EM *COPAIFERA* L. (LEGUMINOSAE –  
DETARIEAE) COM ÊNFASE NAS ESPÉCIES DO BRASIL  
EXTRA-AMAZÔNICO**

**JORGE ANTONIO SILVA COSTA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação  
em Botânica da Universidade Estadual de Feira de  
Santana – BA como parte dos requisitos para a  
obtenção do título de Doutor em Botânica.

ORIENTADOR Dr. Luciano Paganucci de Queiroz (UEFS)

CO-ORIENTADOR Dr. Cássio van de Berg (UEFS)

Feira de Santana – BA

2007

*À Cristiana,  
Meu Amor,  
Meu Norte.*

*“...quem por acaso ouviu falar da Sucupira  
Parece até mentira que o Jacarandá  
Antes de virar poltrona, porta, armário  
Mora no dicionário vida eterna milenar  
Quem hoje é vivo corre perigo  
E os inimigos do verde da sombra o ar  
Que se respira e a clorofila  
Da mata virgem destruída vão lembrar  
Que quando chegar a hora é certo que não demora  
Não chame Nossa Senhora só quem pode nos salvar  
ÉÉÉ...., Caviuna, Cerejeira, Baraúna, Imbuía, Pau-d’aco,  
Solva, Juazeiro e Jatobá  
Gonçalo-Alves, Paraíba, Itaúba, Louro, Ipê, Paracaúba,  
Peroba, Maçaranduba  
Carvalho, Mogno, Canela, Imbuzeiro, Catuaba, Janúba, Aroeira, Araribá  
Pau-ferro, Anjico, Amargoso, Gameleira, Andiroba, **Copaíba**, Pau-Brasil, Jequitibá”*

Jatobá

## AGRADECIMENTOS

Esta tese não seria possível sem o apoio e ajuda incondicional da família e dos amigos. Por isso, agradeço a todos que indiretamente deram a sua contribuição e principalmente àqueles que direta e literalmente participaram desse momento, meu muito obrigado de coração, especialmente:

À Cris, companheira de todas as horas e amiga compreensiva, pelos esforços na coleta e levantamento de dados... pelas estradas esburacadas, quentes e desertas.... pelas chuvas de granizo.... pela falta de chave reserva e combustível.... pelas noites sem dormir...pelo bom humor nas piores situações!!!

À minha mãe Zilda e irmão Paulo, pela união e querer bem que me mantém. A minha tia Déo e todos meus familiares pelo carinho e por entenderem a minha ausência durante todos esses anos...

À Valdinéa, Washington, Ana Paula (sogra e cunhados) e a toda essa família que me apóia, ajuda e está comigo em todos os momentos;

Ao Luciano que, durante todos esses anos foi um amigo ou como um irmão mais velho. Pela iniciação nas Leguminosae, orientação, confiança, conselhos, oportunidades e, principalmente pela paciência;

Ao Eduardo, que é padrinho desta tese, pela amizade, incentivo e discussões filosófico-metodológicas, científicas e profissionais;

Ao Cássio, pela co-orientação e pelo entusiasmo com que lida com os dados, fazendo tudo parecer sempre fácil;

À Ciça pela amizade e presteza, pelas discussões nomenclaturais e pelo enriquecimento da tese através de referências históricas e atuais e pelo apoio sempre. Ao Perimar pelas discussões filosóficas e amizade. Também não poderia deixar de agradecer a ambos pelo apoio logístico, especialmente nos meses finais do doutorado;

Aos amigos de longas datas Mateus, Fernando, Tom, Paty, Carlos, Nanse, Clécia, Bruno, Roni, Doriva, e o pessoal do PróDiversidade, Irailde, Dori, Clécia, Magali, Marcão, Batya, Rogério, Maite, por entenderem a minha ausência e sempre estarem ao meu lado em todos os momentos;

Aos professores da Pós, principalmente à Ana Maria pelo seu entusiasmo pela Botânica e incentivo constantes. Ao Flávio, que sempre está presente em momentos importantes das teses. Ao Alessandro que faz com que a Ciência não deixe de ser cotidiana na Pós. À Alessandra pela paciência, dedicação e amizade durante todos esses anos de convívio. Ao Francisco pela amizade e ajuda em todas as horas, com seus conselhos sempre corretos. À Tânia pela sua presteza em ajudar aos projetos. À Efigênia pela amizade e incentivo constantes;

Aos colegas da Pós por toda amizade, incentivo e companheirismo, em especial a Ciça, Sil, Pati, Marquinhos, Hilder, Ivanilza, Jomar, Elnatan, Eric, Élvia, Viviane, Teo, Janaína, Sérgio, Daiane, Sabrina, Jeferson, Lia, Lázaro, Adilva, Pati Luz, Paula Dib, Déa, Tatiana, Luciene, Paulino, Marileide, Kelly, Lea, Vânia, Carlianne, Maria, Pat Cris, Domingos. Aos companheiros de longas jornadas de campo: Teo, Léa, Cosme, Kelly, Maria, Elnatan, Eric, Jana, Pati Luz, Sabrina e Ana Carina;

Às meninas do herbário: Téó, Zezé, Kelly, Elaine, Silvia e Renata por todo apoio e atenção. Uma tese de taxonomia não existe sem vocês!!! Às meninas da Secretária Adriana e Gardênia pelo apoio nos assuntos acadêmicos em todas as horas. E à “menina” do TAXON Vanilda, por se mostrar sempre pronta a ajudar e socorrer-nos nos momentos chave! A Edileuza, que tanto nos socorre com seus cafés...

Ao Pessoal do Laboratório de Sistemática Molecular de Plantas (LAMOL), Cristiano, Pati Cris e Ricardo pelo apoio em todos os momentos. Ao Ricardo pelos mapas e a Carla pelas pranchas;

Ao Jomar, amigo que tanto me ajudou com as coletas de campo e com as conversas científicas. À Sil e Pati por sempre se mostrarem solícitas, pela amizade e maravilhoso humor da dupla, pelas ótimas risadas e por todo apoio durante esta jornada. À Sabrina,

amiga que nunca desampara e sempre mantém o bom humor. Ao Marlon pela amizade, discussões científicas e pelo grande apoio dado durante as análises de laboratório;

Aos companheiros motoristas, em especial a Bené, Miguel, Miguel Arcanjo, Assis e Edson, parceiros de longas viagens, que sempre mantiveram o bom humor e o profissionalismo;

A Euvaldo e Oremildes, coordenadores do Projeto Sempre Viva (Mucugê), a Milton, Adriano e todos do projeto pelo apoio logístico para as coletas realizadas nas proximidades de Mucugê;

À Ana Rodarte, que mesmo distante me ajudou a concluir esta etapa;

Às amigas eternas do HRB, Hortênsia, Maria Clara, Tânia Jost e Tânia Regina. À Hortênsia que me conduziu nos primeiros passos da pesquisa e a quem eu devo a minha paixão pela Botânica. À Maria Clara, pela amizade e incentivo nos estudos em Botânica e nos momentos difíceis;

Ao Professor Geraldo Costa Pereira Pinto, que sempre foi minha inspiração profissional para a jornada na Botânica;

À Profa. Lectícia Scardino Scott Faria, pelas lições de vida e pelo amor à profissão de biólogo que me inspiram sempre;

Aos professores do Instituto de Ciências Ambientais e Desenvolvimento Sustentável (ICADS) da UFBA, especialmente à Kelly, Renata, Joana, Lafayette, Joanito, Flávio, Oldair, Daniel, Harrizon, Francesco, Márcio, Marcelo, Deborah e todos os outros colegas que partilham comigo da construção do *Campus* no Oeste da Bahia;

À Profa. Joana G. da Luz (UFBA – ICADS) pela amizade, apoio e compreensão tão importantes para a conclusão desta tese;

Ao Programa de Pós Graduação em Botânica da UEFS que possibilitou a realização deste trabalho;



Aos curadores dos herbários que gentilmente cederam material dos acervos e me receberam sempre muito bem;

À CAPES pela concessão da bolsa de doutorado;

À FAPESB pelo suporte financeiro ao projeto;

Aos coordenadores dos projetos Flora da Bahia, PPBio, IMSEAR e Petrobrás que acreditaram e apoiaram as viagens de campo e a pesquisa aqui desenvolvida;

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, o meu mais sincero Obrigado!!!

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	
ÍNDICE DE TABELAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
RESUMO	
ABSTRACT	
INTRODUÇÃO GERAL	01
<b>CAPÍTULO 1.</b> Complexo <i>Copaifera coriácea</i> (Leguminosae): uma abordagem biosistemática usando informações morfométricas, taxonômicas, ecológicas e geográficas.	06
<b>CAPÍTULO 2.</b> Variabilidade genética em populações naturais de <i>C. coriacea</i> Mart. (Leguminosae) usando ISSR como marcador molecular.	38
<b>CAPÍTULO 3.</b> Complexo <i>Copaifera langsdorffii</i> (Leguminosae): uma abordagem biosistemática usando informações morfométricas, taxonômicas, ecológicas e geográficas.	51
<b>CAPÍTULO 4.</b> Estudo filogenético em <i>Copaifera</i> L. (Leguminosae) abordando os complexos <i>C. coriacea</i> Mart. e <i>C. langsdorffii</i> Desf.	90
<b>CAPÍTULO 5.</b> O gênero <i>Copaifera</i> L. (Leguminosae-Detarieae) no Brasil extra-amazônico.	106
Lista de espécies que ocorrem no Brasil extra-amazônico.	209
Lista de exsicatas citadas na análise taxonômica	211
CONCLUSÕES GERAIS	217
APÊNDICE I	219
APÊNDICE II	226
NORMAS PARA PUBLICAÇÃO	233

## INDICE DE TABELAS

### CAPÍTULO 1

- TABELA 1. Amostras das Populações Naturais do complexo *Copaifera coriacea* Mart. utilizadas neste estudo. N = tamanho da amostra. Estados do Brasil: BA = Bahia; PA = Pará; PI = Piauí. 24
- TABELA 2. Caracteres utilizados na análise de Morfometria Tradicional nas populações do complexo *Copaifera coriacea* Mart. Valores apresentados como média (mínimo-máximo). 25
- TABELA 3. Autovalores, percentagem de variância explicada e acumulada,  $X^2$  e probabilidades dos eixos mais significativos das análises de CVA da Morfometria Tradicional e Geométrica em diferentes combinações das CVAs resultantes das análises dos caracteres de folha e folíolos do complexo *Copaifera coriacea* Mart. 26
- TABELA 4. Lista de caracteres utilizados no estudo da Taxonomia do complexo *Copaifera coriacea* Mart. 28
- TABELA 5. Preferências ecológicas dos táxons amostrados nas populações naturais e dos espécimes de herbários do complexo *Copaifera coriacea* Mart., utilizados neste estudo, provenientes dos estados das Regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste do Brasil (Amazonas, Bahia, Distrito Federal, Goiás, Maranhão, Minas Gerais, Pará, Piauí, Tocantins). 34

### CAPÍTULO 2

- TABELA 1. Populações naturais de *Copaifera coriacea* Mart. analisadas através de marcador ISSR. N = número de indivíduos amostrados na população. 48
- TABELA 2. Seqüência dos nove primers de ISSR utilizados para análise de variabilidade genética em populações de *Copaifera coriacea* Mart. 48
- TABELA 3. Variabilidade e diversidade genética para as populações de *Copaifera coriacea* estudadas. P - percentual de polimorfismo;  $H_e$  - heterozigosidade esperada;  $H_t$  - Heterozigosidade total;  $H_s$  - Heterozigosidade observada dentro da população;  $G_{st}$  - grau de diferenciação das populações;  $N_m$  - número de migrantes por geração (fluxo gênico). 48

### CAPÍTULO 3

- TABELA 1. Amostras das Populações Naturais do complexo *Copaifera langsdorffii* Desf. utilizadas neste estudo. \* = Localidade Tipo. N = tamanho da amostra. Estados do Brasil: BA = Bahia; GO = Goiás; MG = Minas Gerais; MT = Mato Grosso; MS = Mato Grosso do Sul; PR = Paraná. 70
- TABELA 2. Caracteres utilizados na análise de Morfometria Tradicional nas 72

populações do complexo *Copaifera langsdorffii* Desf. Valores apresentados em centímetros (cm) como média (mínimo-máximo). Siglas: LLA = *Copaifera langsdorffii* var. *langsdorffii*; GLA = *C. langsdorffii* var. *glabra*; GRA = *Copaifera langsdorffii* var. *grandifolia*; MAL = *C. malmei*; SAB = *C. sabulicola*; LUC = *C. lucens*; OBL = *C. oblongifolia*.

TABELA 3. Autovalores, percentagem de variância explicada e acumulada, X<sup>2</sup> e probabilidades dos eixos mais significativos das análises de CVA da Morfometria Tradicional e Geométrica em diferentes combinações das CVAs resultantes das análises dos caracteres de folha e folíolos do complexo *Copaifera langsdorffii* Desf. 74

TABELA 4. Lista de caracteres utilizados no estudo da Taxonomia do complexo *Copaifera coriacea* Mart. 78

TABELA 5. Preferências ecológicas dos táxons amostrados nas populações naturais e dos espécimes de herbários do complexo *Copaifera langsdorffii* Desf. utilizados neste estudo, provenientes dos estados das Regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil. 84

#### **CAPÍTULO 4**

TABELA 1. Táxons utilizados no estudo das relações filogenéticas dos complexos *Copaifera coriacea* e *C. langsdorffii* com seqüências de ITS. *Vouchers* depositados no Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana (HUEFS). 103

## INDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

FIGURA 1. Representação dos escores dos eixos canônicos da CVA usando 179 caracteres, sendo 19 caracteres contínuos analisados pela Morfometria Tradicional e 160 coeficientes elípticos de Fourier analisados pela Morfometria Geométrica no complexo *Copaifera coriacea* Mart. A - eixos canônicos 1 x 2; B – eixos canônicos 1 x 3. 35

FIGURA 2. Dendrograma mostrando as relações fenéticas entre as 12 populações analisadas através dos escores obtidos nas CVAs da morfometria tradicional e geométrica para o complexo *Copaifera coriacea* Mart. Construído a partir da distância generalizada de Mahalanobis utilizando o algoritmo UPGMA. 36

FIGURA 3. Mapa de distribuição geográfica dos táxons do complexo *Copaifera coriacea* Mart. 37

### CAPÍTULO 2

FIGURA 1. Representação dos escores para os dois primeiros eixos da análise de coordenadas principais (PCoA). Variabilidade explicada nos eixos PC 1 = 37,347 %; PC 2 = 16,053% (Ver Tabela 1 para informações sobre as populações). 49

FIGURA 2. Dendrograma mostrando as relações fenéticas entre as populações de *C. coriacea* Mart. construída a partir da distância genética de Nei com UPGMA como algoritmo de agrupamento. 49

FIGURA 3. Figura 3. Dendrograma mostrando as relações fenéticas entre os indivíduos das populações de *C. coriacea* Mart. construída a partir Do índice de similaridade de Dice com UPGMA como algoritmo de agrupamento. Correlação cofenética 0,9542. Valores de *Bootstrap* gerados a partir de 5000 replicações. 50

### CAPÍTULO 3

FIGURA 1. Representação dos escores dos eixos canônicos da CVA usando 179 caracteres, sendo 19 caracteres contínuos analisados pela Morfometria Tradicional e 160 coeficientes elípticos de Fourier analisados pela Morfometria Geométrica no complexo *Copaifera langsdorffii* Desf. A - eixos canônicos 1 x 2, mostrando todos os nomes de táxons estudados; B – Detalhe sem *Copaifera lucens* Dwyer. 85

FIGURA 2. Representação dos escores dos eixos canônicos da CVA usando 179 caracteres, sendo 19 caracteres contínuos analisados pela Morfometria Tradicional e 160 coeficientes elípticos de Fourier analisados pela Morfometria Geométrica no complexo *Copaifera langsdorffii* Desf. A - eixos canônicos 1 x 3, mostrando todos os nomes de táxons estudados; B – Detalhe sem *Copaifera lucens* Dwyer. 86

FIGURA 3. Representação dos escores dos eixos canônicos da CVA usando 179 caracteres, sendo 19 da Morfometria Tradicional e 160 dos coeficientes elípticos de Fourier da Morfometria Geométrica para as 18 populações e 334 indivíduos de *C.* 87

*laevis* e *C. langsdorffii*, suas variedades e sinonímias do complexo *Copaifera langsdorffii* Desf.

FIGURA 4. Dendrograma mostrando as relações fenéticas entre as 12 populações analisadas através dos escores obtidos nas CVAs da morfometria tradicional e geométrica para o complexo *Copaifera coriacea* Mart. Construído a partir da distância generalizada de Mahalanobis utilizando o algoritmo UPGMA. 88

FIGURA 5. Mapa de distribuição geográfica e regiões de simpatria, parapatria e alopatria dos membros do complexo *Copaifera langsdorffii* Mart. baseado em coletas de campo, material de herbário e localização das populações estudadas. 89

#### CAPÍTULO 4

FIGURA 1. Consenso Estrito das árvores mais parcimoniosas (MP) para a região do ITS (L = 466; CI = 0,70; RI = 0,78) utilizadas no estudo das relações filogenéticas dos complexos *Copaifera coriacea* e *Copaifera langsdorffii*. Os números acima dos ramos indicam os valores de *bootstrap* acima de 50%. Letras representam clados discutidos no texto. 104

FIGURA 2. Consenso Estrito das árvores mais parcimoniosas (MP) para a região do ITS com os caracteres das espécies associados. 105

#### CAPÍTULO 5

FIGURA 1. Sumário do histórico taxonômico do gênero *Copaifera* evidenciando os conceitos adotados por diferentes autores em relação à sua delimitação. 116

FIGURA 2. *Copaifera arenicola*: A – hábito; B – ramo; C – Frutos e semente; D – Inflorescência. *C. elliptica*. E – hábito; F – ramo; G – frutos; H – flor em detalhe. FOTOS: A-C e E-H – J. Costa ; D = D. Cardoso. 123

FIGURA 3. *Copaifera coriacea*: A – hábito; B – folha; C – Ramo com frutos. *C. martii* var. *rigida*: D – tronco; E – hábito. *C. magnifolia*: F – hábito; G – semente arilada em fruto aberto. FOTOS: A-B e E = T. Nunes; C = P. Moura; D e F = J. Costa; G = L. Queiroz. 124

FIGURA 4. *Copaifera langsdorffii*: A – Hábito; B – Tronco, utilizado para extração de óleo; C – Ramo; D – Flores. *C. oblongifolia*: E – Hábito; F – Folhas; G – Flor com visitante floral; H – Frutos. FOTOS: A, B e D = E. Borba; C = C. Costa; A, G e H = J. Costa; F = L. Queiroz. 125

FIGURA 5. *Copaifera depilis*: A – Folhas; B – Fruto. *C. luetzelburgii*: C – ramos floridos; D – Inflorescência; E – Flores; F – Fruto. *C. malmei*. G – Hábito; H – Ramo com frutos. FOTOS: A, B, F e H = J. Costa; C-E = E. Borba. 126

FIGURA 6. Forma dos folíolos de *Copaifera* ocorrentes no Brasil extra-amazônico. A – *C. lucens*; B – *C. duckei*; C- *C. arenicola*; D – *C. langsdorffii* var. *langsdorffii*; E - *C. langsdorffii* var. *nitida*; F – *C. oblongifolia* var. *oblongifolia*; G – *C. coriacea*; H – *C. martii* var. *rigida*; I – *C. magnifolia*. 127

- FIGURA 7. Fenologia de floração (traço cinza) e frutificação (traço preto) das espécies de *Copaifera* ocorrentes no Brasil extra-amazônico baseada em dados de herbário. 128
- FIGURA 8. *Copaifera arenicola*. A – Ramo com inflorescências; B – Flor; C – Botão floral; D – Estame, vista frontal; E – Gineceu; F – Sépalas, face interna; G – Semente com arilo; H – Fruto. (A – F, *Bandeira* 111; G, H, *Costa et al.* 408). 136
- FIGURA 9. *Copaifera coriacea*. A – Ramo com inflorescências; B – Flor; C – Gineceu; D – Estame, vista frontal; E – Sépalas, face interna; F – Semente com arilo; G – Fruto. (A – E, *Queiroz* 4789; F, G, *Nunes et al.* 1124). 139
- FIGURA 10. *Copaifera depilis*. A – Ramo com frutos; B – Flor; C – Gineceu; D – Estame; E – Sépalas, face interna; F – Fruto; G - Semente com arilo. (A – E, *Guedes et al.* 11096; F, G, *Collares & Fernandes* 123). 142
- FIGURA 11. *Copaifera duckei*. A – Ramo; B – Flor; C – Gineceu; D – Estame; E – Detalhe da venação, face abaxial; F – Sépalas, face interna; G – Detalhe da venação, face adaxial. (A, *Costa et al.* 952; B – G, *Miranda & Lima* 3100). 145
- FIGURA 12. *Copaifera elliptica*. A – Ramo com inflorescência; B – Flor; C – Gineceu; D – Estame, vista frontal; E – detalhe da venação, a - face adaxial, b – face abaxial; F – Sépalas, face interna; G - Fruto. (A – F, *Harley & Souza* 10299; G, *Irwin et al.* 14478). 148
- FIGURA 13. *Copaifera langsdorffii* var. *langsdorffii*. A – Ramo com inflorescência; B – Flor; C – Gineceu; D – Estame; E, F – Detalhe da venação dos folíolos na face adaxial e abaxial, respectivamente; G – Sépalas; H – Fruto; I – Semente com arilo. (A – G, *Barroso* 3396; H, I, *Simão-Bianchini* 240). 155
- FIGURA 14. *Copaifera langsdorffii* var. *glabra*. A – Ramo com inflorescências; B – Flor; C – Gineceu; D – Estame; E, F Detalhe da venação dos folíolos na face adaxial e abaxial, respectivamente; G – Sépalas. (A – G, *Claussen* 42) 158
- FIGURA 15. *Copaifera langsdorffii* var. *grandifolia*. A – Ramo com inflorescências; B – Flor; C – Gineceu; D – Estame, vista frontal; E – Sépalas, face interna; F – Fruto; G - Semente com arilo. (A – E, *Costa & Costa* 1280; F, G, *Bautista* 1518). 163
- FIGURA 16. *Copaifera lucens*. A – Ramo com inflorescência; B – Flor; C – Gineceu; D – Estame, vista frontal; E, F - Detalhe da venação dos folíolos na face adaxial e abaxial, respectivamente G – Sépalas, face interna; H – Fruto; I – Semente com arilo. (A – G, *Oliveira & Santos* 1589; H, I, *Ducke* 2431). 167
- Figura 17. *Copaifera luetzelburgii*. A – Ramo com inflorescências; B – Flor; C – Gineceu; D – Estame; E – Sépalas, face interna; F – Fruto; G - Semente com arilo. (A – E, *Harley et al.* 21725; F, G, *Mendonça et al.* 2318). 171
- Figura 18. *Copaifera majorina*. A – Ramo com inflorescência; B – Flor; C – 176

Gineceu; D – Detalhe da inserção da antera; E – Estame, vista frontal; F – Sépalas, face interna; G – Fruto; H - Semente com arilo. (A, *Pinheiro* 1461; B – F, *Santos* 289; G, H, *Thomas et al.* 10148).

FIGURA 19. *Copaifera malmei*. A – Ramo com inflorescências; B – Flor; C – 180  
Gineceu; D – Estame, vista frontal; E – Sépalas, face interna; F – Fruto; G -  
Semente com arilo; H – Detalhe da face abaxial do folíolo mostrando tricoma  
glandular bulboso. (A, *Malme* 1344; B – E, *Costa et al.* 1184; F – H, *Souza et al.*  
17389).

FIGURA 20. *Copaifera marginata*. A – Ramo com inflorescência; B – Flor; C – 183  
Gineceu; D – Estame, vista frontal; E – Sépalas, da esquerda para a direita: as  
quatro primeiras face interna, a isolada face externa.; F – Fruto; G - Semente com  
arilo. (A – E, *Alvarenga et al.* 1049; F, G, *Irwin et al.* 31558).

FIGURA 21. *Copaifera martii* var. *rigida*. A – Ramo com inflorescências; B – Flor; 186  
C – Gineceu; D – Estame, vista frontal; E – Folíolo; F – Detalhe da face abaxial do  
folíolo mostrando a venação; G – Sépalas, face interna; H - Fruto; I - Semente com  
arilo. (A – G, *Costa et al.* 882; H, I, *Fernandes & Bezerra* 4085).

FIGURA 22. *Copaifera oblongifolia*. A – Ramo com inflorescência; B – Flor; C – 191  
Gineceu; D – Vista lateral do ovário; E – Estame, vista frontal; F – Sépalas, face  
interna; G – Fruto; H - Semente com arilo. (A – F, *Costa et al.* 1054; G, H, *Irwin et*  
*al.* 9500).

FIGURA 23. *Copaifera sabulicola*. A – Ramo com inflorescências; B – Flor; C – 198  
Flores, vista lateral mostrando uma pequena porção do pedicelo; D – Gineceu; E –  
Estame; F – Sépalas, face interna; G – Fruto; H - Semente com arilo. (A – F, *Silva et*  
*al.* 3504; G, H, *França et al.* 3570).

FIGURA 24. *Copaifera trapezifolia*. A – Ramo com inflorescências; B – Flor; C – 201  
Gineceu; D – Estame, vista frontal; E – Estame, detalhe da inserção da antera; F –  
Sépalas, face interna; G – Fruto; H - Semente com arilo. (A – F, *Silva et al.* 2853; G,  
H, *Hatschbach* 42491).

## MAPAS DE DISTRIBUIÇÃO

MAPA 1. Distribuição geográfica das espécies *Copaifera martii* var. *rigida*, *C.* 149  
*coriacea*, *C.luetzelburgii* e *C. magnifolia*

MAPA 2. Distribuição geográfica de *Copaifera langsdorffii* var. *langsdorffii*, *C.* 177  
*langsdorffii* var. *glabra*, *C. langsdorffii* var. *grandifolia*, *C. langsdorffii* var.  
*krukovii*, *C. lucens*, *C. malmei*, *C. oblongifolia* e *C. sabulicola*.

MAPA 3. Mapa 3. Distribuição geográfica das espécies *Copaifera arenicola*, *C.* 202  
*depilis*, *C.duckei*, *C. elliptica*, *C. majorina*, *C. marginata*, *C. nana* e *C. trapezifolia*



## RESUMO

*Copaifera* L. possui uma distribuição Pantropical e atualmente consta de 38 espécies e 12 variedades, sendo 33 espécies do Novo Mundo, quatro ocorrentes no Continente Africano e uma na Malásia. O gênero possui uma história taxonômica confusa e um alto grau de sobreposição de caracteres, levando ao reconhecimento de dois complexos extra-amazônicos formados por espécies morfológicamente relacionadas: 1) complexo *Copaifera coriacea* Mart., formado pelos nomes *C. coriacea*, *C. cordifolia*, *C. luetzelburgii*, *C. magnifolia*, *C. martii* e *C. rigida*; e, 2) complexo *Copaifera langsdorffii* Desf., envolvendo os nomes *C. langsdorffii*, *C. langsdorffii* var. *grandifolia*, *C. langsdorffii* var. *krukovii*, *C. glabra*, *C. laxa*, *C. laevis*, *C. lucens*, *C. malmei*, *C. nitida*, *C. oblongifolia*, *C. sabulicola* e *C. sellowii*. Foram realizados estudos biosistemáticos nesses complexos através de análises multivariadas em morfometria tradicional e geométrica, estudos genéticos com marcador ISSR, estudos filogenéticos com fragmento nuclear ITS e estudos taxonômicos envolvendo coletas de campo e exame dos acervos de 40 herbários, com o objetivo de delimitar o número e a categoria de táxons dos complexos, suas circunscrições através da morfologia, e as relações filogenéticas e taxonômicas das espécies ocorrentes no Brasil extra-amazônico. A partir das análises, foram aceitas 17 espécies e oito variedades: *C. arenicola*, *C. coriacea*, *C. depilis*, *C. duckei*, *C. elliptica*, *C. langsdorffii* var. *langsdorffii*, *C. langsdorffii* var. *glabra*, *C. langsdorffii* var. *grandifolia*, *C. langsdorffii* var. *krukovii*, *C. lucens*, *C. luetzelburgii*, *C. magnifolia*, *C. majorina*, *C. malmei*, *C. marginata*, *C. martii* var. *rigida*, *C. nana*, *C. oblongifolia* var. *oblongifolia*, *C. oblongifolia* var. *comosa*, *C. oblongifolia* var. *dawsonii*, *C. sabulicola*, *C. trapezifolia*. Destas, *C. sabulicola* foi descrita durante a execução do estudo. *Copaifera coriacea* apresentou uma maior variabilidade genética dentro das populações (54%) do que entre elas (46%). As análises aqui apresentadas mostraram que os complexos apresentam caracteres morfológicos que possibilitam a distinção de táxons, *C. coriacea* possui espécies que compartilham uma história evolutiva recente e a espécie *C. langsdorffii*, segundo a circunscrição atual, apresenta indícios de ser parafilética pela análise de ITS, mas possui características morfológicas e taxonômicas que apontam em uma direção contrária. São apresentadas também descrições, chave de identificação, ilustrações, mapas de distribuição, comentários sobre os caracteres morfológicos e notas taxonômicas.

## ABSTRACT

*Copaifera* L. has a Panropical distribution and is currently formed by 38 species and 12 varieties, being 33 of them from the New World, four from Africa and one from Malasia. This genus presents a confused taxonomic history, and a high degree of characters overlap, what led to recognize of two extra-amazonic complex with related to each other: 1) *Copaifera coriacea* Mart. complex, formed by the names *C. coriacea*, *C. cordifolia*, *C. luetzelburgii*, *C. magnifolia*, *C. martii* e *C. rigida*; e, 2) complexo *Copaifera langsdorffii* Desf., holding the names *C. langsdorffii*, *C. langsdorffii* var. *grandifolia*, *C. langsdorffii* var. *krukovii* *C. glabra*, *C. laxa*, *C. laevis*, *C. lucens*, *C. malmei*, *C. nitida*, *C. oblongifolia*, *C. sabulicola* e *C. sellowii*. Biosystematic studies of the extra-amazonic Brazilian species were carried out with the *C. coriacea* and *C. langsdorffii* complex by multivariate analyzes and traditional and geometric morphometry, genetic studies by ISSR marker, phylogenetic studies by ITS nuclear fragment, and taxonomic studies there was also field samples and surveys with material from 40 herbariums to delimit the number of categories of these taxa. Seventeen species and eight varieties were recognised from the analysis: *C. arenicola*, *C. coriacea*, *C. depilis*, *C. duckei*, *C. elliptica*, *C. langsdorffii* var. *langsdorffii*, *C. langsdorffii* var. *glabra*, *C. langsdorffii* var. *grandifolia*, *C. langsdorffii* var. *krukovii*, *C. lucens*, *C. luetzelburgii*, *C. magnifolia*, *C. majorina*, *C. malmei*, *C. marginata*, *C. martii* var. *rigida*, *C. nana*, *C. oblongifolia* var. *oblongifolia*, *C. oblongifolia* var. *comosa*, *C. oblongifolia* var. *dawsonii*, *C. sabulicola*, *C. trapezifolia*. These is *Copaifera sabulicola*, a new species was described, and taxonomic and nomenclatural adjusts were made. The biosystematic analysis showed that morphometry is a useful tool to study genetic variability in *Copaifera*, allowing taxa delimitation in the studied complex. *C. coriacea* presented a higher genetic variability (54%) within populations than between them (46%). The analyzes helped to understand the relationship between complex species and other extra-amazonic Brazilians ones. Descriptions, identification key, illustrations, distribution maps, notes about morphologic characters and taxonomic notes are provided.

## INTRODUÇÃO GERAL

Leguminosae é uma família Cosmopolita e possui 727 gêneros e cerca de 19.300 espécies, distribuídas em três subfamílias: Caesalpinioideae, Mimosoideae e Papilionoideae (Lewis *et al.* 2005). Em alguns sistemas de classificação (p.ex. Cronquist 1981), essas subfamílias são tratadas como três famílias, Caesalpinaceae, Mimosaceae e Fabaceae. Contudo, análises filogenéticas mostram que a família é monofilética (p.ex. Chappil 1995; Doyle *et al.* 1995; Wojciechowski 2003; Wojciechowski *et al.* 2004) e o nome Leguminosae é preferível a Fabaceae para designar a família, uma vez que o último é ambíguo, sendo muitas vezes usado para designar a subfamília Papilionoideae (Lewis & Schrire 2003).

As análises moleculares mostram a família Leguminosae no clado das Eurosideae I, próximas às famílias Polygalaceae, Surianaceae e Quillajaceae. As quatro famílias constituem a Ordem Fabales.

Dentre as três subfamílias de Leguminosae, Caesalpinioideae aparece como parafilética em todas as análises cladísticas morfológicas e/ou moleculares (p.ex. Chappil 1995; Doyle *et al.* 2000; Bruneau *et al.* 2000, 2001; Herendeen *et al.* 2003; Archambault & Bruneau 2004), apresentando as Mimosoideae e Papilionoideae aninhadas nela. Alguns gêneros de Caesalpinioideae são mais próximos de Mimosoideae (p.ex. *Dimorphandra*, *Sclerolobium* e *Tachigali*) e outros de Papilionoideae (p.ex. *Duparquetia*).

Segundo Lewis *et al.* (2005), a subfamília Caesalpinioideae engloba as tribos Cercideae, Detarieae, Cassieae e Caesalpinioideae, possuindo cerca de 172 gêneros e aproximadamente 2.250 espécies com ampla distribuição nas regiões tropicais e subtropicais do mundo.

A tribo Detarieae compreende cerca de 83 gêneros e aproximadamente 161 espécies e possui uma distribuição Pantropical (Fougère-Danezan *et al.* 2003). As Detarieae formam um clado monofilético, englobando em sua circunscrição as tribos Amherstieae ou Macrolobieae (Cowan & Polhill 1981; Breteler 1995, respectivamente) e excluindo o gênero *Umtiza* Sim (Chappill 1995; Bruneau *et al.* 2000, 2001; Herendeen *et al.* 2003; Fougère-Danezan *et al.* 2003). Essa tribo possui uma combinação de caracteres que as distinguem de todas as outras Caesalpinioideae, quando apresentadas em conjunto. São árvores ou arbustos desarmados que apresentam células de transferência no floema, estípulas intrapeciolares, folhas pinadas com um a 20+ pares de folíolos, bractéolas imbricadas ou valvares, bem desenvolvidas no botão (frequentemente com função de

proteção), flores com quatro ou cinco sépalas e de nenhuma a cinco pétalas (Cowan & Polhill 1981; Lewis *et al.* 2005). As Detarieae são caracteristicamente marcadas pela perda de órgãos florais, normalmente presentes em outras Caesalpinoideae (Tucker 2000).

Segundo Fougère-Danezan *et al.* (2003), a tribo possui dois grupos distintos de plantas produtoras de resina, designados por Clado *Prioria* (formado por *Coleospermum*, *Gossweilerodendron*, *Oxystigma*, *Kingiodendron* e *Prioria* – do Grupo *Crudia sensu* Cowan & Polhill 1981) e Clado Detarieae *sensu stricto* (formado por 16 gêneros dos Grupos apresentados por Cowan & Polhill 1981, e assim denominados por Bruneau *et al.* 2000, 2001), dentro do qual está inserido o gênero *Copaifera* L., objeto de estudo do presente trabalho.

O gênero *Copaifera* L. possui 38 espécies distribuídas nas Américas Central (quatro espécies) e do Sul (29 spp.), África (quatro espécies) e Ásia (uma espécie). Destas, 26 espécies ocorrem no Brasil e 22 são restritas deste país. As espécies estão distribuídas no continente americano entre a Costa Rica/Antilhas ( $\pm 15^{\circ}\text{N}$ ) e o noroeste da Argentina/Sul do Brasil ( $\pm 30^{\circ}\text{S}$ ), ocupando essa faixa de latitude também na porção oeste do Continente Africano e em Bornéu na Malásia. Esse gênero é bastante conhecido pela sua importância medicinal, pois, de algumas das suas espécies, se extrai o óleo-de-copaíba (diterpenos e sesquiterpenos) e suas resinas dão resistência e estabilidade a vernizes, tintas e lacas (Lewis 1987).

O gênero apresenta o que Barneby (1996) denominou de “caos acumulado” devido à sua complexidade e proximidade morfológica com outros gêneros, especialmente *Guibourtia*, que foi desmembrado de *Copaifera* por Léonard (1949). Os tratamentos taxonômicos tradicionais realizados na metade do século passado (Léonard 1949; Dwyer 1951, 1954) não foram suficientes para elucidar os problemas de delimitação dentro do gênero, gerando alguns complexos de espécies de taxonomia confusa. As dificuldades encontradas para delimitar os táxons dentro de *Copaifera* estão relacionadas, principalmente, à sobreposição e à interpretação da variação dos caracteres utilizados até então para distingui-los. As análises filogenéticas realizadas para a tribo Detarieae até o momento (Bruneau *et al.* 2000,2001; Herendeen *et al.* 2003; Fougère-Danezan *et al.* 2003), utilizaram apenas duas espécies africanas.

Neste trabalho, são apresentados estudos com espécies ocorrentes no Brasil extra-amazônico com a finalidade de fornecer caracteres diagnósticos para delimitação de táxons e determinar o relacionamento filogenético entre espécies de *Copaifera* extra-amazônicas Neotropicais. Para atingir esses objetivos foram realizadas análises bio sistemáticas,

utilizando morfometria, ecologia, distribuição geográfica e genética no complexo *Copaifera coriacea* Mart. (Capítulos 1 e 2), análises de morfometria, ecologia e geografia para o complexo *C. langsdorffii* Desf. (Capítulo 3), análises filogenéticas com dados moleculares para as espécies de *Copaifera* relacionadas aos complexos *C. coriacea* e *C. langsdorffii* (Capítulo 4) e uma revisão taxonômica para as espécies extra-amazônicas brasileiras (Capítulo 5).

Os capítulos aparecem organizados segundo as normas das revistas em que serão submetidos. Algumas modificações foram realizadas nos padrões de formatação dos capítulos desta tese para um melhor acompanhamento na leitura da mesma. Em seguida, encontram-se as considerações finais da tese e dois apêndices constando de artigos não inclusos sob a forma de capítulos, mas que são citados nos textos.

### **BIBLIOGRAFIA CITADA**

- ARCHAMBAULT, A. & BRUNEAU, A. 2004. Phylogenetic Utility of the *LEAFY/FLORICAULA* Gene in the Caesalpinioideae (Leguminosae): Gene Duplication and a Novel Insertion. *Systematic Botany*, 29(3): 609-626.
- BARNEBY, R. 1996. Neotropical Fabales at NY: asides and oversights. *Brittonia* 48(2): 174-187.
- BRETELER, F.J. 1995. The boundary between Amherstieae and Detarieae (Caesalpinioideae). In: M.D. Crisp & J.J. Doyle (eds.). *Advances in Legumes Systematics, Part 7*, pp 53-61. Kew: Royal Botanic Gardens.
- BRUNEAU, A.; BRETELER, F.; WIERINGA, J.; FANNIE GERVAIS, G.Y. & FOREST, F. 2000. Phylogenetic relationships in tribes Macrolobieae and Detarieae as inferred from chloroplast *trnL* intron sequences. In: HERENDEEN, P.S. & BRUNEAU, A. (eds.). *Advances in Legume Systematics* 9, pp 121-149. Kew: Royal Botanic Gardens.
- BRUNEAU, A.; FOREST, F.; HERENDEEN, P.S.; KLITGAARD, B.B. & LEWIS, G.P. 2001. Phylogenetic relationships in Caesalpinioideae (Leguminosae) as inferred from chloroplast *trnL* intron sequences. *Systematic Botany*. 26(3): 487-514.
- CRONQUIST, A. 1981. *An integrated system of classification of flowering plants*. New York: Columbia University Press.

- CHAPPILL, J. 1995. Cladistic analysis of the Leguminosae: the development of an explicit phylogenetic hypothesis. *In: CRISP, M. & DOYLE, J.J. (eds.). Advances in Legume Systematics* 79, pp 1-9. Royal Botanic Gardens, Kew.
- COWAN, R.S. & POLHILL, R.M. 1981. Tribe 4. Detarieae DC. (1825). *In: POLHILL, R.M. & RAVEN, P.H. (eds.). Advances in Legume Systematics 1*, pp. 117-134. , Kew: Royal Botanic Gardens
- DOYLE, J.J. 1995. DNA and Legume Phylogeny: a progress report. *In: CRISP, M. & DOYLE, J.J. (eds.). Advances in Legume Systematics, Part 7*, pp 11-30. , Kew: Royal Botanic Gardens.
- DOYLE, J.J.; CHAPPILL, J.; BAILEY, C.D. & KAJITA, T. 2000. Towards a comprehensive phylogeny of legumes: evidence from *rbcL* sequences and non-molecular data. *In: HERENDEEN, P.S. & BRUNEAU, A. (eds.). Advances in Legume Systematics 9*, pp 1-20. , Kew: Royal Botanic Gardens.
- DWYER, J.D. 1951. The Central American, West Indian, and South American species of *Copaifera* (Caesalpinoideae). *Brittonia* 7(3): 143-172.
- DWYER, J.D. 1954. Further Studies on the New World Species of *Copaifera*. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 81(3): 179-187.
- FOUGÈRE-DANEZAM, M.; MAUMONT, S. & BRUNEAU, A 2003. Phylogenetic relationships in resin-producing Detarieae inferred from molecular data and preliminary results for a biogeographic hypothesis. *In: KLITGAARD, B.B. & BRUNEAU, A. (eds.). Advances in Legume Systematics, Part 10*, pp 161-180. Kew: Royal Botanic Gardens.
- HERENDEEN, P.S.; BRUNEAU, A. AND LEWIS, G.P. 2003. Phylogenetic relationships in Caeslpinoid Legumes: a preliminary analysis based on morphological and molecular data. *In: Klitgaard, B.B. and Bruneau, A. (eds.) Advances in Legume Systematics, Part 10*. Royal Botanic Gardens, Kew pp. 37-62.
- LEONARD, J. (1949). Notulae Systematicae IV (Caesalpiniaceae – Amherstieae africanae americanaeque). *Bulletin du Jardin Botanique de l'Etat Bruxelles, Bruxelles*, v.19, n.4, p.383-407.
- LEWIS, G.P. (1987). Legumes of Bahia. Royal Botanic Gardens, Kew. pp. 102 - 104.
- LEWIS, G.P. & SCHRIRE, B.D. 2003. Leguminosae or Fabaceae? *In: KLITGAARD, B.B. & BRUNEAU, A. (eds.). Advances in Legume Systematics, Part 10*, pp 1-3. Kew: Royal Botanic Gardens.

- LEWIS, G.P.; SCHRIRE, B.; MACKINDER, B. and Lock, M. (eds). 2005. Legumes of the World. Royal Botanic Gardens, Kew, 369 p. il.
- TUCKER, S. 2000. Organ loss in detarioid flowers, and its possible relationship to saltatoy evolution. In: HERENDEEN, P.S. and BRUNEAU, A. (editors). *Advances in legume systematics, Part 9*, pp. 107-120. Kew: Royal Botanic Gardens.
- WOJCIECHOWSKI, M.F. 2003. Reconstructing the phylogeny of legumes (Leguminosae): an early 21<sup>ST</sup> century perspective. In: KLITGAARD, B.B. & BRUNEAU, A. (eds.). *Advances in Legume Systematics, Part 10*, pp 5-35. Kew: Royal Botanic Gardens.
- WOJCIECHOWSKI, M.F.; LAVIN, M. & SANDERSON, M.J. 2004. A phylogeny of Legumes (Leguminosae) based on analysis of the plastid *matK* gene resolves many well-suppoted subclades within the family. *American Journal of Botany* 9: 1846-1862.

# ***CAPÍTULO 1***

---

***Complexo *Copaifera coriacea* (Leguminosae): uma abordagem biosistemática usando informações morfométricas, taxonômicas, ecológicas e geográficas***

Este capítulo está organizado para ser submetido à revista *Systematic Botany*



***Complexo Copaifera coriacea* (Leguminosae): uma abordagem biossistemática usando informações morfométricas, taxonômicas, ecológicas e geográficas**

JORGE ANTONIO SILVA COSTA<sup>1,2</sup>,

Laboratório de Sistemática Molecular de Plantas, Departamento de Ciências Biológicas  
Universidade Estadual de Feira de Santana, Rodovia BR116, Km 03, Campus  
Universitário, 44.031-460, Feira de Santana, Bahia, Brasil.

<sup>1</sup>Autor para correspondência ([jorgeasc@ufba.br](mailto:jorgeasc@ufba.br))

<sup>2</sup>Endereço atual: Colegiado de Ciências Biológicas, Instituto de Ciências Ambientais e  
Desenvolvimento Sustentável, Universidade Federal da Bahia, Rua Prof. José Seabra, s/n,  
Campus Reitor Edgard Santos, 47.805-100, Barreiras, Bahia, Brasil;

LUCIANO PAGANUCCI DE QUEIROZ

Laboratório de Sistemática Molecular de Plantas, Departamento de Ciências Biológicas  
Universidade Estadual de Feira de Santana, Rodovia BR116, Km 03, Campus  
Universitário, 44.031-460, Feira de Santana, Bahia, Brasil.

CÁSSIO VAN DEN BERG

Laboratório de Sistemática Molecular de Plantas, Departamento de Ciências Biológicas  
Universidade Estadual de Feira de Santana, Rodovia BR116, Km 03, Campus  
Universitário, 44.031-460, Feira de Santana, Bahia, Brasil.

Título curto: Biossistemática do complexo *Copaifera coriacea*

**Resumo.** O complexo *Copaifera coriacea* Mart. (Leguminosae) foi analisado através da taxonomia, morfometria multivariada, ecologia e geografia com o objetivo de verificar quantos táxons poderiam estar envolvidos no complexo e quais os caracteres morfológicos que poderiam ser utilizados no seu reconhecimento. Foram amostrados 223 indivíduos em 12 populações naturais para análises de morfometria tradicional e geométrica utilizando-se caracteres contínuos e coeficientes elípticos de Fourier mensurados de folhas e folíolos. Para a análise taxonômica foram examinados acervos de 40 herbários e um total de 500 exsiccatas do complexo de espécies. As análises permitem o reconhecimento de quatro táxons distintos: *C. coriacea*, *C. luetzelburgii*, *C. magnifolia* e *C. martii* var. *rigida*.

**Palavras-chave:** *Copaifera*, Leguminosae, Morfometria, Taxonomia, EFA, Complexo de espécies.

**Abstract.** We carried taxonomy, morphometrics, ecology, and geography analyses in the *Copaifera coriacea* Mart. complex (Leguminosae) with aim of to determine characters distinguishing different taxons and to examine their circumscription. We surveyed the morphological variability using continuous characters and elliptic Fourier coefficients of the outlines out in 223 individuals in 12 population samples. Were used 500 specimens of 40 herbaria for taxonomic analysis. Our data support the recognition of four taxa: *C. coriacea*, *C. luetzelburgii*, *C. magnifolia*, and *C. martii* var. *rigida*.

**Keywords:** *Copaifera*, Leguminosae, Morphometrics, Taxonomy, EFA, Species complex.

Taxonomistas, via de regra, analisam um número reduzido de espécimes em herbários e precisam tomar decisões com um considerável elemento de subjetividade (Stace 1989), uma vez que a variação dentro dos táxons é vista apenas parcialmente. Para fugir desta subjetividade muitas tentativas vêm sendo feitas desde o início do século XX através da taxonomia experimental ou biosistemática e da taxonomia numérica (p.ex. Clausen et al. 1939; Blackith & Reymont 1971; Sneath e Sokal 1971; Ducan e Baun 1981; DuPuy et al. 1984; Snaydon 1984; Sokal 1986; Stace 1989; Silberbauer-Gottsberger et al. 1992; Bernardello et al. 1995) com a finalidade de se entender a variação das formas nos organismos vivos. Análises em materiais de herbário e estudos de campo envolvendo *Copaifera* L. (Leguminosae) têm revelado substancial variação nos caracteres morfológicos entre as espécies, os quais parecem estar correlacionados com determinadas condições ecológicas e geográficas (vegetação, solo, altitude, latitude, longitude, distribuição, etc). Estudos de variabilidade morfológica através de análises multivariadas intra e interpopulacional não haviam sido feitas antes para o gênero *Copaifera* e são ainda poucos os trabalhos em Leguminosae (Riggins et al. 1977; Casiva et al. 2002; Widén and Schiemann 2003; Boonkerd et al. 2005; Conceição et al. 2006), embora tenha aumentado nos últimos anos.

*Copaifera coriacea* Mart. foi descrita por Martius (1823) como uma espécie com 2-3 pares de folíolos coriáceos. Hayne (1827) descreveu *C. cordifolia*, uma espécie muito semelhante morfológicamente à *C. coriacea*, mas que apresentava 5 pares de folíolos. Bentham (1870) sinonimizou *C. cordifolia* Hayne em *C. coriacea*, passando a atribuir-lhe a condição de 3-5 pares de folíolos. Dwyer (1951) indicou 8-10 pares de folíolos para esta espécie, mas pouco depois passou a considerar *C. coriacea* como uma espécie com apenas 2-5 pares de folíolos (Dwyer 1954). Nesta mesma obra, foi descrita ainda uma nova variedade *C. coriacea* var. *macrophylla*, com folíolos maiores e 3-4 jugas.

Outras espécies foram consideradas próximas a *C. coriacea* por possuírem o número de pares de folíolos parecidos ou sobrepostos, como *C. martii* Hayne, da região Amazônica do Norte do Brasil, descrita com 2-3 pares de folíolos (Hayne 1827) e *C. rigida* Benth., descrita por Bentham (1870) para o Nordeste brasileiro, também com 2-3 pares de folíolos. Ducke (1930) subordinou *C. rigida* a variedade de *C. martii* e Dwyer (1951) sinonimizou este táxon (*C. martii* var. *rigida* Ducke) em *C. martii*. Dwyer (1951) comentou ainda a possível relação entre *C. coriacea* e *C. luetzelburgii* Harms (Harms 1924).

A história taxonômica deste grupo ficou mais complicada quando Ducke (1959) sinonimizou *C. martii* (*sensu* Dwyer 1951) em *C. coriacea*, reconhecendo, além desta, as espécies *C. luetzelburgii* e *C. cordifolia*. Posteriormente, diferentes autores adotaram circunscrições diferentes para *C. coriacea*, *C. luetzelburgii* e *C. martii* (p.ex. Lewis 1987; Queiroz 2002; Souza e Lorenzi 2005).

Foi verificado que *C. magnifolia* Dwyer é frequentemente confundida com *C. martii* nas identificações de herbários e, após uma análise cuidadosa do tipo de *C. coriacea* var. *macrophylla* constatou-se que este táxon pertence a *C. elliptica* Mart., uma espécie distinta por sua condição inteiramente glabra (Costa e Queiroz, CAP. 5). Desta forma, é possível notar pelo menos quatro tipos distintos de morfologias, levando à hipótese de que *C. coriacea*, como é atualmente reconhecida, forma um complexo envolvendo sete nomes: *C. coriacea*, *C. cordifolia*, *C. luetzelburgii*, *C. magnifolia*, *C. martii*, *C. martii* var. *rigida* e *C. rigida*.

O presente trabalho teve como objetivo o estudo do complexo *C. coriacea* utilizando análises morfométricas como ferramenta auxiliar à análise taxonômica do complexo de espécies, no intuito de responder as seguintes questões: 1) Quantos táxons podem ser realmente distinguidos? 2) Quais os caracteres morfológicos que podem ser utilizados para distinguir esses táxons? 3) Quais são as categorias taxonômicas mais apropriadas para os mesmos? 4) Existem condições geográficas e/ou ecológicas que podem ser utilizadas para distinguí-los?

## MATERIAL E MÉTODOS

**Amostragem.** O trabalho de campo incluiu coleta de espécimes em populações naturais do complexo *Copaifera coriacea* durante o período de janeiro de 2003 a dezembro de 2005. As coletas foram realizadas em onze estados do Brasil (Bahia, Ceará, Distrito Federal, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Pará, Pernambuco, Piauí e São Paulo), pertencentes às Regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste. Foram coletados 223 espécimes provenientes de 12 populações naturais pertencentes a seis espécies, sendo *C. coriacea* (três populações), *C. cordifolia* (uma população), *C. magnifolia* (uma população), *C. luetzelburgii* (três populações), *C. rigida* (três populações) e *C. martii* (uma população) (Tabela 1). O nome *C. martii* var. *rigida* foi tratado nas populações da espécie *C. rigida*. Todo o material coletado foi herborizado e encontra-se depositado no herbário HUEFS da Universidade Estadual de Feira de Santana (Tabela 1).

**Taxonomia.** Foram analisados espécimes dos acervos de 40 herbários (ALCB, B, BC, BM, BR, CANB, CEN, CEPEC, COR, CRI, CTES, CVRD, EAC, ESAL, FUEL, FR, GUA, HAS, HEPH, HRB, HRCB, HUEFS, HUFU, IAC, IAN, IBGE, K, M, MA, MBM, MBML, NY, P, PMSP, RFA, RUSU, SP, U, UFMT e US) (siglas de acordo com Holmgren et al. 1990). No total, foram estudados aproximadamente 1.500 espécimes de herbário, incluindo tipos-nomenclaturais, dentre os quais cerca de 500 espécimes pertencentes ao complexo *C. coriacea*. Essa amostragem foi complementada com indivíduos coletados em doze populações naturais.

**Morfologia e Análise Multivariada.** Em virtude do conservadorismo floral em *Copaifera* e ao uso extensivo de caracteres foliares na identificação das espécies, foram conduzidas apenas análises morfométricas com caracteres vegetativos. Foram empregadas técnicas de estatística multivariada em duas análises diferentes: Morfometria Tradicional e Morfometria Geométrica. Um total de 19 caracteres quantitativos contínuos para uma das folhas de cada um dos espécimes foi utilizado na análise de Morfometria Tradicional (Tabela 2). Das mesmas folhas utilizadas na Morfometria Tradicional, foram analisados dois folíolos por indivíduo na Morfometria Geométrica, através da Análise Elíptica de Fourier (EFA). Para esta análise, escolheu-se: 1) um folíolo pertencente ao par mais distal da folha (no extremo oposto à inserção do pecíolo no ramo); e, 2) um outro folíolo pertencente ao segundo par mais distal, cuidando-se sempre para utilizar folíolos em posições semelhantes durante as análises, sendo então tratados como homólogos. Foram amostrados 446 folíolos, todos eles herborizados em estufa a 70 °C. O contorno (*outlines*) dos folíolos foi capturado através da digitalização dos mesmos em um *scanner* Epson Stylus cx 3200, utilizando o *software* Adobe Photoshop Limited Edition. As imagens foram digitalizadas em resolução de 300 dpi em preto/branco ou escala de cinza usando a opção de alta qualidade (*Image Options Quality High*) e salvas como imagens de JPEG (extensão. jpg). A junção da nervura principal com o pecíolulo na base da lâmina e da nervura principal com a nervura marginal no ápice do folíolo foram utilizados como marcos anatômicos (*landmarks*) 1 e 2, respectivamente. Esses pontos serviram como referência para o posicionamento homólogo de todos os folíolos. Foram obtidos os contornos da imagem de cada folíolo, representados pela seqüência de pontos ordenados como coordenadas x e y, utilizando o *software* TpsDig (Rohlf 2001).

A EFA foi realizada utilizando-se o programa Morpheus (Slice 1998). Para maior segurança quanto à homologia dos dados analisados foi empregado o método *bookstein*

*superimposition* que força os contornos a ter uma orientação e tamanho baseados nos dois *landmarks* (marcos anatômicos) na base e no ápice da lâmina dos folíolos. A análise foi conduzida com 20 harmônicos, resultando em duas matrizes com 80 variáveis, onde os valores são os coeficientes elípticos de Fourier, cada uma correspondendo aos dados dos dois folíolos utilizados, sendo que em uma os coeficientes foram extraídos do folíolo do par (1) e, na outra, do folíolo do segundo par mais distal (2).

A partir das matrizes produzidas, foram realizadas Análises de Variáveis Canônicas (CVA) e de Agrupamento, conduzidas no software STATISTICA 6.0 (Statsoft 2003). A CVA utilizou as populações como variáveis categóricas (individualmente, foram agrupadas populações nas espécies as quais elas provavelmente pertenciam). Os coeficientes estandardizados para as variáveis canônicas obtidas da análise de discriminante foram utilizados para identificar quais os caracteres que contribuíam mais significativamente para uma melhor resolução na distinção dos grupos. A análise de agrupamento foi conduzida usando a Distância Generalizada de Mahalanobis e o UPGMA (Unweighed Pair-Group Method using Arithmetical Averages) (Sneath & Sokal, 1973) como algoritmo de agrupamento.

Os valores nos eixos da CVA encontrados para as diferentes análises (morfometria geométrica e tradicional) foram combinados em diferentes análises dos dados. Os resultados obtidos com a morfometria foram incorporados às análises da taxonomia, geografia e ecologia do complexo *C. coriacea*, auxiliando nas decisões taxonômicas aqui apresentadas.

**Geografia.** Para determinar a região geográfica dos táxons examinados, as informações levantadas no trabalho de campo foram acrescidas com informações das etiquetas dos espécimes de herbários e da bibliografia especializada para gerar um mapa de distribuição combinado. A terminologia para as regiões e províncias fitogeográficas do Brasil seguiu IBGE (1992), Joly et al. (1999) e Veloso et al. (2002).

**Ecologia.** Para caracterizar o habitat dos diferentes táxons amostrados, foram feitas observações diretas do relevo, tipo de vegetação, textura do solo, altitude, latitude, longitude e co-ocorrência sintópica dos táxons nas populações amostradas. Essas informações foram complementadas com os dados de geologia, relevo e clima das regiões segundo o IBGE (2006) e das etiquetas de herbário.

## RESULTADOS

**Análise Morfológica Multivariada e Taxonomia.** Os caracteres vegetativos de folha e folíolos utilizados nas análises canônicas das morfometrias tradicional (Tabela 2) e geométrica não apresentaram bons resultados para distinguir grupos quando analisados isoladamente. Isto se deu pela grande variabilidade morfológica intrapopulacional encontrada, especialmente nas populações LUET1, LUET2, LUETBA e CORIAIP. Contudo, as análises envolvendo os dados combinados das CVAs apontaram para grupos mais claramente distinguíveis (Fig. 1). A população de *C. magnifolia* (MAGNI) manteve-se distinta em todas as análises e em quase todos os eixos.

A CVA combinando todas as análises apresentou uma melhor discriminação de grupos (Fig. 1; Tabela 2). Os primeiros dois eixos explicam 33% e 23% da variação, respectivamente. O eixo um separou as populações MAGNI, MARTII, RIGIDOE, RIGIDAF, RIGIDBR e CORIA2, das populações LUET1, LUET2, LUETBA, CORIA1 e CORIAIP, enquanto a população CORD aparece com o centróide próximo ao valor zero desse eixo. Assim, é possível distinguir bem neste eixo um grupo formado pelos táxons *C. magnifolia*, *C. martii* e *C. rigida*, de outro formado pelo táxon *C. luetzelburgii*. (Fig. 1A). Os indivíduos de *C. martii* (pop. MARTII) aparecem numa posição intermediária entre as populações de *C. rigida*. O segundo eixo canônico discrimina as populações CORIA1, CORIA2, CORD e CORIAIP pertencentes a *C. coriacea* (+ *C. cordifolia*). No terceiro eixo, as populações RIGIDAF, MARTII, CORIA1, CORIAIP, LUETBA e MAGNI aparecem separadas das outras populações (Fig. 1B). Os indivíduos da população de *C. martii* aparecem separados dos indivíduos das populações de *C. rigida*, apresentando apenas uma pequena sobreposição. Neste eixo também é possível notar os indivíduos das populações de *C. coriacea* e *C. cordifolia* sobrepondo-se com indivíduos de *C. rigida* e *C. luetzelburgii*.

Na análise de agrupamento as populações LUET1 e LUET2 agrupam-se com as populações CORIA1, CORIA2, CORD e CORIAIP, enquanto a população LUETBA aparece isolada (Fig. 2B). Nas outras análises morfométricas as populações LUET1 e LUET2 aparecem sempre agrupadas com as populações de *C. coriacea* e *C. cordifolia*, enquanto LUETBA aparece agrupada com as populações de *C. rigida*. Apenas na análise de agrupamento da morfometria tradicional, as três populações de *C. luetzelburgii* formam um grupo distinto, mas ainda assim, compondo um grupo maior com as populações de *C. coriacea* e *C. cordifolia*.

Quase todos os caracteres contínuos utilizados nas análises apresentaram valores médios que possibilitam o reconhecimento de quatro morfologias distintas ou táxons (Tabela 2). Destes caracteres destacam-se as distâncias medianas entre a nervura principal e as margens do segundo folíolo mais distal (caracteres 16 e 17), o comprimento da raque (2) e as larguras do folíolo mais distal (5, 6 e 7). A forma dos folíolos, mensurada através da EFA, foi também significativa na distinção de grupos, principalmente quando se observa essa característica associada a outros caracteres vegetativos como os citados anteriormente (Tabela 3). A distinção de quatro morfologias distintas fica mais evidente quando os dados do estudo taxonômico são inseridos nas análises. Caracteres como o número de pares de folíolos no indivíduo, a presença e o tipo de indumento das raques e folíolos, a consistência dos folíolos e, a presença de indumento nas sépalas e ovário foram decisivos no reconhecimento dos táxons.

Os grupos evidenciados nas análises morfométricas e taxonômica levam ao reconhecimento de quatro táxons: *C. coriacea* (+ *C. cordifolia*), *C. martii* (+ *C. rigida*), *C. magnifolia* e *C. luetzelburgii*. Os estudos da morfologia e da taxonomia de *C. coriacea* e *C. cordifolia* mostraram que não há distinção morfológica constante para considerá-las como espécies distintas, exceto pelo hábito arbóreo mais comum num grupo de indivíduos que apresentam distâncias relativamente maiores entre os pares de folíolos distais (caractere 3), mas sempre com sobreposição. Alguns espécimes de herbário de *C. martii* analisados no estudo taxonômico revelaram um morfo com folhas mais delgadas, de margem plana e preferências ecológicas aparentemente diferenciadas. Contudo, este morfo não foi analisado pela morfometria no presente estudo.

Os caracteres analisados mostram que *C. magnifolia* distingue-se dos demais táxons do complexo por apresentar folhas com 2 a 4 pares de folíolos crassos, glabros, flores glabras, bem como diferentes medidas de folha e folíolos (Tabela 2). *Copaifera martii* (+ *C. rigida*) distingue-se por apresentar folhas com 2 a 3 pares de folíolos coriáceos, de margens levemente revolutas, além de caracteres contínuos. *Copaifera luetzelburgii* possui folhas com 3 a 5 pares de folíolos cartáceos a coriáceos, hirsutos nas duas faces ou glabrescentes na face adaxial e hirsutos na face abaxial. *Copaifera coriacea* (+ *C. cordifolia*) apresenta folhas com 2 a 5 pares de folíolos coriáceos, pubescentes, pubéculos ou glabros, e caracteres contínuos com médias menores que os demais táxons (Tabela 2).

**Geografia e Ecologia.** Todos os táxons analisados apresentam uma distribuição na porção mais ao Norte e Nordeste do Brasil, com exceção de *C. magnifolia* que ocupa uma



porção mais setentrional na Região Centro-Oeste (Fig. 3). A distribuição geográfica e as preferências ecológicas estão sumarizadas na Tabela 5.

## DISCUSSÃO

A amostragem aqui utilizada se mostrou eficiente mesmo sem ter abrangido toda a área de distribuição dos táxons. Isto é possível devido ao fato de que a variação morfológica intrapopulacional é sempre alta e engloba quase toda a variação interpopulacional nos táxons das *Copaifera* extra-amazônicas. A única exceção aqui encontrada foi *C. martii* que parece ter um terceiro morfo, não incorporado nas análises morfométricas, mas observado na análise taxonômica. A amostragem de populações próximas demonstrou que não existe uma correlação direta entre proximidade geográfica e preferência ecológica ou entre proximidade geográfica e identidade genética nos táxons estudados (ver Costa et al., CAP. 2).

O uso de caracteres vegetativos no reconhecimento morfológico de táxons em *Copaifera* parece ser um caminho bastante promissor, uma vez que em material de herbário, espécimes apenas com fruto são muito comuns. A distância mediana entre a nervura principal e a margem externa do folíolo do segundo par mais distal (caract. 16) não havia sido usada antes em estudos morfológicos para o gênero *Copaifera* e foi a mais importante na CVA em todas as análises desse estudo. Caracteres relacionados à posição da nervura principal em relação à margem do folíolo é um caráter que tem sido pouco utilizado na literatura taxonômica, embora existam indícios que essa característica possa ser uma sinapomorfia para diversos grupos da tribo Detarieae (Herendeen et al. 2003) e que permitem também distinguir espécies em *Chamaecrista* na tribo Cassieae (Conceição et al. 2006).

Caracteres quantitativos e qualitativos importantes neste estudo foram quase sempre postos em segundo plano no estudo das *Copaifera* (p.e.x. Dwyer 1951, 1954; Ducke 1959; Aubréville 1970), embora assumam lugar de destaque na identificação de espécies de outros gêneros como *Chamaecrista* (Irwin and Barneby 1982), *Hymenaea* (Lee and Langenhein 1975), *Peltogyne* (Silva 1976), entre outros. Além disso, muita ênfase foi dada sobre caracteres pouco úteis para a distinção de espécies em *Copaifera*, tais como a presença de pontuações translúcidas nas lâminas e a forma dos folíolos (Bentham 1870; Dwyer 1951, 1954; Lewis 1987). As observações de campo e de espécimes de herbário demonstraram que muitos indivíduos de um mesmo local podem ou não apresentar pontuações translúcidas nas lâminas dos folíolos, independente da espécie a qual pertence.

A presença dessas pontuações em todos os espécimes de um determinado táxon já havia sido questionada por Ducke (1915) que supunha uma dificuldade de observação sob diferentes intensidades de iluminação e/ou sob diferentes fases de maturação dos folíolos (Ducke 1915; Dwyer 1951). Um estudo feito por Martins-da-Silva (2006) demonstrou que a quantidade de pontuações pode variar em um mesmo indivíduo ao longo do ano.

Nos táxons aqui estudados através do contorno (*outlines*), ficou claro que a forma do folíolo do par mais distal é altamente variável dentro de uma mesma população ou mesmo entre táxons distintos, enquanto o folíolo do segundo par mais distal parece ser menos variável entre os táxons, sendo um ponto de referência na busca de caracteres diagnósticos das espécies de *Copaifera*.

A mensuração da forma através do contorno tem sido muito útil para a distinção de grupos em animais (p.ex. Rohlf and Archie 1984; Ferson et al. 1985) e plantas (p.ex. Premoli 1996; Iwata et al. 1998; McLellan 1999; Jensen et al. 2002; Widén and Schiemann 2003; Iwata et al. 2002a,b; Iwata et al. 2004; Yoshioka et al. 2004; Andrade 2006a,b), embora para alguns grupos a técnica de marcos anatômicos (*landmarks*) seja mais eficiente no estudo da forma (p.ex. Bookstein 1997; Monteiro and Reis 1999; Jensen et al. 2002). O estudo do contorno é preferível para estruturas simples como a forma de folhas e folíolos de *Copaifera*, uma vez que basicamente a junção da nervura principal na base e no ápice da lâmina podem ser seguramente interpretadas como pontos anatômicos homólogos (Bookstein 1997; Monteiro and Reis 1999). Análises com estruturas relativamente simples em plantas têm apresentado bons resultados para folhas e raízes (Iwata et al. 1998; Iwata et al. 2002a,b).

Dentre todos os caracteres vegetativos utilizados para a distinção de espécies em *Copaifera*, o número de pares de folíolos parece ser o ponto de partida de qualquer chave que utilize táxons desse gênero. Uma nova interpretação deve ser dada para este caráter no sentido de se considerar a variação do número dos folíolos no indivíduo em detrimento a interpretação da variação dentro da espécie. Essa forma de enxergar o espécime no campo ou no herbário é fundamental para a correta identificação das espécies.

As análises aqui realizadas evidenciaram quatro táxons distintos no complexo *C. coriacea*, embora nenhum caráter isoladamente diferencie todos eles, pois cada um tem um conjunto único de caracteres morfológicos, afinidades geográficas e preferências ecológicas que os circunscrevem.

As populações que mais se agruparam aleatoriamente com as demais foram LUETBA (*C. luetzelburgii*), CORIA2 e CORIAIP (*C. coriacea*), sugerindo uma

semelhança genética com populações de outros táxons. Essa semelhança, inferida a partir dos dados morfológicos, pode indicar que as linhagens têm uma história de vida comum ou que hibridação pode estar ocorrendo entre pares de espécies mais relacionadas, embora essas populações tenham sido separadas de populações geograficamente mais próximas e tenham se agrupado com populações geograficamente mais distantes ou com outras pertencentes a táxons diferentes (ver também Costa et al., CAP 2).

*Copaifera coriacea* é uma espécie bastante restrita ecologicamente, contrariando o que supunham Dwyer (1954) e Ducke (1959). A área de distribuição de *C. coriacea* a coloca como endêmica da Caatinga do Nordeste brasileiro, com preferência por solo de areias quartzosas brancas em dunas interiores, predominantemente da margem esquerda do rio São Francisco no noroeste do estado da Bahia e sul do estado do Piauí. A variação no número de pares de folíolos presente em *C. coriacea* corrobora as propostas de Bentham (1870) e Dwyer (1951, 1954) de que *C. cordifolia* Hayne pertence a esta espécie. A variação na morfologia da folha é comum nos membros da tribo Detarieae (Herendeen 2000; Herendeen et al. 2003). Contudo, a variação no hábito dessa espécie é intrigante, sendo possível encontrar populações apenas de arbustos que atingem a maturidade a partir de 60 cm de altura (p.ex. Pop. CORIAIP) até populações que possuem apenas indivíduos que só florescem e frutificam quando atingem um porte arbóreo com aproximadamente 8-10 metros de altura (p.ex. Pop. CORD).

A plasticidade fenotípica é comum entre as Leguminosae (Polhill and Raven 1981; Thomas 1994), mas essa variação na maturação associada com o porte também pode indicar o início de um processo de diferenciação genética de uma nova linhagem ou inversamente, a homogeneização através de hibridação e introgressão. A população CORIAIP (*C. coriacea*), está localizada em um ambiente de transição entre caatinga e cerrado e possui indivíduos altamente variáveis (p.ex. arbustos ca. 60 cm de altura e arborescentes ca. 3 m alt.). Essa população aparece nas análises agrupando-se com populações de diferentes táxons, especialmente as populações LUET1 e LUET2 (*C. luetzelburgii*). Três populações geograficamente separadas por vários quilômetros, mas todas de cerrado ou com elementos de cerrado e solo com textura arenosa.

A população LUETBA chama a atenção por apresentar uma tendência muito forte à diminuição de tricomas hirsutos nas suas raques e folíolos, além de co-ocorrer com uma espécie de *Copaifera* inteiramente glabra (*C. depilis* Dwyer), sugerindo uma possível troca gênica entre elas o que explicaria as diferenças observadas para essa população em relação às demais da espécie. *Copaifera luetzelburgii* e *C. depilis* são espécies relacionadas

filogeneticamente (Costa et al. CAP 4) embora se diferenciem morfológicamente pela total ausência de indumento nas folhas e flores desta última.

*Copaifera martii* tem preferência por terrenos areno-argilosos em ambientes de Cerrado e Cerradão e/ou de Floresta. A distribuição das populações aqui estudadas acompanha os ecossistemas do bioma cerrado tanto no Nordeste quanto no Norte do Brasil, apesar dessas regiões serem dominadas pelos biomas Caatinga e Floresta Amazônica. Os enclaves de Cerrado nesses biomas podem representar relictos de uma extensão maior deste Bioma durante o Pleistoceno, quando cerca de 40% da Floresta Tropical Úmida (Floresta Amazônica) foi reduzida e a Savana (Cerrado) teve seu maior índice de expansão (Burnham and Graham 1999). Assim, *C. martii* seria uma espécie predominantemente de ambiente seco que teve sua distribuição ampliada para a floresta amazônica (Região Norte) neste período. Essa idéia condiz com a hipótese de Schrire et al. (2005) que as Leguminosae devem ter se diversificado inicialmente em ambientes mais secos e daí migrado para ambientes mais úmidos.

*Copaifera martii* var. *rigida* é um táxon com folíolos coriáceos, levemente revolutos. As análises aqui realizadas apontam para *C. martii* e *C. rigida* como táxons distintos. Bentham (1870) propôs *C. rigida* como uma espécie distinta de *C. martii* Hayne. Segundo o proposto por Ducke (1959), essas espécies poderiam estar ligadas geneticamente através de hibridação, gerando a sobreposição morfológica existente. A análise de espécimes de herbário demonstrou que existem diferenças na consistência e margem dos folíolos, pilosidade, altura e preferências ecológicas quando comparados com espécimes analisados nos estudos de morfometria, exceto em parte dos indivíduos da população de Santarém-PA (MARTII). Dessa forma, a hipótese de que *C. martii* e *C. rigida* podem representar táxons distintos (Bentham 1870) ligados por hibridação (Ducke 1959) ou mesmo serem variantes de um mesmo *pool* gênico (Ducke 1922, 1930) parece mais aceitável que a idéia de uma espécie muito variável (Dwyer 1951). O reconhecimento de que *C. rigida* é uma variedade de *C. martii* parece ser o mais correto neste momento.

## AGRADECIMENTOS

Nós agradecemos Ivanilza M. Andrade, Janaína Gelma Nascimento e Cristiana Barros Nascimento Costa pelas valiosas contribuições durante a execução deste trabalho. Aos curadores dos herbários que cederam material e/ou nos receberam em visita aos seus acervos e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelo suporte financeiro (n° 1431040045982). Jorge A. S. Costa agradece a CAPES pela bolsa de

Doutorado. Cássio van den Berg e Luciano P. de Queiroz agradecem pela bolsa (PQ2) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

#### LITERATURA CITADA

- ANDRADE, I.M.; MAYO, S.J.; KIRKUP, D. and van den BERG, C. 2006a. Comparative morphology of populations of *Monstera adansonii* Schott (Araceae) from natural forest fragments in Northeast Brazil using Elliptical Fourier Analysis of leaf outlines. In: Andrade, I.M. Estudos morfométricos e genéticos em populações de duas espécies de Araceae ocorrentes em áreas florestais do Brasil, especialmente do Ceará. Tese de doutorado. Feira de Santana, BA: UEFS, pp. 104-134.
- ANDRADE, I.M.; MAYO, S.J.; KIRKUP, D. and van den BERG, C. 2006b. Comparative morphology of populations of *Anthurium sinuatum* Benth. and *A. pentaphyllum* (Aubl.) G. Don (Araceae) from natural forest fragments in Northeast Brazil using Elliptical Fourier Analysis of leaf outlines. In: ANDRADE, I.M. Estudos morfométricos e genéticos em populações de duas espécies de Araceae ocorrentes em áreas florestais do Brasil, especialmente do Ceará. Tese de doutorado. Feira de Santana, BA: UEFS, pp. 160-192.
- AUBRÉVILLE, A. 1970. Genus *Copaifera*. In: Flore du Cameroun. Légumineuses Césalpiniacées. 9: 131-135.
- BENTHAM, G. 1870. Leguminosae II et III. Swartzieae, Caesalpinieae, Mimoseae - tribus XVII. Cynometreae. In: C.E.P. von Martius (ed.). *Flora Brasiliensis*. 15(2): 239-248.
- BERNARDELLO, L., RODRÍGUEZ, I., STIEFKENS, L. and GALETTO, L. 1995. The hybrid nature of *Lycium ciliatum* X *cestroides* (Solanaceae): experimental, anatomical, and cytological evidence. *Can. J. Bot.* 73: 1995-2004.
- BLACKITH, R.E. and REYMENT, R.A. 1971. Multivariate morphometrics. Academic Press, London and New York, 412 p.
- BOONKERD, T. PECHSRI, S. and BAUM, B.R. 2005. A phonetic study of *Cassia* sensu lato (Leguminosae-Caesalpinioideae: Cassieae: Cassiinea) in Thailand. *Plant Systematics and Evolution* 232: 153-165.
- BOOKSTEIN, F.L. 1997. *Morphometric tools for landmark data: geometry and biology*. Cambridge University Press, USA. ed. 2. 435p.
- CASIVA, P.V., SAIDMAN, B.O., VILARDI, J.C. and CIALDELLA, A.M. 2002. First comparative phonetic studies of Argentina species of *Acacia* (Fabaceae), using

- morphometric, isozymal, and RAPD approaches. *American Journal of Botany*. 89: 843-853.
- CLAUSEN, J., KEEK, D.D. and HIESEY, W.M. 1939. The concept of species based on experiment. *American Journal of Botany* 26:103-106.
- CONCEIÇÃO, A.S.; QUEIROZ, L.P.; LAMBERT, S.M.; PEREIRA, A.C.S. and BORBA, E.L. 2006. Biosystematics of *Chamaecrista* sect. *Absus* subsect. *Baseophyllum* (Leguminosae-Caesalpinioideae) based on allozyme and morphometric analyses. In: Conceição, A.S.. Filogenia do gênero *Chamaecrista* (Leguminosae-Caesalpinioideae) e Taxonomia do grupo *Baseophyllum*. Tese de doutorado. Feira de Santana, BA: UEFS, pp. 160-192.
- COSTA, J.A.S. and QUEIROZ, L.P. *in press*. b. Lectotypification and nomenclatural notes in *Copaifera* L. (Leguminosae-Detarieae). *Kew Bulletin*
- COSTA, J.A.S. and QUEIROZ, L.P. *in press*. c. Revisão Taxonômica das espécies de *Copaifera* L. (Leguminosae-Detarieae) com ênfase no Brasil extra-amazônico. *Kew Bulletin*
- DUCKE, A. 1915. Plantes ou peu connues de la région amazonienne. *Archivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro* 6: 22
- DUCKE, A. 1922. *Copaifera martii* Hayne. *Archivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro* 3: 90.
- DUCKE, A. 1930. *Copaifera martii* Hayne var. *rigida* (Benth.) Ducke. *Archivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro* 5: 128.
- DUCKE, A. 1959. Estudos Botânicos no Ceará. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 31(2): 85-87.
- DUCAN, T. and BAUM, B.R. 1981. Numerical Phenetics; Its Uses in Botanical Systematics. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 12: 387-404.
- DUPUY, D.J., FOR-LLOYD, B.V. and CRIBB, P.J. 1984. A numerical taxonomic analysis of *cybidium*, section *Iridorchis* (Orchidaceae). *Kew Bulletin* 40(2): 422-434.
- DWYER, J.D. 1951. The Central American, West Indian, and South American species of *Copaifera* (Caesalpinioideae). *Brittonia* 7(3): 143-172.
- DWYER, J.D. 1954. Further Studies on the New World Species of *Copaifera*. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 81(3): 179-187.
- FERSON, S.; ROHLF, F. J. and KOEHN, K. 1985. Measuring Shape Variation of Two-Dimensional Outlines. *Systematic Zoology* 34(1): 59-68

- HARMS, H. 1924. *Plantae Luetzelburianae brasilienses III – Leguminosae: Copaifera luetzelburgii*. *Notiz. Bot. Gart. Berlin*, 8: 713.
- HAYNE, F.C. 1827. *Arzneikunde gebräuchlicher Gewächse*. 10: 12-23.
- HERENDEEN, P.S. 2000. Structural evolution in the Caesalpinioideae (Leguminosae). In: HERENDEEN, P.S. and BRUNEAU, A. (eds.) *Advances in Legume Systematics, Part 9*. Royal Botanic Gardens, Kew pp. 45-64.
- HERENDEEN, P.S.; BRUNEAU, A. and LEWIS, G.P. 2003. Phylogenetic relationships in Caesalpinoid Legumes: a preliminary analysis based on morphological and molecular data. In: KLITGAARD, B.B. and BRUNEAU, A. (eds.) *Advances in Legume Systematics, Part 10*. Royal Botanic Gardens, Kew pp. 37-62.
- HOLMGREN, P.K.; HOLMGREN, N.H. and BARRET, L.C. (eds.). 1990. *Index Herbariorum, part 1: the Herbaria of the World* (Regnum Veg. 120). New York: New York Botanical Garden.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 1992. *Manual Técnico da Vegetação Brasileira*. Série Manuais Técnicos em Geociências, N° 1. Rio de Janeiro: IBGE, 92p. il.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2006. <http://www.ibge.gov.br>.
- IRWIN, H.S. and BARNEBY RC. 1982. The American Cassinae: a synoptical revision of Leguminosae tribe Cassieae subtribe Cassinae in the New World. *Memoirs of the New York Botanical Garden* **35**: 1-918.
- IWATA, H.; NIIKURA, S.; MATSUURA, S.; TAKANO, Y. and UKAI, Y. 1998. Evaluation of variation of root shape of Japanese radish (*Raphanus sativus* L.) based on image analysis using elliptic Fourier descriptors. *Euphytica* 102: 143-149
- IWATA, H.; NESUMI, H.; NINOMIYA, S.; TAKANO, Y. and UKAI, Y. 2002A. Diallel Analysis of Leaf Shape Variations of Citrus Varieties Based on Elliptic Fourier Descriptors. *Breeding Science* 52: 89-94
- IWATA, H.; NESUMI, H.; NINOMIYA, S.; TAKANO, Y. and UKAI, Y. 2002b. The Evaluation of Genotype x Environment Interactions of Citrus Leaf Morphology Using Image Analysis and Elliptic Fourier Descriptors. *Breeding Science* 52: 243-251
- IWATA, H.; NIIKURA, S.; MATSUURA, S.; TAKANO, Y. and UKAI, Y. 2004. Genetic Control of Root Shape at Different Growth Stages in Radish (*Raphanus sativus* L.). *Breeding Science* 54: 117-124
- JENSEN, R.J.; CIOFANI, K.M. and MIRAMONTES, L.C. 2002. Lines, outlines, and landmarks: morphometric analyses of leaves of *Acer rubrum*, *Acer saccharinum* (Aceraceae) and their hybrid. *Taxon*, 51: 475-492.

- JOLY, C.A.; AIDAR, M.P.M.; KLINK, C.A.; MCGRATH, D.G.; MOREIRA, A.G.; MOUTINHO, P.; NEPSTAD, D.C.; OLIVEIRA, A.A.; POTT, A.; RODAL, M.J.N. and SAMPAIO, E.V.S.B. 1999. Evolution of the Brazilian phytogeography classification systems: Implications for biodiversity conservation. *Ciência e Cultura* 51(5/6): 331-348
- LEE, Y.T. and LANGENHEIM, J.H. 1975. *Systematics of the genus Hymenaea L. (Leguminosae, Caesalpinioideae, Detarieae)*. Los Angeles: University of California Press, 109p.
- LEWIS, G.P. 1987. *Legumes of Bahia*. Kew: Royal Botanic Gardens, 369 p. il.
- MARTINS-DA-SILVA, R.C.V. 2006. Taxonomia das espécies de *Copaifera L.* (leguminosae – Caesalpinioideae) ocorrentes na Amazônia Brasileira. Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 260p.
- MARTIUS, F.C.P. von. 1823. *Copaifera coriacea*. In: Spix, J.B. von and Martius, F.C.P. von *Reise in Brasilien*. München, pp. 285.
- MONTEIRO, L. R. and REIS, S. F. 1999. *Princípios de Morfometria Geométrica*. Ribeirão Preto, SP: Holos, 198p. il.
- POLHILL, R.M. and RAVEN, P.H. (eds.). 1981. *Advances in Legume Systematics*, Part 1, Royal Botanic Gardens Kew, 961p.
- PREMOLI, A.C. 1996. Leaf architecture of South American *Nothofagus* (Nothofagaceae) using traditional and new methods in morphometrics. *Botanical Journal Linnean Society*. 121: 25-40.
- QUEIROZ, L.P. 2002. Distribuição das espécies de Leguminosae na Caatinga. In: SAMPAIO, E.V.S.B.; GIULIETTI, A.M.; VIRGÍNIO, J. and GAMARRA-ROJAS, C.F.L. (eds.). *Vegetação e Flora da Caatinga*. Recife, APNE/CNIP, pp. 141-153.
- RIGGINS, R.; PIMENTEL, R.A and WALTERS, D.R. 1977. Morphometrics of *Lupinus nanus* (Leguminosae). I. Variation in natural populations. *Systematic Botany* 2: 317-325.
- ROHLF, F.J. and ARCHIE, J.W. 1984. A comparison of Fourier Methods for the Description of Wing Shape in Mosquitoes (Diptera: Culicidae). *Systematic Zoology* 33(3): 302-317
- ROHLF, F.J. 2001. TpsDig version 1.31. Digitizing software. <http://life.bio.sunysb.edu/morph/>
- SCHRIRE, B. D.; LAVIN, M. and LEWIS, G.P. 2005. Global distribution patterns of the Leguminosae: insights from recent phylogenies. *Biol. Skr.* 55: 375-422.



- SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I., GOTTSBERGER, G. and EHRENDORFER, F. 1992. Hybrid speciation and radiation in the neotropical woody genus *Tocoyena* (Rubiaceae). *Pl. Syst. Evol.* 181: 143-169.
- SILVA, M.F. DA. 1976. Revisão taxonômica do gênero *Peltogyne* Vog. (Leguminosae-Caesalpinioideae). *Acta Amazônica*: 6(1): 1-61.
- SLICE, D.E. 1998. Morphus et al.: software for morphometric research. Revision 01-30-98. Department of Ecology and Evolution, State University of New York, Stony Brook, New York.
- SNAYDON, R.W. 1984. Intraspecific Variation and its Taxonomic Implications. In: V.H. Heywood & D.M. Moore (eds.). *Current Concepts in Plant Taxonomy*. Cap. II, pp. 203-217.
- SNEATH, P.H.A. and SOKAL, R.R. 1973. *Numerical Taxonomy*. W.H. Freeman and Company, San Francisco, 573 p.
- SOKAL, R.R. 1986. Phenetic Taxonomy: Theory and Methods. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17: 423-442.
- SOUZA, V.C. and LORENZI, H. 2005. Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. São Paulo: Instituto Plantarum, 640p.
- STACE, C. A. 1989. *Plant taxonomy and biosystematics*. 2 ed. Edward Arnold, London. 264p.
- STATSOFT INC. 2003. *STATISTICA for Windows, version 6.0 (computer program manual)*. Oklahoma: Statsoft.
- THOMAS, J.F. 1994. Morphological and developmental plasticity in Legumes. In: Ferguson, I.K. and Tucker, S. (eds.). *Advances in Legume Systematics, Part 6*. Royal Botanic Gardens, Kew pp. 1-10.
- VELOSO, A.L.; SAMPAIO, E.V.S.B. and PAREYN, F.G.C. (eds.). 2002. *Ecorregiões propostas para o bioma Caatinga*. Recife: Associação Plantas do Nordeste (APNE)/Instituto Ambiental The Nature Conservance do Brasil, 76p. il.
- WIDÉN, B. and SCHIEMANN, K. 2003. The pattern of variation in leaflet shape and reproductive characters in *Lathyrus vernus* (L.) Bernh. (Fabaceae). *Plant Systematic and Evolution* 240: 41-54.
- YOSHIOKA, Y.; IWATA, H.; OHSAWA, R. and NINOMIYA, S. 2004. Analysis of Petal Shape Variation of *Primula sieboldii* by Elliptic Fourier Descriptors and Principal Component Analysis. *Annals of Botany* 94: 657-664.

TABELA 1. Amostras das Populações Naturais do complexo *Copaifera coriacea* Mart. utilizadas neste estudo. N = tamanho da amostra.

Estados do Brasil: BA = Bahia; PA = Pará; PI = Piauí.

Espécie/População	Código	N	Localização	Ecossistema	Vouchers
<i>C. coriacea</i>					
Casa Nova – BA (pop. 1)	CORIA1	20	9°25'06"S; 41°08'56"W	Caatinga arbustiva	T.S. Nunes 1124
Casa Nova – BA (pop. 2)	CORIA2	20	9°32'00"S; 41°21'00"W	Caatinga arbórea	J. Costa et al. 1311
Ipiranga do Piauí – PI	CORIAIP	20	6°48'54"S; 41°44'18"W	Contato Caatinga/Cerrado	J. Costa et al. 893
<i>C. cordifolia</i>					
Floresta do Piauí – PI	CORDAF	16	7°28'24"S; 41°44'03"W	Floresta Seca	J. Costa et al. 855
<i>C. luetzelburgii</i>					
Barreiras – BA	LUETBA	16	12°06'42"S; 45°09'47"W	Cerradão	J. Costa et al. 990
São Desidério – BA (pop.1)	LUET1	17	12°22'53"S; 44°59'24"W	Cerradão	C.V.D. Berg et al. 1165
São Desidério – BA (pop.2)	LUET2	20	12°41'42"S; 45°40'49"W	Cerrado	C.V.D. Berg et al. 1185
<i>C. rigida</i>					
Água Fria – PI	RIGIDAF	20	4°40'14"S; 42°04'05"W	Cerradão	J. Costa et al. 913
Brasileira – PI	RIGIDBR	18	4°08'55"S; 41°44'12"W	Cerradão	J. Costa et al. 933
Oeiras – PI	RIGIDOE	20	6°56'44"S; 42°04'34"W	Cerradão	J. Costa et al. 873
<i>C. martii</i>					
Santarém – PA	MARTII	20	2°32'07"S; 54°54'28"W	Encrave de Cerrado	J.G. Jardim et al. 4518
<i>C. magnifolia</i>					
Barreiras – BA	MAGNI	17	12°06'42"S; 45°09'47"W	Cerrado	J. Costa et al. 1010

TABELA 2. Caracteres utilizados na análise de Morfometria Tradicional nas populações do complexo *Copaifera coriacea* Mart. Valores apresentados como média (mínimo-máximo).

Nº	CARACTERE	<i>C. coriacea</i>	<i>C. luetzelburgii</i>	<i>C. magnifolia</i>	<i>C. martii</i> var. <i>rigida</i>
<b>Folha</b>					
01	Pecíolo compr. (cm)	0.75 (0.30-1.70)	0.55 (0.20-1.60)	1.52 (0.60-2.30)	1.77 (0.60-3.30)
02	Raque compr. (cm)	3.60 (1.50-7.60)	5.14 (2.10-9.00)	6.52 (3.00-11.00)	4.07 (1.20-8.80)
03	Distância do 1º par (1ºs pares + distais)	1.01 (0.50-1.80)	2.02 (1.00-3.70)	2.73 (1.80-3.80)	2.37 (0.70-4.10)
<b>Folíolo mais distal (1)</b>					
04	Comprimento da lâmina	2.67 (1.30-4.70)	4.95 (2.20-7.90)	7.35 (5.40-9.60)	5.93 (3.50-9.70)
05	Largura lâmina 1/3	1.07 (0.60-2.00)	1.83 (0.80-3.40)	3.62 (2.60-5.50)	2.50 (1.50-4.10)
06	Largura lâmina ½	1.35 (0.80-2.30)	2.31 (1.00-4.10)	4.50 (3.40-6.60)	3.16 (1.90-5.20)
07	Largura lâmina 2/3	1.20 (0.70-2.00)	2.02 (0.80-3.80)	3.95 (2.80-6.00)	2.73 (1.50-4.60)
08	Distância mediana entre a nerv. princ. e a margem externa do folíolo	0.70 (0.40-1.20)	1.17 (0.55-1.90)	2.32 (1.80-3.40)	1.65 (1.00-2.70)
09	Distância mediana entre a nerv. princ. e a margem interna do folíolo	0.64 (0.40-1.10)	1.07 (0.40-2.10)	2.18 (1.60-3.20)	1.47 (0.80-2.40)
10	Peciololo	0.15 (0.10-0.20)	0.14 (0.10-0.30)	0.32 (0.20-0.50)	0.27 (0.20-0.50)
11	Ângulo da nervura principal em relação ao eixo central da lâmina	93° (85°-98°)	95° (90°-111°)	97° (92°-105°)	96° (90°-105°)
<b>Segundo Folíolo mais distal (2)</b>					
12	Comprimento da lâmina	2.64 (1.30-4.70)	5.01 (2.70-7.50)	7.52 (5.60-10.00)	5.49 (2.90-9.80)
13	Largura lâmina 1/3	1.19 (0.60-2.20)	2.08 (1.00-3.60)	3.97 (2.90-6.20)	2.71 (1.50-4.50)
14	Largura lâmina ½	1.40 (0.90-2.40)	2.44 (1.20-4.10)	4.59 (3.40-6.50)	3.11 (1.80-5.30)
15	Largura lâmina 2/3	1.19 (0.70-2.00)	2.07 (1.00-3.60)	4.05 (3.00-5.60)	2.65 (1.50-4.80)
16	Distância mediana entre a nerv. princ. e a margem externa do folíolo	0.71 (0.45-1.25)	1.18 (0.60-2.00)	2.39 (1.80-3.40)	1.61 (0.90-2.70)
17	Distância mediana entre a nerv. princ. e a margem interna do folíolo	0.67 (0.40-1.11)	1.15 (0.50-2.00)	2.21 (1.60-3.10)	1.47 (0.80-2.60)
18	Peciololo	0.16 (0.10-0.30)	0.17 (0.10-0.30)	0.36 (0.20-0.50)	0.27 (0.20-0.40)
19	Ângulo da nervura principal em relação ao eixo central da lâmina	93° (88°-100°)	94° (85°-100°)	94° (92°-99°)	96° (90°-103°)

TABELA 3. Autovalores, percentagem de variância explicada e acumulada,  $X^2$  e probabilidades dos eixos mais significativos das análises de CVA da Morfometria Tradicional e Geométrica em diferentes combinações das CVAs resultantes das análises dos caracteres de folha e folíolos do complexo *Copaifera coriacea* Mart.

Análises	Eixo	Autovalores	% Variância Explicada	% Variância acumulada	$X^2$	$\alpha$ error
1	1	5.370	52.170	52.170	1.071,76	$p = 0.000000$
1	2	2.002	19.468	71.638	689.54	$P = 0.000000$
1	3	1.164	11.315	82.953	462.52	$p = 0.000000$
1	4	0.667	6.484	89.437	303.13	$p = 0.000000$
1	5	0.397	3.863	93.300	197.62	$p = 0.000000$
1	6	0.357	3.473	96.773	128.57	$p = 0.001270$
2	1	14.204	38.902	38.902	2.144,34	$p = 0.000000$
2	2	6.820	18.679	57.581	1.691,20	$p = 0.000000$
2	3	4.296	11.766	69.347	1.348,76	$p = 0.000000$
2	4	3.262	8.934	78.281	1.071,22	$p = 0.000000$
2	5	2.369	6.489	84.770	829,83	$p = 0.000013$
3	1	11.599	36.357	36.357	2.082,09	$p = 0.000000$
3	2	4.900	15.358	51.715	1.660,24	$p = 0.000000$
3	3	4.696	14.718	66.433	1.364,71	$p = 0.000000$

<b>Análises</b>	<b>Eixo</b>	<b>Autovalores</b>	<b>% Variância Explicada</b>	<b>% Variância acumulada</b>	<b>X<sup>2</sup></b>	<b><math>\alpha</math> error</b>
3	4	2.586	8.104	74.537	1.075,05	$p = 0.000000$
3	5	1.951	6.114	80.651	862,45	$p = 0.000000$
3	6	1.818	5.698	86.349	682,29	$p = 0.000045$
4	1	58.971	33.896	33.896	3.338,74	$p = 0.000000$
4	2	41.574	23.897	57.793	2.820,87	$p = 0.000000$
4	3	17.162	9.867	67.660	2.346,34	$p = 0.000000$
4	4	13.815	7.939	75.599	1.979,57	$p = 0.000000$
4	5	10.669	6.132	81.731	1.638,57	$p = 0.000000$
4	6	8.874	5.101	86.832	1.327,77	$p = 0.000000$
4	7	7.839	4.506	91.338	1.038,10	$p = 0.000043$
4	8	6.142	3.560	94.898	762,43	$p = 0.025215$

Tabela 4. Lista de caracteres utilizados no estudo da Taxonomia do complexo *Copaifera coriacea* Mart.

Nº	CARACTERE	ESTADO
<b>HÁBITO</b>		
01	Tipo	1- sem pilosidade 2- puberulento 3- pubescente 4- hirsuto
02	Altura (m)	
<b>FOLHA</b>		
03	Número de pares de folíolos no espécime	
04	Tipo de pilosidade da raque	1- sem pilosidade 2- puberulento 3- pubescente 4- hirsuto
05	Relação dos folíolos – Proximais X Distais	1- 1:1 2- 1:2 3- 2:1
06	Consistência dos folíolos	1- papiráceos 2- cartáceos 3- coriáceos 4- sub-crassos ou crassos
07	Indumento na face adaxial dos folíolos	1- ausente 2- pubérulo 3- pubescente 4- tomentoso 5- hirsuto
08	Indumento na face abaxial dos folíolos	6- com tricomas glandular-bulbosos na base 1- ausente 2- pubérulo 3- pubescente 4- tomentoso 5- hirsuto 6- com tricomas glandular-bulbosos na base

<b>Nº</b>	<b>CARACTERE</b>	<b>ESTADO</b>
<b><i>FOLÍOLO MAIS DISTAL (1)</i></b>		
09	Pilosidade da lâmina na face adaxial	1-ausente 2-presente
10	Pilosidade da lâmina na face abaxial	1-ausente 2-presente
11	Pilosidade da nerv. princ. na face adaxial	1-ausente 2-presente
12	Pilosidade da nerv. princ. na face abaxial	1-ausente 2-presente
13	Ápice	1-obtuso 2-agudo
14	Ponta do ápice	1-obtuso 2-emarginado 3-mucronado
15	Base	1-quase iguais 2-fortem. desiguais
16	Margem da lâmina	1-plana 2-levemente revoluta 3-revoluta
17	Disposição dos folíolos:	1-opostos 2-alternos
<b><i>SEGUNDO FOLÍOLO MAIS DISTAL (2)</i></b>		
18	Pilosidade da lâmina na face adaxial	1-ausente 2-presente
19	Pilosidade da lâmina na face abaxial	1-ausente 2-presente
20	Pilosidade da nerv. princ. na face adaxial	1-ausente 2-presente
21	Pilosidade da nerv. princ. na face abaxial	1-ausente 2-presente
22	Ápice	1-obtuso 2-agudo
23	Ponta do ápice	1-obtuso 2-emarginado 3-mucronado

<b>Nº</b>	<b>CARACTERE</b>	<b>ESTADO</b>
24	Base	1- obtusa 2- cordiforme 3- cuneada 4- fortemente assimétrica
25	Margem da lâmina	1- plana 2- levemente revoluta 3- revoluta
26	Disposição dos folíolos:	1- opostos 2- alternos
<b>INFLORESCÊNCIA</b>		
27	Panícula (localização)	1- terminal 2- axilar 3- terminal e axilar 4- subterminal
28	Panícula (cm)	
29	Tamanho da panícula em relação a folha subjacente	1- de comprimento maior que o das folhas 2- de comprimento menor que o das folhas 3- do mesmo comprimento das folhas
30	Tipo de pilosidade do pedúnculo	1- glabro 2- pubérulo 3- pubescente 4- tomentoso 5- hirsuto
31	Nº de ramos secundários	
32	Nº de flores por ramo secundário	
<b>BRACTÉOLAS</b>		
33	Bractéolas externas -Compr. X Larg.- (mm)	
34	Bractéolas externas (pilosidade)	1- glabras em ambas as faces 2- pilosas em ambas as faces 3- pilosas apenas na face externa 4- pilosas apenas na face interna 5- pilosas apenas nas margens



<b>Nº</b>	<b>CARACTERE</b>	<b>ESTADO</b>
35	Bractéola interna - Compr. X Larg. - (mm)	
36	Bractéolas interna (pilosidade)	<ul style="list-style-type: none"> <li>1- glabra em ambas as faces</li> <li>2- pilosas em ambas as faces</li> <li>3- pilosas apenas na face externa</li> <li>4- pilosas apenas na face interna</li> <li>5- pilosas apenas nas margens</li> </ul>
<b>BOTÃO FLORAL</b>		
37	Botão floral (forma)	<ul style="list-style-type: none"> <li>1- oval</li> <li>2- orbicular</li> </ul>
38	(Botão floral) com ápice	<ul style="list-style-type: none"> <li>1- obtuso</li> <li>2- acuminado</li> </ul>
<b>FLORES</b>		
39	Flores (pedicelo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>1- pediceladas (0,5 – 1 mm)</li> <li>2- curto-pediceladas (0,2 – 0,4 mm)</li> <li>3- sésseis (0 – 0,1 mm)</li> </ul>
40	Pilosidade das sépalas	<ul style="list-style-type: none"> <li>1- externa e internamente glabras</li> <li>2- externa e internamente pilosas</li> <li>3- externamente glabras e internamente pilosas</li> <li>4- externamente pubescentes e internamente pilosas</li> </ul>
41	Sépalas	<ul style="list-style-type: none"> <li>1- desiguais entre si</li> <li>2- iguais entre si</li> </ul>
42	Sépalas (tamanho relativo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>1- uma maior e três menores</li> <li>2- uma menor e três maiores</li> <li>3- duas maiores e duas menores</li> </ul>
43	Tamanho das sépalas Maior - Compr. X Larg. (mm)	
44	Tamanho das sépalas 2ª Maior – Compr. X Larg. (mm)	
45	Tamanho das sépalas 3ª Maior – Compr. X Larg. (mm)	
46	Tamanho das sépalas Menor - Compr. X Larg. (mm)	
47	Forma da sépala maior	<ul style="list-style-type: none"> <li>1- oval</li> <li>2- elíptica</li> <li>3- oblonga</li> <li>4- lanceolada</li> </ul>

<b>Nº</b>	<b>CARACTERE</b>	<b>ESTADO</b>
48	Forma da 2ª sépala maior	1- oval 2- elíptica 3- oblonga 4- lanceolada
49	Forma 3ª sépala maior	1- oval 2- elíptica 3- oblonga 4- lanceolada
50	Forma da sépala menor	1- oval 2- elíptica 3- oblonga 4- lanceolada
51	Ovário (estípite) (mm)	
52	Ovário (forma geral)	1- orbicular 2- oblongo 3- oblongo-orbicular
53	(pilosidade do ovário)	1- completamente glabro 2- piloso apenas nas margens 3- pubescente em uma das margens 4- completamente piloso 5- glabro com tricomas apenas na base do estilete
54	Estilete (compr.) (mm)	
55	Estames (nº)	1- 8 -10 2- 10
<b>FRUTO</b>		
56	Legume - Compr. X Larg. (cm)	
57	Legume (pilosidade das valvas)	1- completamente glabro 2- piloso nas margens 3- esparsamente pubescente nas margens 4- esparsamente piloso 5- completamente piloso
58	Legume - Compr. do estípite (cm)	

<b>Nº</b>	<b>CARACTERE</b>	<b>ESTADO</b>
59	Legume (pilosidade do estípite)	1- glabro 2- pubescente 3- hirsuto
<b>SEMENTE</b>		
60	Semente (forma do contorno)	1- oblonga 2- orbicular 3- elipsóide
61	Semente (cor do arilo)	1- branca 2- vermelha 3- amarela 4- laranja 5- Purpúrea
62	Semente (extensão do arilo)	1- envolvendo ca. 1/3 da semente 2- envolvendo 1/2 da semente 3- envolvendo ca. 2/3 da semente 4- envolvendo quase toda a semente

TABELA 5. Preferências ecológicas dos táxons amostrados nas populações naturais e dos espécimes de herbários do complexo *Copaifera coriacea* Mart., utilizados neste estudo, provenientes dos estados das Regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste do Brasil (Amazonas, Bahia, Distrito Federal, Goiás, Maranhão, Minas Gerais, Pará, Piauí, Tocantins).

<b>Espécie</b>	<b>Alt. (m) (Máx.-Min.)</b>	<b>Latitude (Máx.-Min.)</b>	<b>Longitude (Máx.-Min.)</b>	<b>Ecossistema</b>	<b>Geologia</b>	<b>Textura do Solo</b>	<b>Clima</b>
<i>C. coriacea</i>	414-465	6°-14°	40°-42°	Caatinga	Rochas cristalinas do Pré-Cambriano	Arenoso	Semi-árido
<i>C. cordifolia</i>	300-350	6°-7°	41°-42°	Floresta Seca	Rochas cristalinas do Pré-Cambriano	Arenoso	Semi-árido
<i>C. luetzelburgii</i>	580-800	6°-14°	41°-47°	Cerrado/Cerradão	Rochas sedimentares do Terciário	Arenoso	Semi-árido e Tropical
<i>C. martii</i>	100-300	1°-6°	40°-60°	Cerrado/Cerradão	Rochas sedimentares do Terciário e Quaternário	Areno-argiloso	Semi-árido e Equatorial Úmido
<i>C. rigida</i>	140-220	4°-6°	40°-48°	Cerrado/Cerradão	Rochas sedimentares do Terciário	Argiloso	Semi-árido e Equatorial Úmido
<i>C. magnifolia</i>	500-600	9°-15°	44°-50°	Cerrado	Rochas cristalinas do Pré-Cambriano	Argiloso	Tropical

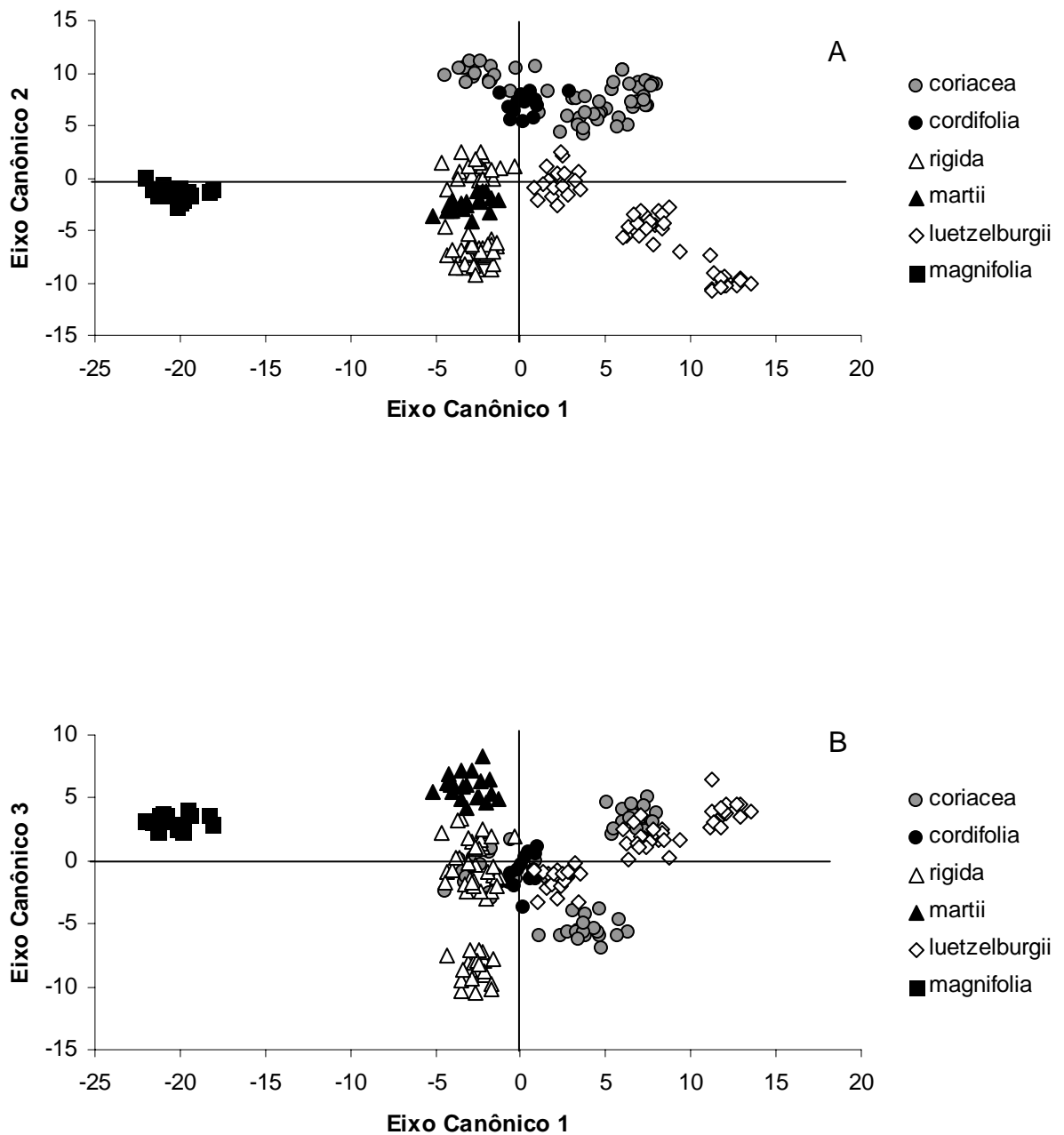


FIGURA 1. Representação dos escores dos eixos canônicos da CVA usando 179 caracteres, sendo 19 caracteres contínuos analisados pela Morfometria Tradicional e 160 coeficientes elípticos de Fourier analisados pela Morfometria Geométrica no complexo *Copaifera coriacea* Mart. A - eixos canônicos 1 x 2; B – eixos canônicos 1 x 3.

Distância Generalizada de Mahalanobis/UPGMA

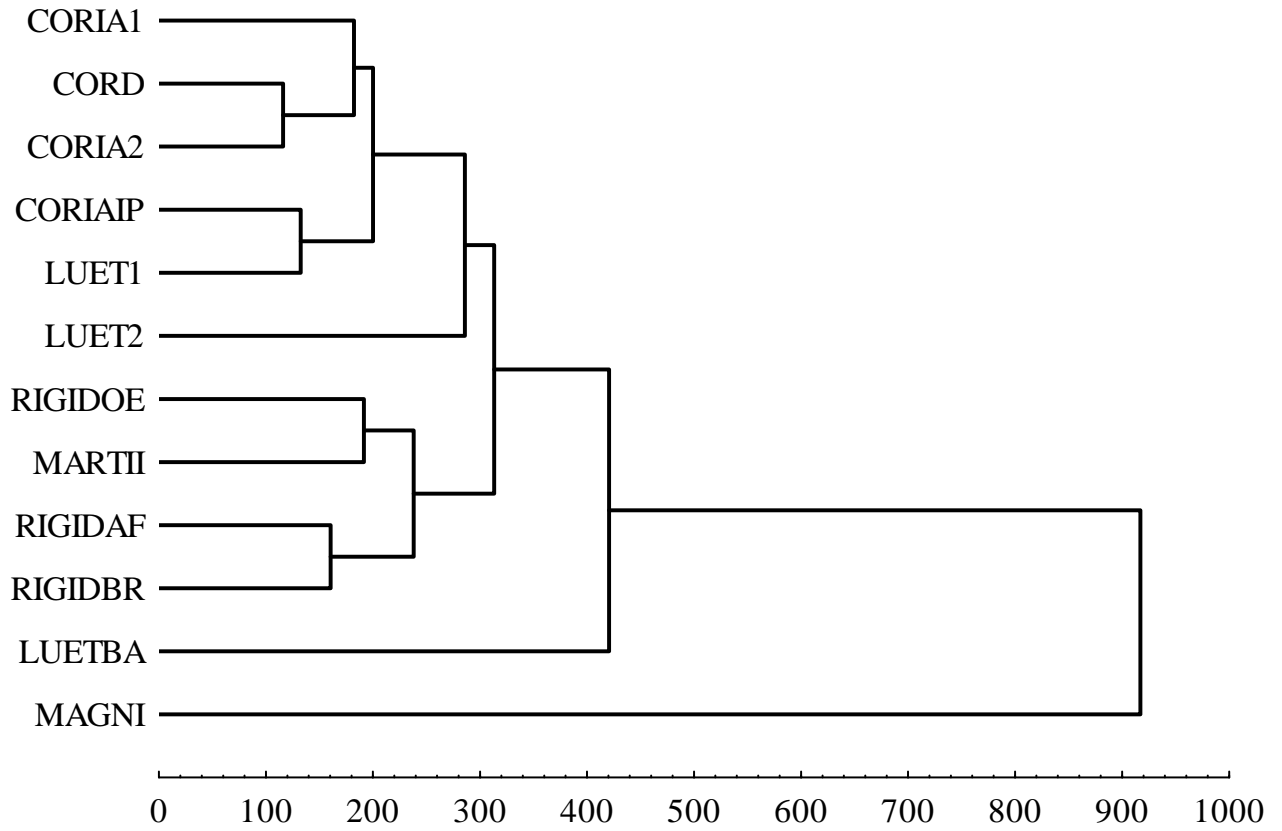


FIGURA 2. Dendrograma mostrando as relações fenéticas entre as 12 populações analisadas através dos escores obtidos nas CVAs da morfometria tradicional e geométrica para o complexo *Copaifera coriacea* Mart. Construído a partir da distância generalizada de Mahalanobis utilizando o algoritmo UPGMA.

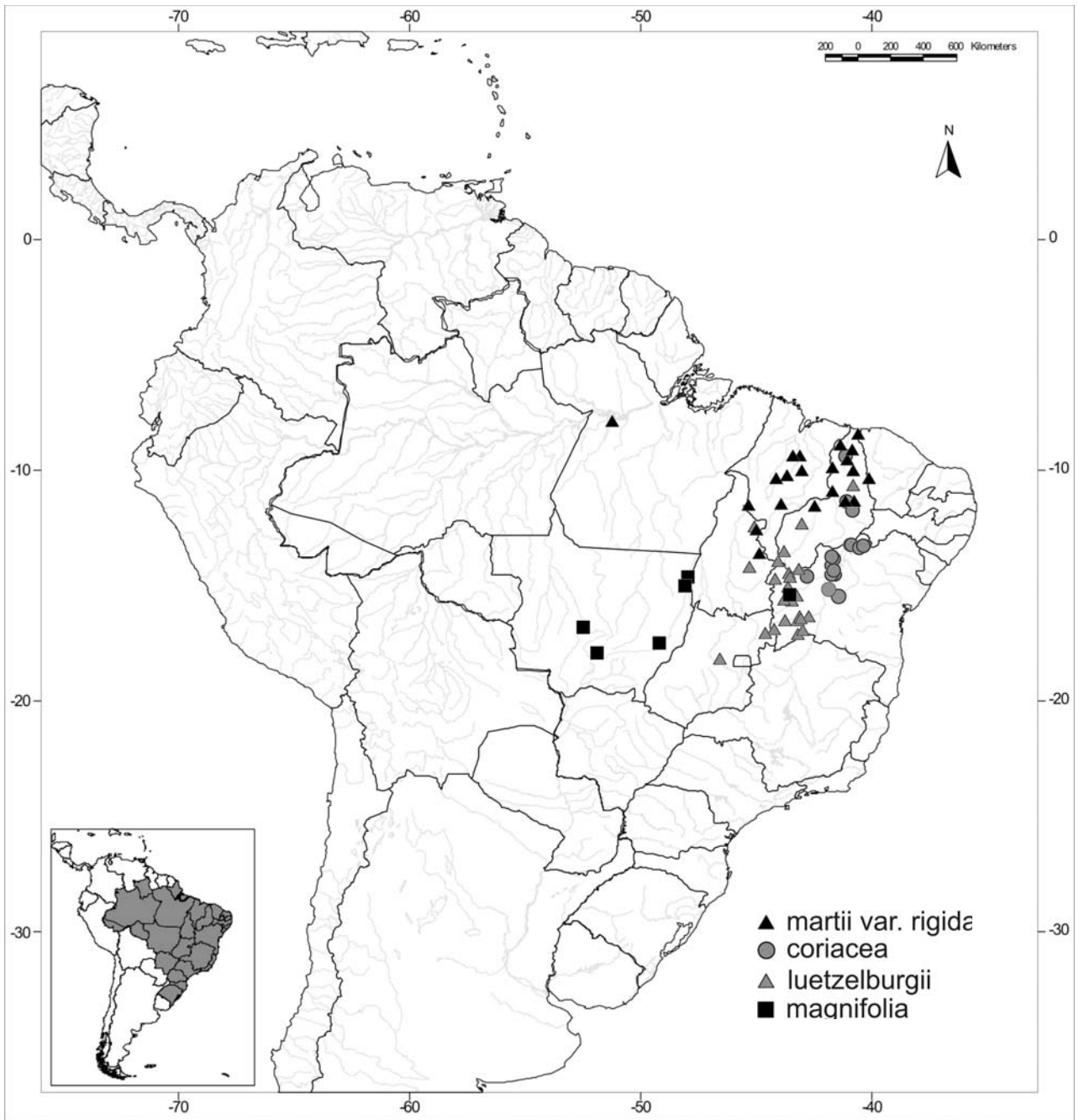


FIGURA 3. Mapa de distribuição geográfica dos táxons do complexo *Copaifera coriacea* Mart.

## ***CAPÍTULO 2***

---

**Variabilidade genética em populações naturais de *C. coriacea* Mart. (Leguminosae)  
usando ISSR como marcador molecular<sup>1</sup>**

Este capítulo está organizado para ser submetido à Revista Brasileira de Botânica



**Variabilidade genética em populações naturais de *C. coriacea* Mart. (Leguminosae)  
usando ISSR como marcador molecular<sup>1</sup>**

JORGE ANTONIO S. COSTA<sup>2,4</sup>, SABRINA MOTA LAMBERT<sup>3</sup>, CÁSSIO VAN DEN  
BERG<sup>3</sup> e LUCIANO PAGANUCCI DE QUEIROZ<sup>3</sup>

Título resumido: Variabilidade genética em *Copaifera coriacea*

- 
1. Parte da tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Estadual de Feira de Santana.
  2. Universidade Federal da Bahia, Instituto de Ciências Ambientais de Desenvolvimento Sustentável, Colegiado de Ciências Biológicas, Rua Prof. José Seabra, s.n. 47.805-100. Barreiras, Bahia, Brasil.
  3. Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Ciências Biológicas, BR 116, Km 03, Campus Universitário. 44.031-460. Feira de Santana, Bahia, Brasil.
  4. Autor para correspondência: jorgeasc@ufba.br

**RESUMO** – (Variabilidade genética em populações naturais de *C. coriacea* Mart. (Leguminosae) usando ISSR como marcador molecular). Foram estudadas quatro populações de *Copaifera coriacea* Mart., por meio de marcador ISSR (Inter Simple Sequence Repeat) com a finalidade de estimar a variabilidade genética dentro e entre populações. As populações amostradas localizam-se nos estados da Bahia e Piauí, na região Nordeste do Brasil. Amostras dos tecidos dos folíolos de 39 indivíduos adultos foram coletadas para a realização deste estudo. A análise revelou 224 *loci*. A média do polimorfismo (P) foi de 30,25%. A heterozigosidade esperada (*He*) variou de 0,070 a 0,120 e o  $G_{ST}$  foi de 0,303. A AMOVA revelou maior variabilidade dentro das populações (54%) que entre populações (46%).

Palavras-chave – *Copaifera coriacea*, variabilidade genética, ISSR, Leguminosae.

**ABSTRACT** - (Genetic variability in the populations of *C. coriacea* Mart. (Leguminosae) using molecular marker ISSR). Four populations of *Copaifera coriacea* Mart. were studied by using ISSR (Inter Simple Sequence Repeat) to estimate the genetic variability levels between and within populations. The populations were sampled in Bahia and Piauí, in the Northeast of Brazil. Samples of leaflets tissues were taken from 39 individual adults. The analysis revealed 224 *loci*. The average heterozygosity (*He*) was 0,070 to 0,120 and the  $G_{ST}$  was 0,303. The AMOVA test revealed higher variability (54%) within populations than between them (46%).

Key words – *Copaifera coriacea*, genetic variability, ISSR, Leguminosae

## Introdução

Estudos de genética de populações são importantes no entendimento de processos evolutivos bem como para a conservação, uma vez que utilizam parâmetros que estão associados a traços da história de vida do organismo (Nybom 2004). Um esforço para compilar os dados e conseqüentemente fornecer informações sobre valores médios dos parâmetros relacionados a esses traços em plantas vem sendo feito (Hamrick & Godt 1992; Gitzendanner & Soltis 2000; Nybom 2004), e servem de base comparativa para análises com biologia de populações nesses organismos.

Os marcadores moleculares representam uma eficiente ferramenta para estudos de genética de populações (Sunnucks 2000), alguns como isoenzimas (Hamrick & Godt 1992; Gitzendanner & Soltis 2000) e os marcadores baseados em PCR (Polymerase Chain Reaction) (Zietkiewics *et al.* 1994; Vos *et al.* 1995; Nybom 2004) têm sido amplamente utilizados com esta finalidade.

Estudos utilizando marcadores moleculares em *Copaifera* foram realizados principalmente em *C. langsdorffii* Desf., uma espécie com ampla distribuição no Brasil, a partir de aloenzimas (Oliveira *et al.* 2002; Pinto *et al.* 2004) e AFLP (amplified fragment length polymorphism), microssatélites (simple sequence repeats – SSR) e seqüências de plastídio (cpDNA) (Ciampi *et al.* 2000; Ciampi & Grattapaglia 2001).

Análises utilizando marcador ISSR (Inter Simple Sequence Repeat – Zietkiewicz *et al.* 1994) vêm aumentando nos últimos anos devido ao seu baixo custo e alto nível de reprodutibilidade (Wolfe *et al.* 1998; Nybom 2004; Ge *et al.*, 2005; Meloni *et al.* 2006). O uso deste marcador em populações naturais só passou a ocorrer no final da década de 1990, o qual é interpretado como de herança dominante similar ao RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA – Williams *et al.* 1990), mas são obtidos pela amplificação do DNA através de *primers* constituídos por seqüências curtas repetidas de dois ou três nucleotídeos que acoplam em regiões 5' ou 3' dentro do microssatélite (Wolfe *et al.* 1998).

*C. coriacea* Mart. é uma espécie com distribuição restrita à região Nordeste do Brasil crescendo em micro-ambientes específicos do bioma Caatinga em clima semi-árido e condições ecológicas características. Apresenta diferenciação morfológica de hábito (arbusto ou árvore) e ocorre em ambientes de floresta seca, dunas interiores com areia quartzosa branca e áreas de contato (transição entre Caatinga e Cerrado) nesta região.

Costa *et al.* (CAP. 1) estudaram a variabilidade morfológica de um complexo de espécies relacionados a *C. coriacea* e concluíram que embora apresente alta variabilidade morfológica, a espécie tem um padrão que a distingue de outras espécies do gênero.

O estudo da variabilidade genética em *C. coriacea* foi realizado através do marcador molecular ISSR em amostras de indivíduos provenientes de quatro populações naturais.

## **Material e métodos**

**Amostragem** – Os espécimes utilizados neste estudo foram amostrados em quatro populações naturais de *Copaifera coriacea* Mart. em diferentes ecossistemas do bioma Caatinga no Nordeste do Brasil, sendo duas no estado da Bahia e duas no Piauí (Tab. 1).

**Extração do DNA** - Amostras de folíolos desidratadas em sílica-gel de 39 espécimes foram extraídas de 50mg de tecido dos folíolos de cada um destes, utilizando-se uma versão modificada do protocolo CTAB-2x (Cationic Hexadecyl Trimethyl Ammonium Bromide) descrito em Doyle and Doyle (1987). Em seguida o material extraído foi purificado usando o kit QIAGEN de acordo com as instruções do fabricante.

**Amplificação** – Um conjunto inicial de 20 *primers* foi utilizado num teste para seleção daqueles que apresentassem bandas polimórficas. Destes, nove *primers* foram polimórficos, sendo então selecionados para a análise (Tab. 2). A amplificação foi realizada em reação de 20µl, a partir de reação de PCR, utilizando tampão de reação 1x, MgCl<sub>2</sub> (25mM), dNTP (1,25mM), *primer* 1,10µM e 0,25 U de Taq polymerase (protocolo modificado de Wolfe *et al.* 1998). Os padrões de bandas foram caracterizados através de eletroforese em gel de agarose 1,5% em tampão TBE 1x (Wolfe *et al.* 1998), corado com brometo de etídio. As bandas foram visualizadas em transluminador UV (*Spectroline*) e documentadas usando câmera digital KODAK EDAS 290.

**Análise do ISSR** - O tamanho dos fragmentos (bandas) foram utilizados para designar os locos em cada primer, comparando com marcador *Ladder* 100 pb. Os locos foram tratados como dialélicos (1 = banda presente; 0 = banda ausente). Em seguida foi criada uma matriz binária a partir dos dados obtidos em cada loco. A variação genética dentro e entre populações foi analisada através dos seguintes parâmetros: número de amostras (*N*), percentual de loci polimórfico (*P*), heterozigosidade total (*H<sub>T</sub>*), heterozigosidade observada dentro da população (*H<sub>S</sub>*), heterozigosidade esperada (*H<sub>e</sub>*), distância genética de Nei 1978 (*D*), proporção da diversidade entre populações (*G<sub>ST</sub>*) e distância genética de Nei (1978),

usando o GenAlex software (Peakall and Smouse 2001). O fluxo gênico foi calculado através da fórmula  $G_{ST} = 1/(1 + 4Nm\alpha)$ , onde  $\alpha = [n/(n - 1)]^2$ , sendo  $n$  = número de populações, proposta por Crow & Aoki (1984). Uma análise de Coordenadas Principais de ordenação (PCoA), utilizando-se o mesmo software. Uma análise de variância molecular (AMOVA) foi conduzida para verificação da variação genética total dentro e entre as populações. O teste de significância para a AMOVA foi conduzido com 999 permutações dos dados. Uma análise de agrupamento foi realizada a partir da matriz de distância genética de Nei (1978), utilizando o UPGMA como algoritmo e o dendograma foi gerado usando o software STATISTICA 6.0 (Statsoft 2000). Uma análise de agrupamento utilizando os indivíduos foi gerada através do índice de Dice utilizando UPGMA como algoritmo de agrupamento e bootstrap de 5000 replicações.

## Resultados

Variabilidade Genética – *Copaifera coriacea* apresentou 224 *locus*, dos quais 168 foram polimórficos ( $P = 75\%$ ) com uma média de 30,25% entre as populações estudadas. O grau de polimorfismo variou de 20,54% na população CORIAFP a 43,75% na população CORIAIP (Tab. 3).

Diversidade Genética - A heterozigosidade total ( $H_T$ ) foi de 0,135, comparada com uma heterozigosidade média dentro das populações ( $H_S$ ) de 0,094 (Tab. 3). A proporção de variação genética entre as populações foi de 46% e dentro das populações de 54%. A distância genética ( $D$ ) entre as populações analisadas variou de 0,103 (entre as populações CORIA1 e CORIAFP) a 0,219 (entre as populações CORIAFP e CORIA2). O fluxo gênico foi 2,68.

Estrutura Genética - A estruturação genética entre as populações de *C. coriacea* analisadas foi média a relativamente alta, apresentando uma diversidade média entre as populações ( $G_{ST}$ ) de 0,303 (Tab. 3).

Na análise de ordenação, os eixos um e dois explicam 37,35% e 16,5% da variação. As populações CORIA2 e CORIAIP são separadas no eixo um das populações CORIA1 e CORIAFP. No segundo eixo, as populações CORIAFP e CORIA2 são separadas das populações CORIAIP e CORIA1 (Fig. 1).

A análise de agrupamento das populações mostra um grupo formado pelas populações CORIA1 e CORIAFP, e outro composto pelas populações CORIA2 e CORIAIP (Fig. 2). A análise de agrupamento dos indivíduos mostra os espécimes das populações CORIA1, CORIA2 e CORIAFP mais similares entre si, enquanto os indivíduos da população CORIAIP agrupam-se com os das outras populações (Fig. 3).

## Discussão

A variação genética encontrada pela AMOVA nas populações de *C. coriacea* foi similar a estudos de variabilidade genética com espécies arbóreas utilizando RAPD, em diferentes biomas brasileiros (Ciampi & Magalhães 2001), e relativamente menor para estimativas usando AFLP e SSR em populações do Cerrado de *C. langsdorffii* (Ciampi & Grattapaglia 2001). Análises em *C. langsdorffii* utilizando SSR mostram que existe alta variabilidade genética nesta espécie (Ciampi *et al.* 2000) que tem dispersão por aves (Mota-Júnior & Lombardi 1990), é auto-incompatível (Ciampi & Grattapaglia 2001; Oliveira *et al.* 2002; Freitas & Oliveira 2002) e possui ampla distribuição no Brasil. Os parâmetros de variabilidade genética encontrados em *C. langsdorffii* são condizentes aos encontrados para espécies com traços de história de vida similares (Hamrick & Godt, 1992; Gitzendanner & Soltis 2000; Nybom 2004).

A variabilidade genética maior dentro das populações e o alto valor de fluxo gênico encontrado para *C. coriacea* neste estudo foi encontrado também em análises de AFLP e SSR em *C. langsdorffii* (Ciampi & Grattapaglia 2001). Pinto *et al.* (2004) encontraram um baixo valor de fluxo gênico ( $N_m$  0,295) e variabilidade de 82,5 % dentro das populações em *C. langsdorffii*. *Copaifera coriacea* possui uma área de distribuição geográfica menor em relação a *C. langsdorffii* e está associada a micro-habitats com condições ecológicas específicas dentro do bioma Caatinga (Costa *et al.*, CAPs. 1, 3 e 5). Contudo, mostrou uma variabilidade mais alta dentro das populações que entre elas, diferindo da média apresentada para espécies com distribuição restrita (Hamrick & Godt 1992; Gitzendanner & Soltis 2000; Nybom 2004).

Observações *in loco* mostram que os ecossistemas de ocorrência de *C. coriacea* apresentam-se parcialmente mais similares ecologicamente entre as populações CORIA1, CORIA2 e CORIAIP, uma vez que o solo é mais exposto e recebe mais diretamente a luz por ser um ambiente mais aberto de vegetação sobre dunas. Quando se compara ao ambiente de floresta seca da população CORIAFP, percebe-se um ambiente mais

“fechado” com dossel que impede a luz de chegar até o solo e por isso os indivíduos das espécies têm que competir mais pela luz. Essas diferenças ambientais podem gerar as diferenças de hábito observada nos indivíduos, pois nas três primeiras populações prevalecem espécimes que são arbustos, enquanto na população CORIAFP todos os indivíduos são árvores.

As populações CORIA1 e CORIA2 são mais próximas geograficamente entre si do que em relação às outras duas e estão em micro-ambientes similares quanto às condições abióticas. No entanto, aparecem separadas geneticamente. Isto parece apontar para um processo de diferenciação levado por uma divergência genética local, associado a pressões bióticas como competição ou comportamento de polinizadores/dispersores, uma vez que o número de alelos exclusivos de cada população é diferenciado entre si e mais parecido com outras populações (Tab. 3) e a população CORIA2 possui indivíduos com similaridade maior com CORAIP (Fig. 3), indicando maior fluxo gênico entre elas.

A população CORIAIP está em uma zona de transição onde elementos de floras distintas co-ocorrem e devem competir pelos recursos. Essa população é variável não só geneticamente, mas também morfológicamente (Costa *et al.*, CAP. 1). A população CORIAFP é a mais homogênea morfológicamente e geneticamente. Isso parece resultar de um isolamento populacional com fluxo gênico mais restrito.

As sementes em espécies de *Copaifera* são dispersas principalmente por aves que a engolem e regurgitam longe da planta mãe (Mota-Júnior & Lombardi 1990). Esse comportamento diminui a possibilidade de endogamia, uma vez que as sementes são levadas para distante de seus parentais. Já a variabilidade local como a encontrada para as populações dos ambientes abertos pode estar associada ao comportamento de polinizadores generalistas como registrado para *C. pubiflora* e *C. langsdorffii* (Arroyo 1981; Freitas & Oliveira, 2002). Assim, estudos de dispersão de pólen e sementes para *C. coriacea* devem ser conduzidos para se entender os processos que levam a esse padrão de variabilidade local.

### **Agradecimentos**

Nós agradecemos a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelo suporte financeiro (n° 1431040045982). Jorge A. S. Costa agradece a CAPES pela bolsa de Doutorado. Cássio van den Berg e Luciano P. de Queiroz agradecem pela bolsa (PQ2) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

## Referências Bibliográficas

- ARROYO, M.T.K. 1981. Breeding systems and pollination biology in Leguminosae. *In*: POLHILL, R.M. & RAVEN, P.H. (eds.) Advances in legume systematics, 2. Royal Botanic Gardens, Kew. p. 723-769.
- CIAMPI, A.Y., BRONDANI, R.P.V. & GRATTAPAGLIA. 2000. Otimização de sistemas fluorescentes e genotipagem multilado de desenvolvimento de marcadores microsátélites para *Copaifera langsdorffii* Desf. (copaíba) Leguminosae – Caesalpinioideae. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia 16: 1-40.
- CIAMPI, A.Y. & GRATTAPAGLIA. 2001. Variabilidade genética em populações de copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf. - Caesalpinioideae) estimada com polimorfismos de AFLP, microsátélite e sequenciamento de cpDNA. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Embrapa 12: 1-33. genetics, breeding and genética resources. Sunderland: Sinauer, pp.43-63.
- CIAMPI, A.Y. & MAGALHÃES, M.T.Q. 2001. Análise da variabilidade genética de três espécies arbóreas utilizando marcador molecular RAPD. Comunicado Técnico. Embrapa. 60: 1-8.
- CROW, J.F. & AOKI, K. 1984. Group selection for polygenic behavioral trait: estimating the degree of population subdivision. Proceedings of the National Academy of Sciences USA 81: 6073-6077.
- DOYLE, J.J. & DOYLE, J.L. 1987. A rapid isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. Phytochemistry Bulletin 19:11-15.
- FREITAS, C. V. & OLIVEIRA, P.E. 2002. Biologia reprodutiva de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae, Caesalpinioideae). *Revista Brasileira de Botânica* 25(3): 311-321.
- GE, X.J., YU, Y, YUAN, Y.M., HUANG, H.W. & YAN, C. 2005. Genetic diversity and Geographic Differentiation in Endangered *Ammopiptanthus* (Leguminosae) populations in Desert regions of Northwest China as Revealed by ISSR Analysis. *Annals of Botany* 95: 843-851.
- GITZENDANNER, M.A. & SOLTIS, P. 2000. Patterns of genetic variation in rare and widespread plant congeners. *American Journal of Botany* 87:783-792.
- HAMRICK, J.L. & GODT, M.J.W. 1992. Allozyme diversity in plant species. *In*: BROWN, A.H.D., KAHLER, A.L., WEIR, B.S. (eds.). *Plant Population*.



- MELONI, M., PERINI, D., FILIGHEDDU, R. & BINELLI, G. 2006. Genetic Variation in five Mediterranean populations of *Juniperus phoenicea* as revealed by Inter-Simple Sequence Repeat (ISSR) markers. *Annals of Botany* 97:299-304.
- MOTA-JÚNIOR, J.C. & LOMBARDI, J.A. 1990. Aves como agentes dispersores da copaíba (*Copaifera langsdorffii*, Caesalpiniaceae) em São Paulo. *Ararajuba*. 1: 105 – 106.
- NEI, M. 1978. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. *Genetics* 89:583-590.
- NYBOM, H. 2004. Comparison of different nuclear DNA markers for estimating intraspecific genetic diversity in plants. *Molecular Ecology* 13:1143-1155.
- OLIVEIRA, A.F.; CARVALHO, D. DE; ROSADO, S.C.S. 2002. Taxa de cruzamento e sistema reprodutivo de uma população natural de *Copaifera langsdorffii* Desf. na região de Lavras (MG) por meio de isoenzimas. *Revista Brasileira de Botânica* 25(3): 331-338.
- PEAKALL, R., SMOUSE, P.E. 2001. GenAlex V5: Genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. Canberra: Australian National University.
- PINTO, S.I.C., SOUZA, A.M. & CARVALHO, D. 2004. Variabilidade genética por isoenzimas em populações de *Copaifera langsdorffii* Desf. em dois fragmentos de mata ciliar. *Scientia Forestalis* 65:40-48.
- STATSOFT INC 2000. *Statistica for Windows* (computer program manual). Tulsa: Salt Soft Inc.
- SUNNUCKS, P. 2000. Efficient genetic markers for population biology. *Tree Review*.
- VOS, P., HOGERS, R. & BLEEKER, M. 1995. AFLP: a new technique for DNA fingerprinting. *Nucleic Acids Researchs* 23:4407-4414.
- WILLIAMS, J.G.K.; KUBELIK, A.R.; LIVAK, K.J.; RAFALSKI, L.A. & TINGEY, S.V. 1990. DNA polymorphism amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucleic Acids Res.* 18: 6531-6535.
- WOLFE, A.D., XIANG, Q.Y. & KEPHART, S.R. 1998. Assessing hybridization in natural populations of *Penstemon* (Scrophulariaceae) using hypervariable intersimple sequence repeat (ISSR) bands. *Molecular Ecology* 7:1107-1125.
- ZIETKIEWICZ, E., RAFALSKI, A. & LABUDA, D. 1994. Genome fingerprinting by simple sequence repeats (SSR)-anchored PCR amplification. *Genomics* 20:176-183.

Tabela 1. Populações naturais de *Copaifera coriacea* Mart. analisadas através de marcador ISSR. N = número de indivíduos amostrados na população.

Nome da População	Localidade	N	Coordenadas	Vouchers
CORIA1	Casa Nova – BA (pop. 1)	10	9°25'06"S; 41°08'56"W	T.S. Nunes 1124
CORIA2	Casa Nova – BA (pop. 2)	10	9°32'00"S; 41°21'00"W	J. Costa et al. 1311
CORIAIP	Ipiranga do Piauí – PI	10	6°48'54"S; 41°44'18"W	J. Costa et al. 893
CORIAFP	Floresta do Piauí – PI	09	7°28'24"S; 41°44'03"W	J. Costa et al. 855

Tabela 2. Seqüência dos nove primers de ISSR utilizados para análise de variabilidade genética em populações de *Copaifera coriacea* Mart.

ISSR	Seqüência do primer (5'-3')
AW3	(GT) <sub>6</sub> RG
CHRIS	(CA) <sub>7</sub> YG
M2	GGGC(GA) <sub>8</sub>
MANNY	(CAC) <sub>4</sub> RC
OMAR	(GAG) <sub>4</sub> RC
R7	(CT) <sub>8</sub> RG
UBC 814	(CT) <sub>8</sub> TG
UBC 844	(CT) <sub>8</sub> RC
UBC 902	(GT) <sub>6</sub> AY

Tabela 3. Variabilidade e diversidade genética para as populações de *Copaifera coriacea* estudadas. P - percentual de polimorfismo; H<sub>e</sub> - heterozigiosidade esperada; H<sub>t</sub> - Heterozigiosidade total; H<sub>s</sub> - Heterozigiosidade observada dentro da população; G<sub>st</sub> - grau de diferenciação das populações; N<sub>m</sub> - número de migrantes por geração (fluxo gênico).

	CORIA1	CORIA2	CORIAFP	CORIAIP	Todas populações
P	23,21	33,48	20,54	43,75	
H <sub>e</sub>	0,082	0,104	0,070	0,120	
H <sub>t</sub>					0,135
H <sub>s</sub>					0,094
G <sub>st</sub>					0,303
N <sub>m</sub>					2,68
Frequência alelos (P ≥ 5%)	63	88	64	98	
Alelos exclusivos	13	22	16	31	
Varição entre populações					46%
Dentro das populações					54%

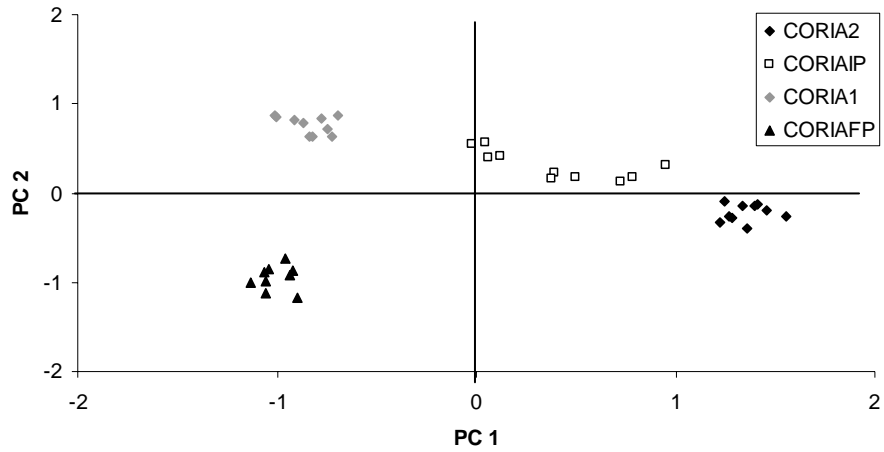


Figura 1. Representação dos escores para os dois primeiros eixos da análise de coordenadas principais (PCoA). Variabilidade explicada nos eixos PC 1 = 37,347 %; PC 2 = 16,053% (Ver Tabela 1 para informações sobre as populações).

Distância Genética de Nei (1978)/UPGMA

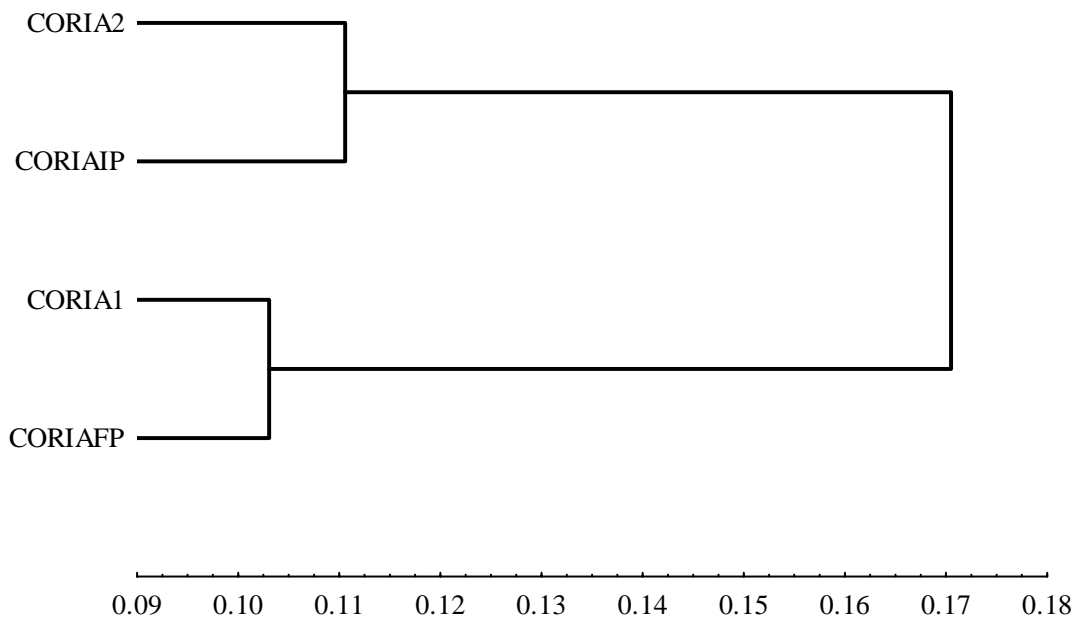


Figura 2. Dendrograma mostrando as relações fenéticas entre as populações de *C. coriacea* Mart. construída a partir da distância genética de Nei com UPGMA como algoritmo de agrupamento.

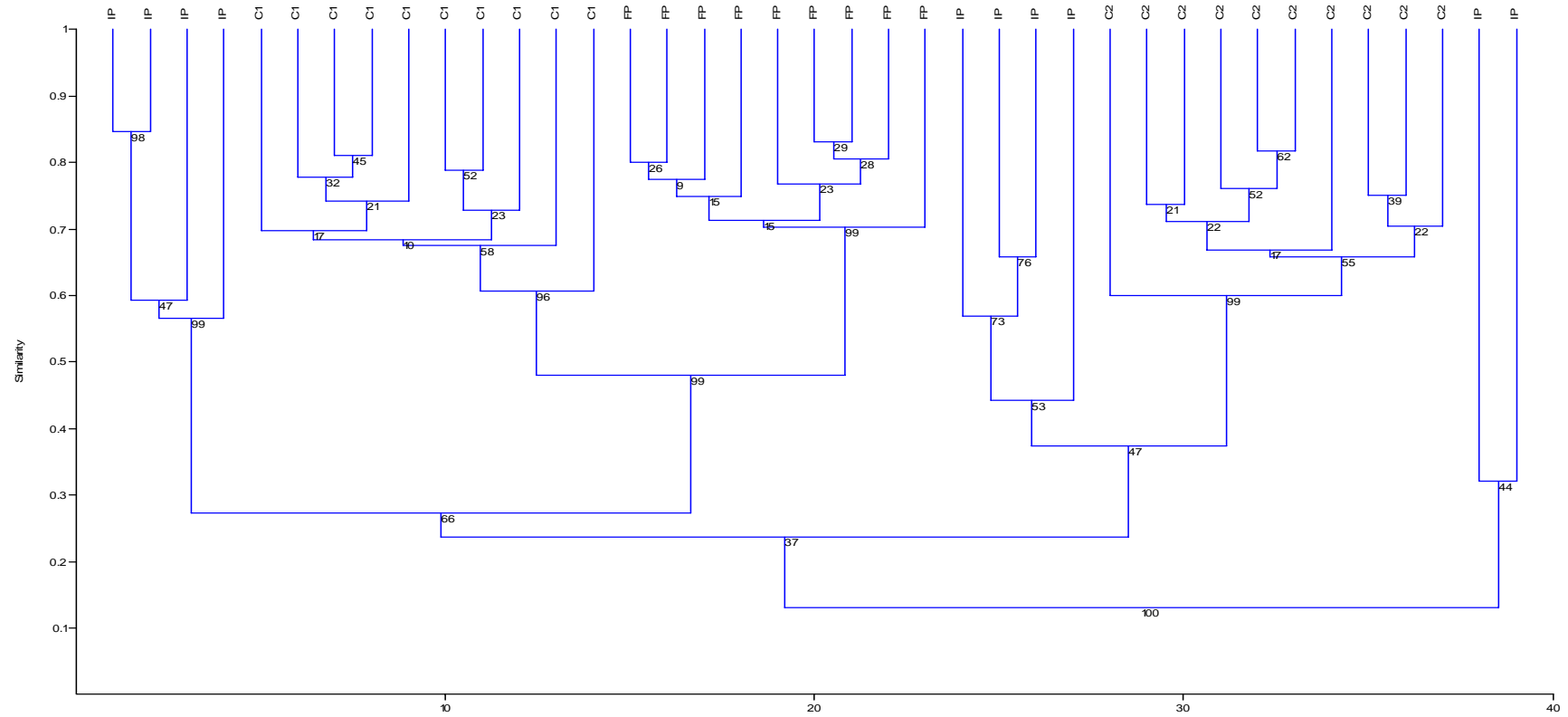


Figura 3. Dendrograma mostrando as relações fenéticas entre os indivíduos das populações de *C. coriacea* Mart. construída a partir Do índice de similaridade de Dice com UPGMA como algoritmo de agrupamento. Correlação cofenética 0,9542. Valores de *Bootstrap* gerados a partir de 5000 replicações.

## ***CAPÍTULO 3***

---

***Complexo Copaifera langsdorffii (Leguminosae): uma abordagem biosistemática  
usando informações morfométricas, taxonômicas, ecológicas e geográficas***

Este capítulo está organizado para ser submetido à revista Systematic Botany

***Complexo Copaifera langsdorffii* (Leguminosae): uma abordagem biosistemática  
usando informações morfológicas, taxonômicas, ecológicas e geográficas**

JORGE ANTONIO SILVA COSTA<sup>1,2</sup>,

Laboratório de Sistemática Molecular de Plantas, Departamento de Ciências Biológicas  
Universidade Estadual de Feira de Santana, Rodovia BR116, Km 03, Campus  
Universitário, 44.031-460, Feira de Santana, Bahia, Brasil.

<sup>1</sup>Autor para correspondência ([jorgeasc@ufba.br](mailto:jorgeasc@ufba.br))

<sup>2</sup>Endereço atual: Colegiado de Ciências Biológicas, Instituto de Ciências Ambientais e  
Desenvolvimento Sustentável, Universidade Federal da Bahia, Rua Prof. José Seabra, s/n,  
Campus Reitor Edgard Santos, 47.805-100, Barreiras, Bahia, Brasil;

LUCIANO PAGANUCCI DE QUEIROZ

Laboratório de Sistemática Molecular de Plantas, Departamento de Ciências Biológicas  
Universidade Estadual de Feira de Santana, Rodovia BR116, Km 03, Campus  
Universitário, 44.031-460, Feira de Santana, Bahia, Brasil.

CÁSSIO VAN DEN BERG

Laboratório de Sistemática Molecular de Plantas, Departamento de Ciências Biológicas  
Universidade Estadual de Feira de Santana, Rodovia BR116, Km 03, Campus  
Universitário, 44.031-460, Feira de Santana, Bahia, Brasil.

Título curto: Biosistemática do complexo *Copaifera langsdorffii*

**Resumo.** O complexo *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae) foi analisado através da taxonomia, morfometria multivariada, ecologia e geografia com o objetivo de verificar quantos táxons poderiam estar envolvidos no complexo e quais os caracteres morfológicos que poderiam ser utilizados no seu reconhecimento. Foram amostrados 460 indivíduos em 25 populações naturais para análises de morfometria tradicional e geométrica utilizando-se caracteres contínuos e coeficientes elípticos de Fourier mensurados de folhas e folíolos. Para a análise taxonômica foram examinados acervos de 40 herbários e um total de 800 exsiccatas do complexo de espécies. As análises permitem o reconhecimento de sete táxons distintos: *C. langsdorffii* var. *langsdorffii*, *C. langsdorffii* var. *grandifolia*, *C. langsdorffii* var. *glabra*, *C. lucens*, *C. oblongifolia*, *C. malmei*, and *C. sabulicola*.

**Palavras-chave:** *Copaifera*, Leguminosae, Morfometria, Taxonomia, EFA, Complexo de espécies.

**Abstract.** We carried taxonomy, morphometrics, ecology, and geography analyses in the *Copaifera langsdorffii* Desf. complex (Leguminosae) with aim of to determine characters distinguishing different taxons and to examine their circumscription. We surveyed the morphological variability using continuous characters and elliptic Fourier coefficients of the outlines out in 460 individuals in 25 population samples. Were used 800 specimens of 40 herbaria for taxonomic analysis. Our data support the recognition of seven taxa: *C. langsdorffii* var. *langsdorffii*, *C. langsdorffii* var. *grandifolia*, *C. langsdorffii* var. *glabra*, *C. lucens*, *C. oblongifolia*, *C. malmei*, and *C. sabulicola*.

As análises de espécimes de *Copaifera* L. (Leguminosae), em herbários e no campo, têm revelado substancial variação nas características morfológicas das espécies que parecem ser a principal causa da confusão taxonômica que Barneby (1996) denominou de “caos acumulado” neste gênero. Essa confusão taxonômica envolve principalmente a espécie *Copaifera langsdorffii* Desf., uma espécie com ampla distribuição no Brasil e que é a mais confundida em identificações de herbários (Costa et al., CAP. 5).

*Copaifera langsdorffii* foi descrita a partir de material coletado no Brasil (Desfontaines 1821), sem designação do tipo (ver Costa e Queiroz, Apêndice II), como uma espécie arbórea que possui 3-5 pares de folíolos. Harms (1924) descreveu *C. malmei*, um arbusto com 3-5 pares de folíolos e comentou sua possível relação com *C. langsdorffii*. Hayne (1827) descreveu *C. laxa*, *C. nítida* e *C. sellowii*, e Vogel (1837) descreveu *C. glabra*, todas do Brasil. Bentham (1870) sinonimizou *C. nitida* e *C. sellowii* em *C. langsdorffii* e combinou *C. glabra* e *C. laxa* como variedades de *C. langsdorffii*. Ele ainda descreveu uma nova variedade: *C. langsdorffii* var. *grandifolia*. Malme (1934) elevou esta variedade à categoria de espécie. Dwyer (1951), em sua revisão das espécies americanas de *Copaifera*, manteve a variedade *C. langsdorffii* var. *grandifolia* e descreveu uma nova variedade: *C. langsdorffii* var. *krukowii*, da Amazônia brasileira. Ele apresenta uma circunscrição bastante ampla para *C. langsdorffii*. A espécie poderia ter uma variação de (2-) 3 até 6 (-7-8) pares de folíolos e apresentar hábito de arbustos a árvores altas, ocorrendo em Florestas de norte a sul da América do Sul, desde o Suriname até o Paraguai, estendendo-se até o Peru e por quase todos os ecossistemas de alguns dos principais biomas brasileiros (Cerrado, Caatinga, Floresta Atlântica, Floresta Amazônica). Segundo os trabalhos de Bentham (1870) e Dwyer (1951, 1954), a presença de pontuações translúcidas nos folíolos, o número de pares de folíolos das folhas e características dos folíolos tais como forma, tamanho, ângulo da nervura e pubescência, são, nesta ordem, os principais caracteres para a distinção das espécies em *Copaifera*.

Dwyer (1951) descreveu as espécies *C. brasiliensis*, *C. laevis* e *C. lucens* que, segundo o autor, numa análise superficial parecem tratar-se de *C. langsdorffii*, mas que diferem desta por apresentarem folíolos sem pontuações translúcidas (*C. brasiliensis*), folíolos e flores glabras (*C. laevis*) e, frutos maiores com arilo de cor diferente (*C. lucens*). A análise da obra de Dwyer (1951) demonstra uma forte relação morfológica entre *C. langsdorffii*, as espécies por ele descritas neste trabalho e as espécies *C. malmei* e *C. oblongifolia*, seja pela sobreposição dos caracteres utilizados nas suas circunscrições ou pela real afinidade filogenética.



A análise cuidadosa do tipo de *C. brasiliensis* demonstrou que este espécime possui pontuações translúcidas nos folíolos, não diferindo, portanto de *C. langsdorffii*, sendo por isso sinonimizada (Costa e Queiroz., CAP. 5).

A história nomenclatural e taxonômica em torno do nome *C. langsdorffii* fica ainda mais complicada pela ausência de um tipo designado (Costa e Queiroz, Apêndice II), pela ampla circunscrição específica e sobreposição de caracteres apresentada por Dwyer (1951), além da ausência de estudos taxonômicos que re-avaliassem os caracteres utilizados na distinção de espécies em *Copaifera* (Costa et al., CAP. 1), levando muitos taxonomistas a confundirem várias outras espécies com *C. langsdorffii* nas identificações de herbários. Essas identificações equivocadas podem levar a outros problemas não só de ordem taxonômica, uma vez que esta espécie tem apresentado potencial medicinal no combate a úlceras e tumores (Basile et al. 1988; Paiva et al. 1998; Costa-Lotufo et al. 2002) e é considerada uma das leguminosas mais representativas da Mata Atlântica (Conama 1994). Para Rizzini (1997), *C. langsdorffii* seria uma espécie de Florestas Secas ou Estacionais, enquanto *C. lucens* é uma espécie de Mata Atlântica, podendo apresentar características morfológicas que as distingam facilmente.

Os estudos com as *Copaifera* brasileiras permitiram o reconhecimento de uma nova espécie *C. sabulicola* J.A.S. Costa and L.P. Queiroz (Apêndice I) e demonstraram que *C. langsdorffii* Desf. é atualmente reconhecida como um complexo de espécies formado por doze nomes: *C. langsdorffii* Desf., *C. langsdorffii* var. *grandifolia* Benth., *C. langsdorffii* var. *krukovii* Dwyer, *C. glabra* Vogel, *C. laxa* Hayne, *C. malmei* Harms, *C. laevis* Dwyer, *C. lucens* Dwyer, *C. nitida* Hayne, *C. sellowii* Hayne, *C. oblongifolia* Mart. ex Hayne e *C. sabulicola* J.A.S. Costa & L.P. Queiroz.

O complexo *C. langsdorffii* apresenta, então, uma ampla variação de sua morfologia e preferência ecológica. Para investigar esse problema, análises taxonômicas e morfométricas aliadas a observações de campo sobre ecologia e geografia foram conduzidas a fim de esclarecer o papel da variação no complexo *C. langsdorffii*.

O presente trabalho teve como objetivo o estudo do complexo *Copaifera langsdorffii* Desf. utilizando análises morfométricas como ferramenta auxiliar à análise taxonômica do complexo de espécies, no intuito de responder as seguintes questões: 1) Quantos táxons podem ser realmente distinguidos? 2) Quais os caracteres morfológicos que podem ser utilizados para distinguir esses táxons? 3) Quais são as categorias taxonômicas mais apropriadas para os mesmos? 4) Existem condições geográficas e/ou ecológicas que podem ser utilizadas para distinguí-los?

## MATERIAL E MÉTODOS

**Amostragem.** O trabalho de campo incluiu coleta de espécimes em populações naturais do complexo *Copaifera langsdorffii* durante o período de janeiro de 2003 a dezembro de 2005. As coletas foram realizadas em onze estados do Brasil (Bahia, Ceará, Distrito Federal, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Pará, Paraná, Pernambuco, Piauí e São Paulo), pertencentes às Regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul. Foram coletados 460 espécimes provenientes de 25 populações naturais pertencentes a onze nomes, sendo *C. laevis* (uma população, N = 14), *C. langsdorffii* var. *langsdorffii* (três populações, N = 59), *C. langsdorffii* var. *glabra* (duas populações, N = 35), *C. langsdorffii* var. *grandifolia* (oito populações, N = 141), *C. langsdorffii* var. *laxa* (duas populações, N = 40), *C. lucens* (uma população, N = 13), *C. malmei* (duas populações, N = 39), *C. nitida* (uma população, N = 16), *C. oblongifolia* (três populações, N = 60), *C. sellowii* (uma população, N = 29), *C. sabulicola* (uma população, N = 14). Todo o material coletado foi herborizado e encontra-se depositado no herbário HUEFS da Universidade Estadual de Feira de Santana (Tabela 1).

**Taxonomia.** Foram analisados espécimes dos acervos de 40 herbários (ALCB, B, BC, BM, BR, CANB, CEN, CEPEC, COR, CRI, CTES, CVRD, EAC, ESAL, FUEL, FR, GUA, HAS, HEPH, HRB, HRCB, HUEFS, HUFU, IAC, IAN, IBGE, K, M, MA, MBM, MBML, NY, P, PMSP, RFA, RUSU, SP, U, UFMT e US) (siglas de acordo com Holmgren et al. 1990). No total, foram estudados aproximadamente 1.500 espécimes de herbário, incluindo tipos-nomenclaturais, dentre os quais cerca de 800 espécimes pertencentes ao complexo *C. langsdorffii*. Essa amostragem foi complementada com indivíduos coletados em doze populações naturais.

**Morfologia e Análise Multivariada.** Em virtude do conservadorismo floral em *Copaifera* e ao uso extensivo de caracteres foliares na identificação das espécies, foram conduzidas apenas análises morfométricas com caracteres vegetativos. Foram empregadas técnicas de estatística multivariada em duas análises diferentes: Morfometria Tradicional e Morfometria Geométrica. Um total de 19 caracteres quantitativos contínuos para uma das folhas de cada um dos espécimes foi utilizado na análise de Morfometria Tradicional (Tabela 2). Das mesmas folhas utilizadas na Morfometria Tradicional, foram analisados dois folíolos por indivíduo na Morfometria Geométrica, através da Análise Elíptica de

Fourier (EFA). Para esta análise, escolheu-se: 1) um folíolo pertencente ao par mais distal da folha (no extremo oposto à inserção do pecíolo no ramo); e, 2) um outro folíolo pertencente ao segundo par mais distal, cuidando-se sempre para utilizar folíolos em posições semelhantes durante as análises, sendo então tratados como homólogos. Foram amostrados 446 folíolos, todos eles herborizados em estufa a 70 °C. O contorno (*outlines*) dos folíolos foi capturado através da digitalização dos mesmos em um *scanner* Epson Stylus cx 3200, utilizando o *software* Adobe Photoshop Limited Edition. As imagens foram digitalizadas em resolução de 300 dpi em preto/branco ou escala de cinza usando a opção de alta qualidade (*Image Options Quality High*) e salvas como imagens de JPEG (extensão. jpg). A junção da nervura principal com o pecíolulo na base da lâmina e da nervura principal com a nervura marginal no ápice do folíolo foram utilizados como marcos anatômicos (*landmarks*) 1 e 2, respectivamente. Esses pontos serviram como referência para o posicionamento homólogo de todos os folíolos. Foram obtidos os contornos da imagem de cada folíolo, representados pela seqüência de pontos ordenados como coordenadas x e y, utilizando o *software* TpsDig (Rohlf 2001).

A EFA foi realizada utilizando-se o programa Morpheus (Slice 1998). Para maior segurança quanto à homologia dos dados analisados foi empregado o método *bookstein superimposition* que força os contornos a ter uma orientação e tamanho baseados nos dois *landmarks* (marcos anatômicos) na base e no ápice da lâmina dos folíolos. A análise foi conduzida com 20 harmônicos, resultando em duas matrizes com 80 variáveis, onde os valores são os coeficientes elípticos de Fourier, cada uma correspondendo aos dados dos dois folíolos utilizados, sendo que em uma os coeficientes foram extraídos do folíolo do par (1) e, na outra, do folíolo do segundo par mais distal (2).

A partir das matrizes produzidas, foram realizadas Análises de Variáveis Canônicas (CVA) e de Agrupamento, conduzidas no software STATISTICA 6.0 (Statsoft 2003). A CVA utilizou as populações como variáveis categóricas (individualmente, foram agrupadas populações nas espécies as quais elas provavelmente pertenciam). Os coeficientes estandardizados para as variáveis canônicas obtidas da análise de discriminante foram utilizados para identificar quais os caracteres que contribuía mais significativamente para uma melhor resolução na distinção dos grupos. A análise de agrupamento foi conduzida usando a Distância Generalizada de Mahalanobis e o UPGMA (Unweigthed Pair-Group Method using Arithmetical Averages) (Sneath & Sokal, 1973) como algoritmo de agrupamento.

Os valores nos eixos da CVA encontrados para as diferentes análises (morfometria geométrica e tradicional) foram combinados em diferentes análises dos dados. Os resultados obtidos com a morfometria foram incorporados às análises da taxonomia, geografia e ecologia do complexo *C. coriacea*, auxiliando nas decisões taxonômicas aqui apresentadas.

**Geografia.** Para determinar a região geográfica dos táxons examinados, as informações levantadas no trabalho de campo foram acrescidas com informações das etiquetas dos espécimes de herbários e da bibliografia especializada para gerar um mapa de distribuição combinado. A terminologia para as regiões e províncias fitogeográficas do Brasil seguiu IBGE (1992) e Joly et al. (1999).

**Ecologia.** Para caracterizar o habitat dos diferentes táxons amostrados, foram feitas observações diretas do relevo, tipo de vegetação, textura do solo, altitude, latitude, longitude e co-ocorrência sintópica dos táxons nas populações amostradas. Essas informações foram complementadas com os dados de geologia, relevo e clima das regiões segundo o IBGE (2006) e das etiquetas de herbário.

## RESULTADOS

**Análise Morfológica Multivariada e Taxonomia.** Os caracteres vegetativos de folha e folíolos utilizados nas análises canônicas das morfometrias tradicional (Tabela 2) e geométrica não apresentaram bons resultados para distinguir grupos quando analisados isoladamente. Isto se deu pela grande variabilidade morfológica intrapopulacional encontrada, especialmente nas populações LGRANB, LGRANG, LGRANJ, LGRANM e LGLABC (Fig. 1). A população de *C. lucens* (LUCENS) manteve-se distinta em todas as análises e em quase todos os eixos.

A CVA combinando todas as análises foi a que apresentou uma discriminação relativa de grupos (Fig. 1; Tabela 2), muito embora a distinção seja apenas parcial. Os primeiros dois eixos explicam 21% e 14% da variação, respectivamente. O eixo um separa muito bem *C. lucens* dos outros nomes ligados ao complexo (Fig. 1A). Este eixo também separa dois grupos maiores: um formado pelas populações de *C. oblongifolia* (OBLBAR, OBLFOR, OBLBDG), *C. langsdorffii* var. *langsdorffii* (LLANPI, LLANST, LLANCM) e *C. langsdorffii* var. *laxa* (LLAXAL, LLAXAC); de outro grupo composto pelas populações de *C. langsdorffii* var. *grandifolia*, *C. nitida*, *C. laevis* e *C. malmei* (Fig. 1B).

As populações de *C. langsdorffii* var. *glabra*, *C. sabulicola* e LGRANB e LGRANM (*C. langsdorffii* var. *grandifolia*), aparecem numa posição intermediária próximo ao valor zero do eixo um (Fig. 1). O terceiro eixo canônico separa as populações SABULI, OBLFOR e OBLBDG das demais. A população OBLBAR agrupa-se com as populações de *C. langsdorffii* var. *langsdorfii* e *C. langsdorffii* var. *laxa*, embora alguns indivíduos apareçam em uma posição intermediária entre estas populações e as populações OBLFOR e OBLBDG (Fig. 2).

Uma análise utilizando apenas com as populações de *C. laevis* e *C. langsdorffii*, suas variedades e sinônimos, permite evidenciar, com certa sobreposição, a distinção de dois grupos no primeiro eixo canônico. O primeiro grupo é formado pelas populações LGRANB, LGRANM, LGRANI, LGRANL, LGRANU, NITIDA e LAEVIS. O segundo grupo é formado pelas populações LLANCM, LLANPI, LLANST, LLAXAC e LLAXAL, SELOWI, LGRANJ e LGLART. No centro do eixo um aparece a população LGRANG, ligando os dois grupos. A população LGLABC também aparece no centro do eixo 1, mas ela é separada de todas as outras populações no eixo 2 (Fig. 3). No terceiro eixo canônico, as populações LGRANB, LGRANG, LGRANJ, LGRANS, LAEVIS e LGLABRT se distanciam de todas as outras (não apresentado).

Na análise de agrupamento verifica-se a distinção das populações LUCENS, SABULI, OBLBDG, OBLFOR, OBLBAR, LGLABC e LAGRANU, de um grupo maior que engloba todas as outras populações (Fig. 4). O grupo maior de populações ainda pode ser subdividido em dois grupos menores: 1) formado pelas populações LAEVIS, MALMPO, MALMPE, LGRANI, LGRANS, LGRANB, LGRANL, NITIDA e LGRANM; e, 2) populações LGLART, LGRANJ, LLANST, LLANCM, LGRANG, LLANPI, LLAXAC, SELOWI e LLAXAL (Fig. 4).

Poucos caracteres contínuos utilizados nas análises apresentaram valores médios que possibilitam o reconhecimento de morfologias distintas ou táxons. Destes caracteres destacam-se as larguras dos folíolos (caracteres 13, 5, 14, 7) e a distância mediana entre a nervura principal e as margens do segundo folíolo mais distal (caractere 16) (Tabela 2). A forma dos folíolos obtidas através da EFA, distingue principalmente as espécies *C. lucens*, *C. sabulicola* e parte das populações de *C. oblongifolia*. No entanto, as análises morfométricas não discriminaram fortemente outros grupos sem relativa sobreposição. A distinção de sete morfologias é observada quando os dados do estudo taxonômico são inseridos nas análises. Caracteres como o número de pares de folíolos no indivíduo, a presença e o tipo de indumento das raques e folíolos, a relação entre os folíolos mais

distais e os proximais e, a presença de indumento nas sépalas e ovário são muito importantes no reconhecimento de táxons.

Os grupos evidenciados nas análises morfométricas e taxonômica levam ao reconhecimento de sete táxons: *C. langsdorffii* var. *langsdorffii* (+ *C. langsdorffii* var. *laxa*; + *C. sellowii*), *C. langsdorffii* var. *grandifolia* (+ *C. nitida*), *C. langsdorffii* var. *glabra* (+ *C. laevis*), *C. lucens*, *C. malmei*, *C. oblongifolia* e *C. sabulicola*. Os estudos de morfometria realizados com caracteres contínuos das folhas e folíolos não foram suficientes para distinguir *C. langsdorffii* de *C. malmei*, mas ao se analisar os caracteres qualitativos é possível verificar que existe diferença no tipo do tricoma e indumento das sépalas (Tabela 3; ver também Costa et al., CAP. 5).

*Copaifera oblongifolia* se distingue dos demais táxons do complexo pelo hábito arbustivo, folhas curto-pecioladas, com 4 a 12 pares de folíolos oblongos e, relação entre os folíolos distal e proximal 1:1 (Tabela 3). *Copaifera sabulicola* distingue-se pelas folhas sésseis com 2-3 pares de folíolos e flores geralmente pediceladas. *Copaifera malmei* distingue-se principalmente por possuir tricomas com glândula na base e sépalas com as duas faces pilosas. *Copaifera lucens* possui os folíolos de ápice caudado como a principal característica diagnóstica. *Copaifera langsdorffii* é sempre árvore e possui três variedades. *Copaifera langsdorffii* var. *langsdorffii* diferencia-se das demais variedades por apresentar folíolos relativamente menores (ca. 2-6 cm compr.), com 3-4 (-5) pares de folíolos; raques e folíolos pilosos, em geral hirsutos; flores com ovário hirsutos nas margens. *Copaifera langsdorffii* var. *glabra* possui folhas com raque (ca. 2,3-7,8 cm) e folíolos (ca. 2,1-7,1 cm compr.) essencialmente glabros ou glabrescentes, com 3-4 (-5) pares de folíolos e, principalmente com flores de ovário glabro ou essencialmente glabro. *Copaifera langsdorffii* var. *grandifolia* possui folhas com raque pubérula ou pubescente (ca. 1,6-9,5 cm e (2-) 3-5 (-6) pares de folíolos (ca. 2,9-7,7 cm compr.), e flores com ovário pubescente nas margens.

**Geografia e Ecologia.** As análises da geografia e ecologia mostraram que existe uma correlação relativamente boa entre o ambiente de ocorrência e as morfologias aqui levantadas para a maioria das espécies, exceto *C. langsdorffii* que apresenta uma ampla distribuição e preferências ecológicas diversas (Tabela 5; Fig. 5). A maior diversidade de espécies deste complexo está na Região Centro-Oeste e/ou no bioma Cerrado. *Copaifera lucens* é a espécie que mais se diferencia das demais, ocorrendo exclusivamente na porção

leste do Brasil na Floresta Atlântica. A distribuição geográfica e as preferências ecológicas estão sumarizadas na Tabela 5.

## DISCUSSÃO

A amostragem aqui utilizada se mostrou eficiente mesmo sem ter abrangido toda a área de distribuição de alguns táxons. Isto é possível devido ao fato de que a variação morfológica intrapopulacional é sempre alta e engloba quase toda a variação interpopulacional nos táxons das *Copaifera* extra-amazônicas.

Análises morfométricas utilizando dados lineares e coeficiente elípticos de Fourier em geral não apresentam resultados diferentes quando comparados (p.ex. McMclLellan 1999; Jensen et al. 2002) ou apresentam melhores resultados utilizando Análise Elíptica de Fourier (p.ex. Premoli 1996; Widén e Schiemann 2003; Andrade et al. 2006a,b). Em plantas, estruturas com um grau maior de complexidade tendem a apresentar melhores resultados nas análises de morfometria geométrica (p.ex. Jensen et al. 2002; Yoshioka et al. 2004), embora estruturas relativamente simples como raiz e folhas também tenham apresentado bons resultados para a distinção de grupos (p.ex. Iwata et al. 1998; Iwata et al. 2002a,b). Dessa forma, a alta variabilidade morfológica e a estrutura simples dos folíolos de *Copaifera* parece ser o principal motivo para uma fraca distinção de grupos no complexo *C. langsdorffii*. A alta variação morfológica apresentada pelo complexo fez com que populações de *C. oblongifolia* e *C. malmei* aparecessem sempre misturadas às populações de *C. langsdorffii*. Isto parece representar processos genéticos ainda pouco esclarecidos entre esses táxons.

As populações de *C. lucens*, *C. sabulicola* e *C. oblongifolia* (OBLBDG e OBLFOR) foram bem separadas pelos caracteres utilizados na morfometria. Contudo, a população OBLBAR desta última espécie apresentou-se bastante instável nas análises, aparecendo entre as populações de *C. langsdorffii* var. *langsdorffii* ou junto com a população LGLABC (*C. langsdorffii* var. *glabra*). Esta instabilidade deve-se aos folíolos muito mais elípticos que oblongos e de tamanho relativamente maior que o apresentado pelas duas outras populações incluídas nas CVAs, mas aparece relativamente próxima das demais na análise de agrupamento. Outras duas populações que apareceram em diferentes posições nas análises foram LGLABC (*C. langsdorffii* var. *glabra*) e LLANCM (*C. langsdorffii* var. *langsdorffii*). Contudo, a população LLANCM só mudou de posição na análise de agrupamento utilizando todos os dados e na presença da população OBLBAR.

Quando se retira esta população da análise a população CMD volta a se agrupar com as populações de *C. langsdorffii* var. *langsdorffii*.

*C. langsdorffii* var. *glabra* (LGLABC e LGLART) e *C. laevis* (LUCENS) são táxons facilmente distinguíveis de todos os outros do complexo *C. langsdorffii*, porém suas populações aparecem sempre relacionadas a diferentes populações em agrupamentos também diferentes, nunca relacionadas entre si, exceto na análise de agrupamento da morfometria tradicional onde LGLABC e LGLART aparecem próximas. O emprego de outros tipos de caracteres talvez pudesse mostrar uma maior afinidade entre essas populações, não apresentada neste estudo, mas a condição *glabra* também pode ser apenas uma variação dentro de outras espécies. Isso faria com que esses táxons representassem apenas extremos de variação e não linhagens estabelecidas, o que explicaria a distribuição e a morfologia muito semelhante destes com as outras variedades de *C. langsdorffii*. A variação da morfologia é muito comum entre membros da tribo Detarieae (Herendeen 2000; Herendeen et al. 2003), gerada pela alta plasticidade fenotípica que é comum entre as Leguminosae e que pode ser um agente importante na conquista de novos ambientes (Polhill and Raven 1981; Thomas 1994).

Estudos em *C. langsdorffii* têm demonstrado diferenças no tipo de compatibilidade reprodutiva em diferentes populações analisadas através da utilização de diferentes métodos amostrais, uma vez que Ciampi e Grattapaglia (2001) encontraram alogamia total em populações dessa espécie amostradas em Mata de Galeria do Distrito Federal, enquanto Oliveira et al. (2002) encontraram um tipo de reprodução mista nas populações estudadas nos municípios de Lavras e Itumirim (Minas Gerais) em Mata Ciliar, ambas as abordagens foram inferidas a partir de dados moleculares de SSR e Isoenzimas, respectivamente. Numa análise experimental utilizando polinizações manuais e observação do crescimento do tubo polínico, em uma população de Cerradão no município de Uberlândia (Minas Gerais), Freitas e Oliveira (2002) verificaram que embora auto-incompatível a espécie apresenta a ocorrência de fenômenos de auto-esterilidade podem indicar auto-incompatibilidade de ação tardia ou depressão endogâmica, uma vez que foi observado o crescimento de tubos polínicos até o ovário e a penetração nos óvulos em espécimes autopolinizados, mas sem formação de sementes. Essas diferenças sutis nos resultados podem ser devido aos métodos empregados ou pela existência de linhagens diferentes nas análises, sendo por isso interessante seguir a sugestão acima de observação dos diferentes morfos.



As populações MALMPO e MALMPE (*C. malmei*) apresentaram uma forte ligação em todas as análises feitas neste estudo, embora seja a espécie que tenha a maior sobreposição na morfologia de suas folhas e folíolos com *C. langsdorffii*, aparecendo sempre próximas de outras populações, principalmente LAEVIS (*C. laevis*) e LGRANB, LGRANL e LGRANS (*C. langsdorffii* var. *grandifolia*). Contudo, *C. malmei* pode ser facilmente distinguida de todas as outras espécies do gênero por apresentar tricomas glandulares bulboso na base, principalmente na face abaxial dos folíolos. Esta espécie tem preferência por áreas abertas com alta insolação, medrando assim em micro-ambientes diferentes de *C. langsdorffii*, mesmo em locais onde elas co-ocorrem, exceto áreas muito antropizadas.

*Copaifera oblongifolia* possui três variedades, *C. oblongifolia* var. *oblongifolia*, *C. oblongifolia* var. *comosa* e *C. oblongifolia* var. *dawsonii*. Destas, apenas populações desta última não foi incluída na análise. Esta variedade possui porte arbóreo e distribuição predominantemente na região Norte do Brasil, podendo representar uma espécie distinta de *C. oblongifolia*. Análises taxonômicas com esta variedade estão sendo realizadas por Martins-da-Silva (2006).

*Copaifera lucens* é uma espécie restrita a uma faixa central do litoral brasileiro ou representa uma espécie cuja distribuição está encolhendo diante da fragmentação e destruição da Mata Atlântica. Seus folíolos de ápice caudado e o deslocamento da nervura principal dos folíolos para um dos lados permitem distingui-la facilmente das outras espécies do complexo *C. langsdorffii*. As análises deste estudo confirmam as observações de Rizzini (1997) de que *C. lucens* é uma espécie da Mata Atlântica enquanto *C. langsdorffii* tem preferência por florestas mais secas, embora *C. langsdorffii* var. *langsdorffii* possa ocorrer também em ecossistemas associados à Mata Atlântica como as Matas de Restinga, por exemplo. Dessa forma, uma análise cuidadosa deve ser feita a fim de se verificar com maior precisão o estado de conservação das populações de *C. lucens*, uma vez que presença de *C. langsdorffii* na Mata Atlântica a põe como uma das espécies de Leguminosae mais importantes desse bioma (Conama 1994) e isso pode levar a uma destruição das populações naturais de *C. lucens*, sob a perspectiva de que *C. langsdorffii* possui ampla distribuição e alta diversidade genética em outros locais.

*Copaifera sabulicola* foi recentemente descrita (Costa e Queiroz, Apêndice I) e é uma espécie restrita à porção centro-oeste do estado da Bahia e extremo-norte de Minas Gerais com uma alta preferência por solos de textura arenosa. Suas folhas quase sempre sésseis, apresentando 2-3 pares de folíolos, a forma dos folíolos e as flores em geral

pediceladas a distinguem de todas as outras espécies de *Copaifera*. Contudo, esta espécie apresenta aspectos bastante curiosos em sua morfologia, pois em áreas onde ela co-ocorre com *C. langsdorffii*, especialmente em locais onde há matas, ela apresenta uma variação muito grande em suas folhas, folíolos e flores. Nestes locais, os indivíduos são geralmente árvores e não arbustos, as folhas podem ser pecioladas e apresentar 1-3 pares de folíolos, a forma dos folíolos se modifica e as flores, em geral não têm pedicelo. Estas variações não são observadas ou aparecem em menor frequência em áreas de cerrado aberto com solo de areia quartzosa branca, mas principalmente onde esta espécie não co-ocorre com *C. langsdorffii*. Estas observações sugerem que hibridação pode estar ocorrendo entre estas espécies em zonas de contato ou que *C. sabulicola* é uma espécie de origem híbrida entre *C. langsdorffii* e alguma espécie arbustiva. O processo de hibridação é um dos mais importantes fenômenos na evolução de plantas porque ele induz a recombinação genética e aumenta o nível de variabilidade dentro dos táxons (Grant 1981; Rieseberg 1997; Barton 2001; Coyne e Orr 2004). Esse mecanismo evolutivo ocorre em aproximadamente 34% das famílias de plantas e em cerca de 16% dos gêneros há registro de um ou mais híbridos naturais (Rieseberg 1997). Em uma análise com *Chamaecrista*, Conceição et al. (2006b) verificaram a existência de híbridos naturais entre espécies ocorrentes simpatricamente na Chapada Diamantina, município de Mucugê (estado da Bahia).

*Copaifera langsdorffii* var. *grandifolia* é a variedade mais comum no Brasil, com uma distribuição que abrange toda a área de dispersão da espécie. Este táxon é bastante comum em Florestas Estacionais em encostas de montanhas ou seguindo rios e riachos. Ele também é o que apresenta a maior variabilidade morfológica e ecológica dentro da espécie, podendo ocorrer em ecossistemas do bioma Caatinga, Cerrado e Floresta. As análises morfológicas realizadas aqui mostraram que existem morfos diferenciados dentro deste táxon, embora não haja correlação geográfica aparente entre as populações estudadas. É possível que estudos de variabilidade genética utilizando marcadores moleculares possa gerar alguma resposta mais precisa.

As observações de campo e de laboratório dos espécimes de *Copaifera* estudados corroboram a afirmação de que a presença de pontuações translúcidas nos folíolos não é um bom caráter para separar espécies dentro deste gênero (ver Costa et al., CAP. 1; Martins-da-Silva 2006).

## AGRADECIMENTOS

Nós agradecemos Ivanilza M. Andrade, Janaína Gelma Nascimento e Cristiana Barros Nascimento Costa pelas valiosas contribuições durante a execução deste trabalho. Aos curadores dos herbários que cederam material e/ou nos receberam em visita aos seus acervos. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelo suporte financeiro (nº 1431040045982). Jorge A. S. Costa agradece a CAPES pela bolsa de Doutorado. Cássio van den Berg e Luciano P. de Queiroz agradecem pela bolsa (PQ2) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

## LITERATURA CITADA

- ANDRADE, I.M.; MAYO, S.J.; KIRKUP, D. and van den BERG, C. 2006a. Comparative morphology of populations of *Monstera adansonii* Schott (Araceae) from natural forest fragments in Northeast Brazil using Elliptical Fourier Analysis of leaf outlines. In: Andrade, I.M. Estudos morfométricos e genéticos em populações de duas espécies de Araceae ocorrentes em áreas florestais do Brasil, especialmente do Ceará. Tese de doutorado. Feira de Santana, BA: UEFS, pp. 104-134.
- ANDRADE, I.M.; Mayo, S.J.; KIRKUP, D. and van den BERG, C. 2006b. Comparative morphology of populations of *Anthurium sinuatum* Benth. and *A. pentaphyllum* (Aubl.) G. Don (Araceae) from natural forest fragments in Northeast Brazil using Elliptical Fourier Analysis of leaf outlines. In: Andrade, I.M. Estudos morfométricos e genéticos em populações de duas espécies de Araceae ocorrentes em áreas florestais do Brasil, especialmente do Ceará. Tese de doutorado. Feira de Santana, BA: UEFS, pp. 160-192.
- BARNEBY, R. 1996. Neotropical Fabales at NY: asides and oversights. *Brittonia* 48(2): 174-187.
- BARTON, N.R. 2001. The role of hybridization in evolution. *Molecular Ecology* 10: 551-568.
- BENTHAM, G. 1870. Leguminosae II et III. Swartzieae, Caesalpinieae, Mimoseae - tribus XVII. Cynometreae. In: C.E.P. von Martius (ed.). *Flora Brasiliensis*. 15(2): 239-248.
- CIAMPI, A.Y. and Grattapaglia. 2001. Variabilidade genética em populações de copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf. - Caesalpinioideae) estimada com polimorfismos de AFLP, microssatélite e sequenciamento de cpDNA. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Embrapa* 12: 1-33.

- CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente). 1994. Resolução CONAMA N° 29
- CONCEIÇÃO, A.S.; QUEIROZ, L.P.; LAMBERT, S.M.; PEREIRA, A.C.S. and BORBA, E.L. 2006a. Biosystematics of *Chamaecrista* sect. *Absus* subsect. *Baseophyllum* (Leguminosae-Caesalpinioideae) based on allozyme and morphometric analyses. In: CONCEIÇÃO, A.S.. Filogenia do gênero *Chamaecrista* (Leguminosae-Caesalpinioideae) e Taxonomia do grupo *Baseophyllum*. Tese de doutorado. Feira de Santana, BA: UEFS, pp. 160-192.
- CONCEIÇÃO, A.S.; QUEIROZ, L.P. and BORBA, E.L. .2006b. Natural hybrids in *Chamaecrista* sect. *Baseophyllum* (Leguminosae-Caesalpinioideae): genetic and morphological evidence. In: Conceição, A.S.. Filogenia do gênero *Chamaecrista* (Leguminosae-Caesalpinioideae) e Taxonomia do grupo *Baseophyllum*. Tese de doutorado. Feira de Santana, BA: UEFS, pp. 102-123.
- COYNE, J.A. and Orr, H.A. 2004. Speciation. Sunderland, Massachusetts, U.S.A., Sinauer Associates, Inc.545 p.
- DEFONTAINES, M. (1821). Observations sur le genre *Copaifera*; description de deux nouvelles espèces qui lui appartiennent. Mèm. Mus. Hist. Nat. Paris. 7: 377 - 378, fig.
- DWYER, J.D. 1951. The Central American, West Indian, and South American species of *Copaifera* (Caesalpinioideae). *Brittonia* 7(3): 143-172.
- DWYER, J.D. 1954. Further Studies on the New World Species of *Copaifera*. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 81(3): 179-187.
- FREITAS, C. V. and OLIVEIRA, P.E. 2002. Biologia reprodutiva de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae, Caesalpinioideae). *Revista Brasileira de Botânica* 25(3): 311-321
- GRANT, V. 1981. *Plant speciation*. New York, Columbia University Press.
- HARMS, H. 1924. Plantae Luetzelburianae brasilienses III – Leguminosae: *Copaifera luetzelburgii*. *Notiz. Bot. Gart. Berlin*, 8: 713.
- HAYNE, F.C. 1827. *Arzneikunde gebräuchlichen Gewächse*. 10: 12-23.
- HERENDEEN, P.S. 2000. Structural evolution in the Caesalpinioideae (Leguminosae). In: Herendeen, P.S. and Bruneau, A. (eds.) *Advances in Legume Systematics, Part 9*. Royal Botanic Gardens, Kew pp. 45-64.
- HERENDEEN, P.S.; BRUNEAU, A. and LEWIS, G.P. 2003. Phylogenetic relationships in Caesalpinoid Legumes: a preliminary analysis based on morphological and

- molecular data. In: Klitgaard, B.B. and Bruneau, A. (eds.) *Advances in Legume Systematics, Part 10*. Royal Botanic Gardens, Kew pp. 37-62.
- HOLMGREN, P.K.; HOLMGREN, N.H. and BARRET, L.C. (eds.). 1990. *Index Herbariorum, part 1: the Herbaria of the World* (Regnum Veg. 120). New York: New York Botanical Garden.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 1992. *Manual Técnico da Vegetação Brasileira*. Série Manuais Técnicos em Geociências, N° 1. Rio de Janeiro: IBGE, 92p. il.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2006. <http://www.ibge.gov.br>
- IWATA, H.; NIIKURA, S.; MATSUURA, S.; TAKANO, Y. and UKAI, Y. 1998. Evaluation of variation of root shape of Japanese radish (*Raphanus sativus* L.) based on image analysis using elliptic Fourier descriptors. *Euphytica* 102: 143-149
- IWATA, H.; NESUMI, H.; NINOMIYA, S.; TAKANO, Y. and UKAI, Y. 2002A. Diallel Analysis of Leaf Shape Variations of Citrus Varieties Based on Elliptic Fourier Descriptors. *Breeding Science* 52: 89-94
- IWATA, H.; NESUMI, H.; NINOMIYA, S.; TAKANO, Y. and UKAI, Y. 2002b. The Evaluation of Genotype x Environment Interactions of Citrus Leaf Morphology Using Image Analysis and Elliptic Fourier Descriptors. *Breeding Science* 52: 243-251
- IWATA, H.; NIIKURA, S.; MATSUURA, S.; TAKANO, Y. and UKAI, Y. 2004. Genetic Control of Root Shape at Different Growth Stages in Radish (*Raphanus sativus* L.). *Breeding Science* 54: 117-124
- JENSEN, R.J.; CIOFANI, K.M. and MIRAMONTES, L.C. 2002. Lines, outlines, and landmarks: morphometric analyses of leaves of *Acer rubrum*, *Acer saccharinum* (Aceraceae) and their hybrid. *Taxon*, 51: 475-492.
- JOLY, C.A.; AIDAR, M.P.M.; KLINK, C.A.; MCGRATH, D.G.; Moreira, A.G.; Moutinho, P.; Nepstad, D.C.; Oliveira, A.A.; Pott, A.; Rodal, M.J.N. and Sampaio, E.V.S.B. 1999. Evolution of the Brazilian phytogeography classification systems: Implications for biodiversity conservation. *Ciência e Cultura* 51(5/6): 331-348.
- LAMBERT, S.M.; BORBA, E.L.; MACHADO, M.C. and ANDRADE, S.C.S. 2006a. Allozyme diversity and morphometrics of *Melocactus paucispinus* (Cactaceae), and evidence for hybridization with *M. concinus* in the Chapada Diamantina, North-eastern Brazil. *Annals of Botany* 97: 389-403.

- LAMBERT, S.M.; BORBA, E.L. and MACHADO. 2006b. Allozyme diversity and morphometrics of *Melocactus glaucescens* (Cactaceae), and investigation of the putative hybrid origin of *Melocactus x albicephalus* (*Melocactus ernestii* x *M. glaucescens*) in North-eastern Brazil. *Plant Species Biology* 21: 93-108.
- LEWIS, G.P.; SCHRIRE, B.; MACKINDER, B. and LOCK, M. (eds). 2005. Legumes of the World. Royal Botanic Gardens, Kew, 369 p. il.
- MALME, G.A. 1934. *Copaifera grandifolia* (Benth.). *Ark. Bot.* 23(13): 56.
- MCLELLAN, T. 1999. Development and morphometrics of leaves. In M.H. KURMANN, & A.R. HEMSLEY (eds.). *The Evolution of Plant Architecture*. Royal Bot. Gard., Kew, pp. 169-182.
- MONTEIRO, L. R. and REIS, S. F. 1999. *Princípios de Morfometria Geométrica*. Ribeirão Preto, SP: Holos, 198p. il.
- MOTA-JÚNIOR, J.C. & LOMBARDI, J.A. (1990). Aves como agentes dispersores da copaíba (*Copaifera langsdorffii*, Caesalpiniaceae) em São Paulo. *Ararajuba*. 1: 105 – 106.
- OLIVEIRA, A.F.; CARVALHO, D. De; ROSADO, S.C.S. 2002. Taxa de cruzamento e sistema reprodutivo de uma população natural de *Copaifera langsdorffii* Desf. na região de Lavras (MG) por meio de isoenzimas. *Revista Brasileira de Botânica* 25(3): 331-338
- POLHILL, R.M. and RAVEN, P.H. (eds.). 1981. *Advances in Legume Systematics*, Part 1, Royal Botanic Gardens Kew, 961p.
- PREMOLI, A.C. 1996. Leaf architecture of South American *Nothofagus* (Nothofagaceae) using traditional and new methods in morphometrics. *Botanical Journal Linnean Society*. 121: 25-40.
- RIESEBERG, L.H. 1997. Hybrid origins of plant species. *Annual Review of Ecology and Systematics* 28: 359-389.
- RIZZINI, C.T. 1997. Tratado de Fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos. ed. 2. Rio de Janeiro, Âmbito Cultural Edições Ltda.
- ROHLF, F.J. 1990. Morphometrics. *Annual Review of Ecology and Systematics* 21: 299-316
- ROHLF, F.J. 2001. TpsDig version 1.31. Digitizing software. <http://life.bio.sunysb.edu/morph/>

- SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I., GOTTSBERGER, G. and EHRENDORFER, F. 1992. Hybrid speciation and radiation in the neotropical woody genus *Tocoyena* (Rubiaceae). *Pl. Syst. Evol.* 181: 143-169.
- SLICE, D.E. 1998. Morphus et al.: software for morphometric research. Revision 01-30-98. Department of Ecology and Evolution, State University of New York, Stony Brook, New York.
- SNAYDON, R.W. 1984. Intraspecific Variation and its Taxonomic Implications. In: V.H. Heywood & D.M. Moore (eds.). *Current Concepts in Plant Taxonomy*. Cap. II, pp. 203-217.
- SNEATH, P.H.A. and SOKAL, R.R. 1973. *Numerical Taxonomy*. W.H. Freeman and Company, San Francisco, 573 p.
- SOKAL, R.R. 1986. Phenetic Taxonomy: Theory and Methods. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17: 423-442.
- STACE, C. A. 1989. *Plant taxonomy and biosystematics*. 2 ed. Edward Arnold, London. 264p.
- THOMAS, J.F. 1994. Morphological and developmental plasticity in Legumes. In: Ferguson, I.K. and Tucker, S. (eds.). *Advances in Legume Systematics, Part 6*. Royal Botanic Gardens, Kew pp. 1-10.
- VALVERDE, P.D., VITE, F. and ZAVALA-HURTADO, J.A. 1996. A morphometric analysis of a putative hybrid between *Agave marmorata* Roezli and *Agave kerchovei* Lem.: *Agave peacockii* Croucher. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 122: 155-161.
- VOGEL, G. 1837. *Copaifera glabra*. *Linnaea* 11: 410.
- WEISS, M.R. 1995. Floral color change: a widespread functional convergence. *American Journal of Botany* 82:167-185.
- WIDÉN, B. and SCHIEMANN, K. 2003. The pattern of variation in leaflet shape and reproductive characters in *Lathyrus vernus* (L.) Bernh. (Fabaceae). *Plant Systematic and Evolution* 240: 41-54.
- YOSHIOKA, Y.; IWATA, H.; OHSAWA, R. and NINOMIYA, S. 2004. Analysis of Petal Shape Variation of *Primula sieboldii* by Elliptic Fourier Descriptors and Principal Component Analysis. *Annals of Botany* 94: 657-664.

TABELA 1. Amostras das Populações Naturais do complexo *Copaifera langsdorffii* Desf. utilizadas neste estudo. \* = Localidade Tipo. N = tamanho da amostra. Estados do Brasil: BA = Bahia; GO = Goiás; MG = Minas Gerais; MT = Mato Grosso; MS = Mato Grosso do Sul; PR = Paraná.

Espécie/População	Cód.	N	Localização	Ecossistema	Vouchers
<i>C. laevis</i>					
Bela Vista, Rio APA* – MS	LAEVIS	14	22°4'33"S; 56°29'59"W	Mata Ciliar	<i>J. Costa et al. 1249</i>
<i>C. langsdorffii</i> var. <i>langsdorffii</i>					
Pirenópolis – GO	LLANPI	19	15°47'S; 48°49'W	Campo rupestre	<i>J. Costa et al. 492</i>
São Tomé das Letras - MG	LLANST	20	21°43'S; 45°00'W	Cerradão	<i>J. Costa et al. 536</i>
Conceição do Mato Dentro - MG	LLANCM	20	19°06'S; 43°34'W	Floresta de Tabuleiro	<i>J. Costa et al. 614</i>
<i>C. langsdorffii</i> var. <i>glabra</i>					
Mucugê, Brejo de Cima – BA	LGLABC	17	13°18'37"S; 41°33'14"W	Carrasco	<i>J. Costa et al. 720</i>
Rio Tibagi – PR	LGLART	18	24°31'51"S; 50°23'51"W	Mata ciliar	<i>J. Costa &amp; C.B.N. Costa 1334</i>
<i>C. langsdorffii</i> var. <i>grandifolia</i>					
Joaquim Felício – MG	LGRANJ	14	17°45'S; 44°10'W	Campo rupestre	<i>J. Costa et al. 640</i>
Grão Mogol – MG	LGRANG	18	16°35'S; 42°53'W	Cerradão	<i>J. Costa et al. 680</i>
Mucugê, Capão de Mucugê - BA	LGRANM	19	12°58'34"S; 41°23'13"W	Capão seco	<i>J. Costa et al. 728</i>
Andaraí, Igatu – BA	LGRANI	16	12°54'10"S; 41°18'35"W	Floresta Estacional	<i>J. Costa et al. 763</i>
Umburanas – BA	LGRANU	14	10°30'28"S; 41°17'13"W	Mata ciliar	<i>J. Costa et al. 787</i>
Lençóis – BA	LGRANL	20	12°32'41"S; 41°21'55"W	Floresta Estacional	<i>J. Costa &amp; C.B.N. Costa 850</i>
Santo Antônio do Leverger – MT	LGRANS	19	15°45'51"S; 56°05'18"W	Mata de Galeria	<i>J. Costa et al. 1214</i>
Brasilândia – MS	LGRANB	21	21°15'51"S; 51°52'11"W	Capão úmido	<i>J. Costa et al. 1260</i>



<b>Espécie/População</b>	<b>Cód.</b>	<b>N</b>	<b>Localização</b>	<b>Ecossistema</b>	<b>Vouchers</b>
<i>C. langsdorffii</i> var. <i>laxa</i>					
Lavras – MG	LLAXAL	22	21°18'S; 45°00'W	Mata de Galeria	<i>C. van den Berg 1078</i>
Carrancas – MG	LLAXAC	18	21°36'S; 44°36'W	Campo rupestre	<i>J. Costa et al. 554</i>
<i>C. lucens</i>					
Jussari, Serra do Teimoso – BA	LUCENS	13	13°42'S; 44°30'W	Floresta Atlântica	<i>J.G. Jardim &amp; J.L. da Paixão 4653</i>
<i>C. malmei</i>					
Porto Estrela – MT	MALMPE	21	15°29'26"S; 57°11'43"W	Cerradão	<i>J. Costa et al. 1161</i>
Poconé – MT	MALMPO	18	16°18'18"S; 56°33'34"W	Cerrado	<i>J. Costa et al. 1184</i>
<i>C. nitida</i>					
Morro do Chapéu - BA	NITIDA	16	11°36'58"S; 41°01'26"W	Floresta Estacional	<i>J. Costa et al. 810</i>
<i>C. oblongifolia</i>					
Barroco – MG	OBLBAR	19	16°25'S; 43°17'W	Cerrado	<i>J. Costa et al. 655</i>
Formosa – GO	OBLFOR	21	15°11'31"S; 47°28'33"W	Cerrado	<i>J. Costa et al. 1033</i>
Barra do Garças – MT	OBLBDG	20	15°39'19'S; 52°12'32"W	Cerradão	<i>J. Costa et al. 1054</i>
<i>C. sabulicola</i>					
Seabra – BA	SABULI	14	12°25'50'S; 41°49'33"W	Floresta Estacional	<i>J. Costa et al. 968</i>
<i>C. sellowii</i>					
Brumadinho – MG	SELOWI	29	12°25'50'S; 41°49'33"W	Cerrado sobre canga	<i>J. Costa et al. 599</i>

TABELA 2. Caracteres utilizados na análise de Morfometria Tradicional nas populações do complexo *Copaifera langsdorffii* Desf. Valores apresentados em centímetros (cm) como média (mínimo-máximo). Siglas: LLA = *Copaifera langsdorffii* var. *langsdorffii*; GLA = *C. langsdorffii* var. *glabra*; GRA = *Copaifera langsdorffii* var. *grandifolia*; MAL = *C. malmei*; SAB = *C. sabulicola*; LUC = *C. lucens*; OBL = *C. oblongifolia*.

Nº	CARACTERE	LLA	GLA	GRA	LUC	MAL	OBL	SAB
<b>Folha</b>								
01	Pecíolo compr.	0.90 (0.30-2.20)	1.15 (0.40-2.40)	1.26 (0.60-2.50)	1.57 (1.00-2.20)	2.00 (1.10-3.20)	0.43 (0.10-1.50)	0.39 (0.10-0.90)
02	Raque compr.	4.60 (1.60-10.10)	4.78 (2.30-7.80)	5.35 (1.60-9.50)	5.84 (3.90-10.5)	7.98 (4.20-13.2)	6.27 (1.70-13.0)	4.98 (3.00-7.00)
03	Distância do 1º par (1ºs pares + distais)	1.20 (0.30-2.20)	1.76 (0.70-3.10)	1.91 (0.80-3.20)	2.68 (1.90-5.20)	2.42 (1.70-3.80)	1.19 (0.50-2.10)	2.50 (1.90-3.30)
<b>Folíolo do par mais distal</b>								
04	Comprimento da lâmina	3.48 (2.00-6.20)	4.10 (2.10-7.10)	5.05 (2.90-7.70)	6.98 (5.00-10.6)	6.32 (4.10-8.70)	2.40 (1.40-3.60)	5.20 (3.40-7.00)
05	Largura lâmina 1/3	1.20 (0.70-1.80)	1.63 (1.00-2.80)	2.08 (1.10-3.00)	2.30 (1.50-3.60)	2.36 (1.50-3.60)	1.01 (0.60-1.50)	2.29 (1.50-3.00)
06	Largura lâmina ½	1.61 (1.00-2.70)	2.13 (1.40-4.00)	2.53 (1.40-3.70)	3.12 (2.10-5.10)	2.96 (1.90-4.30)	1.25 (0.80-1.80)	2.87 (1.80-4.00)
07	Largura lâmina 2/3	1.43 (0.90-2.40)	1.85 (1.00-3.30)	2.26 (1.20-3.30)	2.64 (1.60-4.10)	2.77 (1.80-4.30)	1.11 (0.60-1.60)	2.49 (1.60-3.50)
08	Distância mediana entre a nerv. princ. e a margem externa do folíolo	0.88 (0.50-1.80)	1.16 (0.70-2.20)	1.37 (0.75-2.20)	1.69 (1.10-2.80)	1.55 (0.95-2.30)	0.66 (0.40-1.00)	1.51 (0.90-2.25)
09	Distância mediana entre a nerv. princ. e a margem interna do folíolo	0.78 (0.40-1.65)	0.98 (0.60-1.80)	1.16 (0.70-1.70)	1.42 (0.80-2.30)	1.40 (0.90-2.10)	0.59 (0.40-0.90)	1.40 (0.90-1.85)
10	Peciololo	0.16 (0.10-0.30)	0.16 (0.10-0.30)	0.26 (0.10-0.40)	0.36 (0.20-0.50)	0.29 (0.20-0.40)	0.09 (0.05-0.10)	0.28 (0.20-0.35)
11	Ângulo da nervura principal em relação ao eixo central da lâmina	94° (91°-101°)	95°(90°-102°)	95° (91°-103°)	98° (93°-105°)	96° (92°-99°)	93° (90°-103°)	93° (91°-98°)
<b>Folíolo do segundo par mais distal</b>								
12	Comprimento da lâmina	3.34 (2.00-6.20)	3.87 (2.20-7.00)	4.72 (2.80-7.80)	6.26 (4.50-9.30)	6.05 (3.80-7.70)	2.48 (1.40-3.60)	5.01 (3.30-6.30)
13	largura lâmina 1/3	1.26 (0.70-2.20)	1.68 (1.10-2.80)	2.19 (1.20-3.40)	2.32 (1.50-3.70)	2.47 (1.60-3.80)	1.08 (0.60-1.50)	2.34 (1.50-2.90)

<b>Nº</b>	<b>CARACTERE</b>	<b>LLA</b>	<b>GLA</b>	<b>GRA</b>	<b>LUC</b>	<b>MAL</b>	<b>OBL</b>	<b>SAB</b>
14	largura lâmina 1/2	1.52 (0.90-2.70)	2.02 (1.30-3.20)	2.42 (1.40-4.00)	2.92 (2.00-4.70)	2.82 (1.90-4.20)	1.21 (0.80-1.80)	2.77 (1.70-3.30)
15	largura lâmina 2/3	1.30 (0.80-2.30)	1.70 (1.10-2.90)	2.13 (1.20-3.80)	2.41 (1.60-4.40)	2.58 (1.80-3.90)	1.08 (0.70-1.50)	2.48 (1.50-3.50)
16	Distância mediana entre a nerv. princ. e a margem externa do folíolo	0.81 (0.40-1.40)	1.08 (0.62-1.70)	1.31 (0.80-2.10)	1.59 (1.10-2.60)	1.48 (0.95-2.20)	0.65 (0.40-1.00)	1.44 (0.90-1.80)
17	Distância mediana entre a nerv. princ. e a margem interna do folíolo	0.72 (0.40-1.30)	0.95 (0.60-1.50)	1.11 (0.60-1.90)	1.32 (0.90-2.10)	1.34 (0.90-2.00)	0.57 (0.30-0.80)	1.34 (0.80-1.60)
18	Peciololo	0.15 (0.10-0.30)	0.16 (0.10-0.30)	0.24 (0.10-0.40)	0.35 (0.20-0.50)	0.28 (0.20-0.40)	0.09 (0.05-0.15)	0.26 (0.20-0.30)
19	Ângulo da nervura principal em relação ao eixo central da lâmina	94° (90°-103°)	94° (90°-100°)	95° (90°-102°)	99° (93°-102°)	95° (92°-103°)	93° (90°-97°)	93° (91°-96)

TABELA 3. Autovalores, percentagem de variância explicada e acumulada,  $X^2$  e probabilidades dos eixos mais significativos das análises de CVA da Morfometria Tradicional e Geométrica em diferentes combinações das CVAs resultantes das análises dos caracteres de folha e folíolos do complexo *Copaifera langsdorffii* Desf.

Análise	Eixo	Autovalorção	% Variância Explicada	% Variância acumulada	$X^2$	$\alpha$ error
1	1	41.829	41.829	41.829	2.631.06	$p = 0.000000$
1	2	13.849	13.784	55.613	1.912.04	$P = 0.000000$
1	3	11.393	11.380	66.993	1.532.21	$p = 0.000000$
1	4	8.470	8.460	75.453	1.199.88	$p = 0.000000$
1	5	5.144	5.139	80.592	931.74	$P = 0.000000$
1	6	4.456	4.450	85.042	750.37	$p = 0.000000$
1	7	4.080	4.075	89.117	589.32	$P = 0.000000$
1	8	2.843	2.840	91.957	439.79	$P = 0.000000$
1	9	2.165	2.163	94.120	330.46	$p = 0.000002$
1	10	1.715	1.713	95.833	175.62	$p = 0.002323$
2	1	6.322	23.920	23.920	2.376,00	$p = 0.000000$

<b>Análise</b>	<b>Eixo</b>	<b>Autovalorção</b>	<b>% Variância Explicada</b>	<b>% Variância acumulada</b>	<b>X<sup>2</sup></b>	<b><math>\alpha</math> error</b>
2	2	4.069	15.398	39.318	2.254,00	$p = 0.000000$
2	3	2.494	9.437	48.755	2.134,00	$p = 0.000000$
2	4	2.080	7.871	56.626	2.016,00	$p = 0.000000$
2	5	1.712	6.482	63.108	1.900,00	$p = 0.000000$
2	6	1.476	5.586	68.694	1.786,00	$p = 0.000000$
2	7	1.188	4.496	73.190	1.674,00	$p = 0.000000$
2	8	0.970	3.670	76.860	1.564,00	$p = 0.000000$
2	9	0.779	2.947	79.807	1.456,00	$p = 0.000000$
2	10	0.689	2.606	82.413	1.350,00	$p = 0.000000$
2	11	0.624	2.360	84.773	1.246,00	$p = 0.000000$
2	12	0.559	2.114	86.887	1.144,00	$p = 0.000004$
2	13	0.502	1.901	88.788	1.044,00	$p = 0.000856$
2	14	0.428	1.620	90.408	946,00	$p = 0.026980$
3	1	6.592	26.229	26.229	5.458,77	$p = 0.000000$

<b>Análise</b>	<b>Eixo</b>	<b>Autoavaliação</b>	<b>% Variância Explicada</b>	<b>% Variância acumulada</b>	<b>X<sup>2</sup></b>	<b><math>\alpha</math> error</b>
3	2	3.502	13.934	40.163	4.653,97	$p = 0.000000$
3	3	2.614	10.401	50.564	4.056,66	$p = 0.000000$
3	4	1.980	7.875	58.439	3.546,55	$p = 0.000000$
3	5	1.417	5.637	64.076	3.113,15	$p = 0.000000$
3	6	1.269	5.048	69.124	2.762,82	$p = 0.000000$
3	7	1.135	4.514	73.638	2.437,58	$p = 0.000000$
3	8	0.930	3.701	77.339	2.136,53	$p = 0.000000$
3	9	0.755	3.004	80.343	1.875,47	$p = 0.000000$
3	10	0.615	2.448	82.791	1.652,18	$p = 0.000000$
3	11	0.541	2.151	84.942	1.461,80	$p = 0.000020$
3	12	0.516	2.052	86.994	1.290,22	$p = 0.001592$
3	13	0.506	2.014	89.008	1.125,05	$p = 0.040560$
4	1	10.097	21.169	21.169	7.770,61	$p = 0.000000$
4	2	7.030	14.740	35.909	6.911,43	$p = 0.000000$

<b>Análise</b>	<b>Eixo</b>	<b>Autoavaliação</b>	<b>% Variância Explicada</b>	<b>% Variância acumulada</b>	<b>X<sup>2</sup></b>	<b><math>\alpha</math> error</b>
4	3	4.813	10.092	46.001	6.167,71	$p = 0.000000$
4	4	3.186	6.680	52.681	5.539,34	$p = 0.000000$
4	5	2.854	5.984	58.665	5.028,20	$p = 0.000000$
4	6	2.726	5.716	64.381	4.546,55	$p = 0.000000$
4	7	2.185	4.582	68.963	4.076,94	$p = 0.000000$
4	8	1.779	3.730	72.693	3.663,35	$p = 0.000000$
4	9	1.410	2.956	75.649	3.298,46	$p = 0.000000$
4	10	1.405	2.947	78.596	2.984,38	$p = 0.000000$
4	11	1.227	2.572	81.168	2.671,06	$p = 0.000010$
4	12	1.140	2.391	83.559	2.385,24	$p = 0.001509$
4	13	1.095	2.295	85.854	2.113,58	$p = 0.043558$

Tabela 4. Lista de caracteres utilizados no estudo da Taxonomia do complexo *Copaifera coriacea* Mart.

<b>Nº</b>	<b>CARACTERE</b>	<b>ESTADO</b>
<b>HÁBITO</b>		
01	Tipo	1- sem pilosidade 2- puberulento 3- pubescente 4- hirsuto
02	Altura (m)	
<b>FOLHA</b>		
03	Número de pares de folíolos no espécime	
04	Tipo de pilosidade da raque	1- sem pilosidade 2- puberulento 3- pubescente 4- hirsuto
05	Relação dos folíolos – Proximais X Distais	1- 1:1 2- 1:2 3- 2:1
06	Consistência dos folíolos	1- papiráceos 2- cartáceos 3- coriáceos 4- sub-crassos ou crassos
07	Indumento na face adaxial dos folíolos	1- ausente 2- pubérulo 3- pubescente 4- tomentoso 5- hirsuto
08	Indumento na face abaxial dos folíolos	6- com tricomas glandular-bulbosos na base 1- ausente 2- pubérulo 3- pubescente 4- tomentoso 5- hirsuto 6- com tricomas glandular-bulbosos na base



<b>Nº</b>	<b>CARACTERE</b>	<b>ESTADO</b>
<b><i>FOLÍOLO MAIS DISTAL (1)</i></b>		
09	Pilosidade da lâmina na face adaxial	1-ausente 2-presente
10	Pilosidade da lâmina na face abaxial	1-ausente 2-presente
11	Pilosidade da nerv. princ. na face adaxial	1-ausente 2-presente
12	Pilosidade da nerv. princ. na face abaxial	1-ausente 2-presente
13	Ápice	1-obtuso 2-agudo
14	Ponta do ápice	1-obtuso 2-emarginado 3-mucronado
15	Base	1-quase iguais 2-fortem. desiguais
16	Margem da lâmina	1-plana 2-levemente revoluta 3-revoluta
17	Disposição dos folíolos:	1-opostos 2-alternos
<b><i>SEGUNDO FOLÍOLO MAIS DISTAL (2)</i></b>		
18	Pilosidade da lâmina na face adaxial	1-ausente 2-presente
19	Pilosidade da lâmina na face abaxial	1-ausente 2-presente
20	Pilosidade da nerv. princ. na face adaxial	1-ausente 2-presente
21	Pilosidade da nerv. princ. na face abaxial	1-ausente 2-presente
22	Ápice	1-obtuso 2-agudo
23	Ponta do ápice	1-obtuso 2-emarginado 3-mucronado

<b>Nº</b>	<b>CARACTERE</b>	<b>ESTADO</b>
24	Base	1- obtusa 2- cordiforme 3- cuneada 4- fortemente assimétrica
25	Margem da lâmina	1- plana 2- levemente revoluta 3- revoluta
26	Disposição dos folíolos:	1- opostos 2- alternos
<b>INFLORESCÊNCIA</b>		
27	Panícula (localização)	1- terminal 2- axilar 3- terminal e axilar 4- subterminal
28	Panícula (cm)	
29	Tamanho da panícula em relação a folha subjacente	1- de comprimento maior que o das folhas 2- de comprimento menor que o das folhas 3- do mesmo comprimento das folhas
30	Tipo de pilosidade do pedúnculo	1- glabro 2- pubérulo 3- pubescente 4- tomentoso 5- hirsuto
31	Nº de ramos secundários	
32	Nº de flores por ramo secundário	
<b>BRACTÉOLAS</b>		
33	Bractéolas externas -Compr. X Larg.- (mm)	
34	Bractéolas externas (pilosidade)	1- glabras em ambas as faces 2- pilosas em ambas as faces 3- pilosas apenas na face externa 4- pilosas apenas na face interna 5- pilosas apenas nas margens

<b>Nº</b>	<b>CARACTERE</b>	<b>ESTADO</b>
35	Bractéola interna - Compr. X Larg. - (mm)	
36	Bractéolas interna (pilosidade)	1- glabra em ambas as faces 2- pilosas em ambas as faces 3- pilosas apenas na face externa 4- pilosas apenas na face interna 5- pilosas apenas nas margens
<b>BOTÃO FLORAL</b>		
37	Botão floral (forma)	1- oval 2- orbicular
38	(Botão floral) com ápice	1- obtuso 2- acuminado
<b>FLORES</b>		
39	Flores (pedicelo)	1- pediceladas (0,5 – 1 mm) 2- curto-pediceladas (0,2 – 0,4 mm) 3- sésseis (0 – 0,1 mm)
40	Pilosidade das sépalas	1- externa e internamente glabras 2- externa e internamente pilosas 3- externamente glabras e internamente pilosas 4- externamente pubescentes e internamente pilosas
41	Sépalas	1- desiguais entre si 2- iguais entre si
42	Sépalas (tamanho relativo)	1- uma maior e três menores 2- uma menor e três maiores 3- duas maiores e duas menores
43	Tamanho das sépalas Maior - Compr. X Larg. (mm)	
44	Tamanho das sépalas 2ª Maior – Compr. X Larg. (mm)	
45	Tamanho das sépalas 3ª Maior – Compr. X Larg. (mm)	
46	Tamanho das sépalas Menor - Compr. X Larg. (mm)	
47	Forma da sépala maior	1- oval 2- elíptica 3- oblonga 4- lanceolada

<b>Nº</b>	<b>CARACTERE</b>	<b>ESTADO</b>
48	Forma da 2ª sépala maior	1- oval 2- elíptica 3- oblonga 4- lanceolada
49	Forma 3ª sépala maior	1- oval 2- elíptica 3- oblonga 4- lanceolada
50	Forma da sépala menor	1- oval 2- elíptica 3- oblonga 4- lanceolada
51	Ovário (estípite) (mm)	
52	Ovário (forma geral)	1- orbicular 2- oblongo 3- oblongo-orbicular
53	(pilosidade do ovário)	1- completamente glabro 2- piloso apenas nas margens 3- pubescente em uma das margens 4- completamente piloso 5- glabro com tricomas apenas na base do estilete
54	Estilete (compr.) (mm)	
55	Estames (nº)	1- 8 -10 2- 10
<b>FRUTO</b>		
56	Legume - Compr. X Larg. (cm)	
57	Legume (pilosidade das valvas)	1- completamente glabro 2- piloso nas margens 3- esparsamente pubescente nas margens 4- esparsamente piloso 5- completamente piloso
58	Legume - Compr. do estípite (cm)	

<b>Nº</b>	<b>CARACTERE</b>	<b>ESTADO</b>
59	Legume (pilosidade do estípite)	1- glabro 2- pubescente 3- hirsuto
<b>SEMENTE</b>		
60	Semente (forma do contorno)	1- oblonga 2- orbicular 3- elipsóide
61	Semente (cor do arilo)	1- branca 2- vermelha 3- amarela 4- laranja 5- Purpúrea
62	Semente (extensão do arilo)	1- envolvendo ca. 1/3 da semente 2- envolvendo 1/2 da semente 3- envolvendo ca. 2/3 da semente 4- envolvendo quase toda a semente

TABELA 5. Preferências ecológicas dos táxons amostrados nas populações naturais e dos espécimes de herbários do complexo *Copaifera langsdorffii* Desf. utilizados neste estudo, provenientes dos estados das Regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil.

<b>Espécie</b>	<b>Alt. (m) (Máx.-Min.)</b>	<b>Latitude (Máx.-Min.)</b>	<b>Longitude (Máx.-Min.)</b>	<b>Ecosistema</b>	<b>Geologia</b>	<b>Textura do Solo</b>	<b>Clima</b>
<i>C. langsdorffii</i>	200-1.500	7°-34°	38°-70°	Cerrado, Cerradão, Campo Rupestre, Caatinga, Florestas Estacionais e Úmidas, de Galeria e Ciliar	diversos	diversos	diversos
<i>C. lucens</i>	50-300	13°-22°	39°-42°	Floresta Atlântica	Rochas cristalinas do Pré-Cabriano e sedimentares quaternárias	Argilosa ou arenosa	Litorâneo Úmido
<i>C. malmei</i>	100-600	10°-22°	47°-60°	Cerrado	Rochas cristalinas do Pré-Cabriano	Areno- argilosa	Tropical
<i>C. oblongifolia</i>	300-900	1°-225°	42°-62°	Cerrado	Rochas sedimentares terciárias e quaternárias	Arenosa	Tropical e equatorial Úmido
<i>C. sabulicola</i>	500-1350	10°-15°	41°-46°	Cerrado	Rochas sedimentares terciárias	Arenosa	Tropical e Semi-Arido

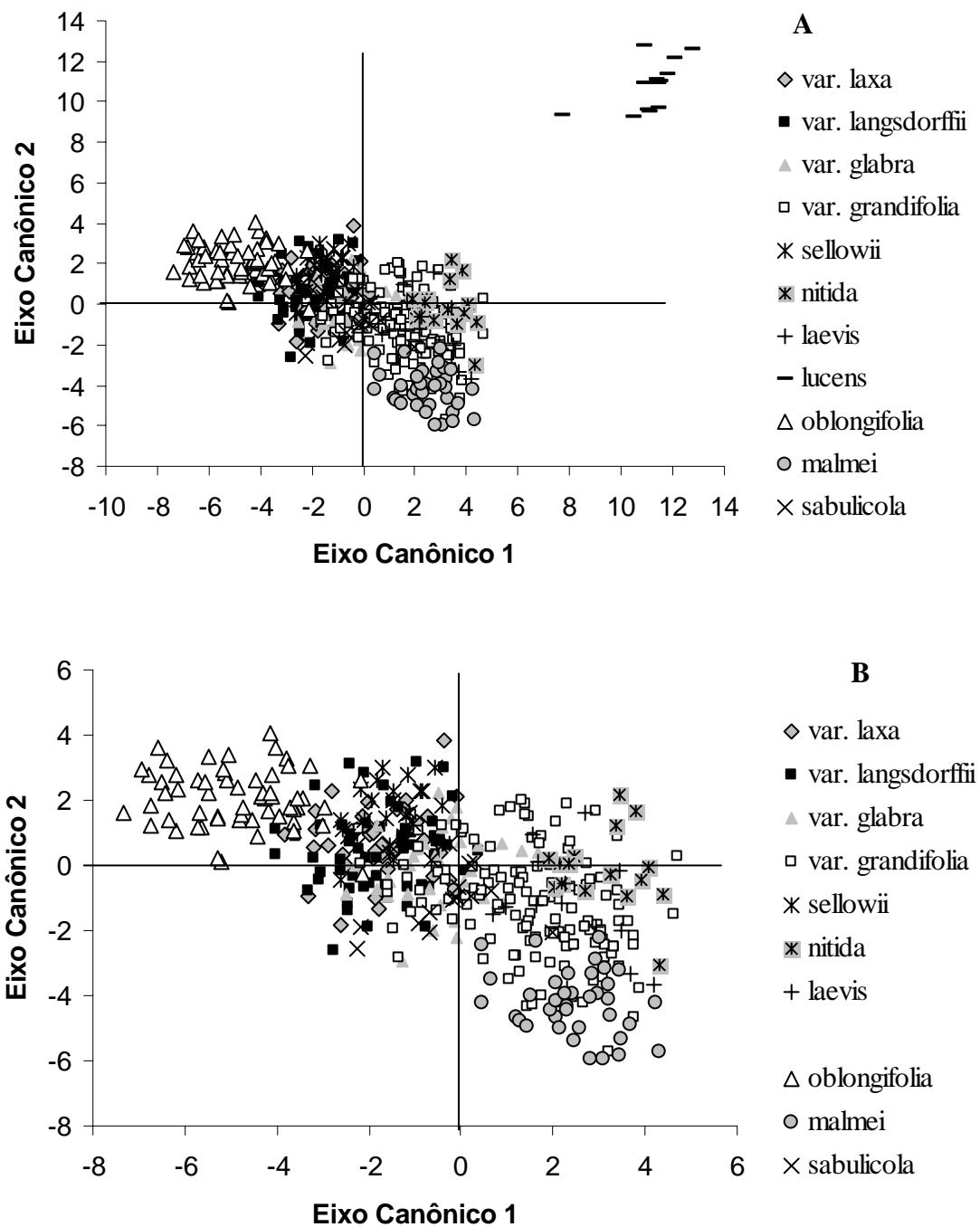


FIGURA 1. Representação dos escores dos eixos canônicos da CVA usando 179 caracteres, sendo 19 caracteres contínuos analisados pela Morfometria Tradicional e 160 coeficientes elípticos de Fourier analisados pela Morfometria Geométrica no complexo *Copaifera langsdorffii* Desf. A - eixos canônicos 1 x 2, mostrando todos os nomes de táxons estudados; B – Detalhe sem *Copaifera lucens* Dwyer.

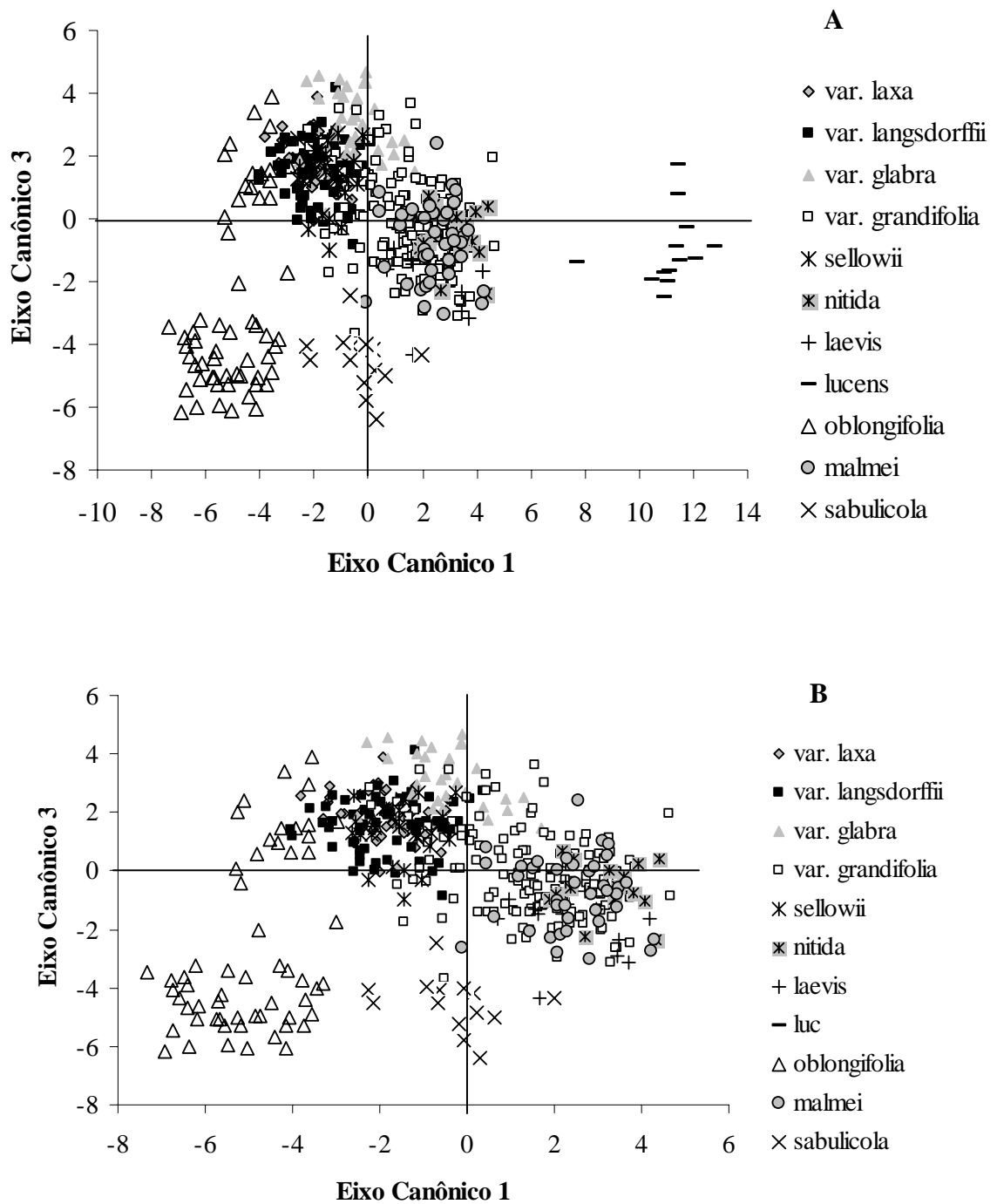


FIGURA 2. Representação dos escores dos eixos canônicos da CVA usando 179 caracteres, sendo 19 caracteres contínuos analisados pela Morfometria Tradicional e 160 coeficientes elípticos de Fourier analisados pela Morfometria Geométrica no complexo *Copaifera langsdorffii* Desf. A - eixos canônicos 1 x 3, mostrando todos os nomes de táxons estudados; B - Detalhe sem *Copaifera lucens* Dwyer.



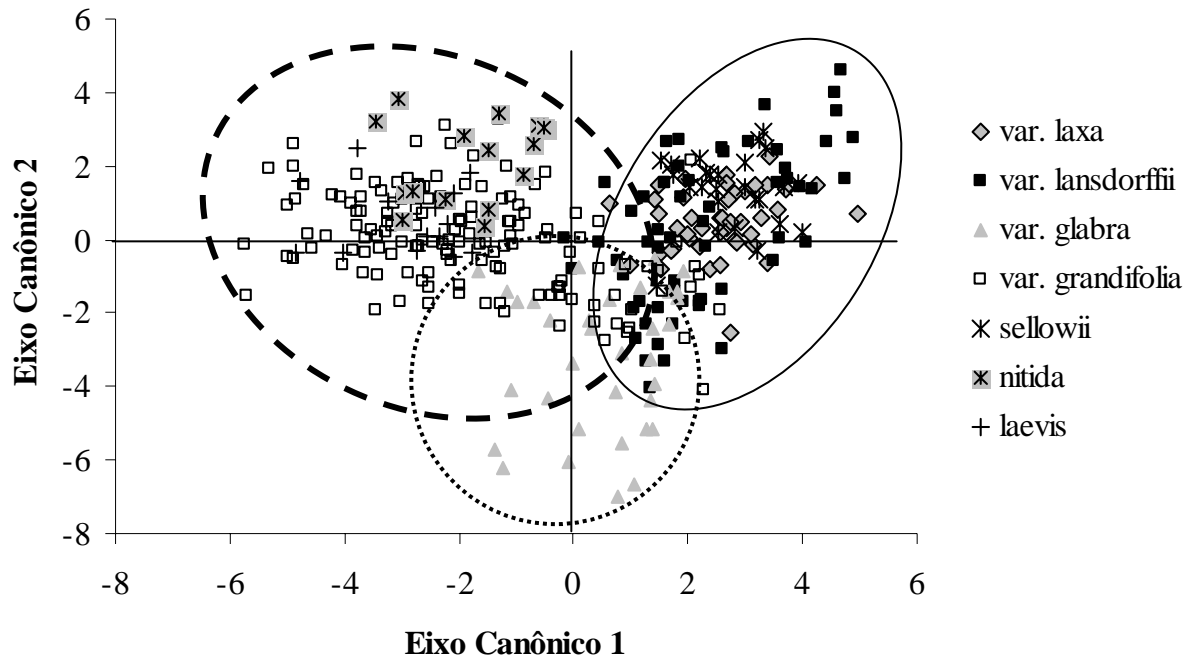


FIGURA 3. Representação dos escores dos eixos canônicos da CVA usando 179 caracteres, sendo 19 da Morfometria Tradicional e 160 dos coeficientes elípticos de Fourier da Morfometria Geométrica para as 18 populações e 334 indivíduos de *C. laevis* e *C. langsdorffii*, suas variedades e sinônimos do complexo *Copaifera langsdorffii* Desf.

Distância Generalizada de Mahalanobis/UPGMA

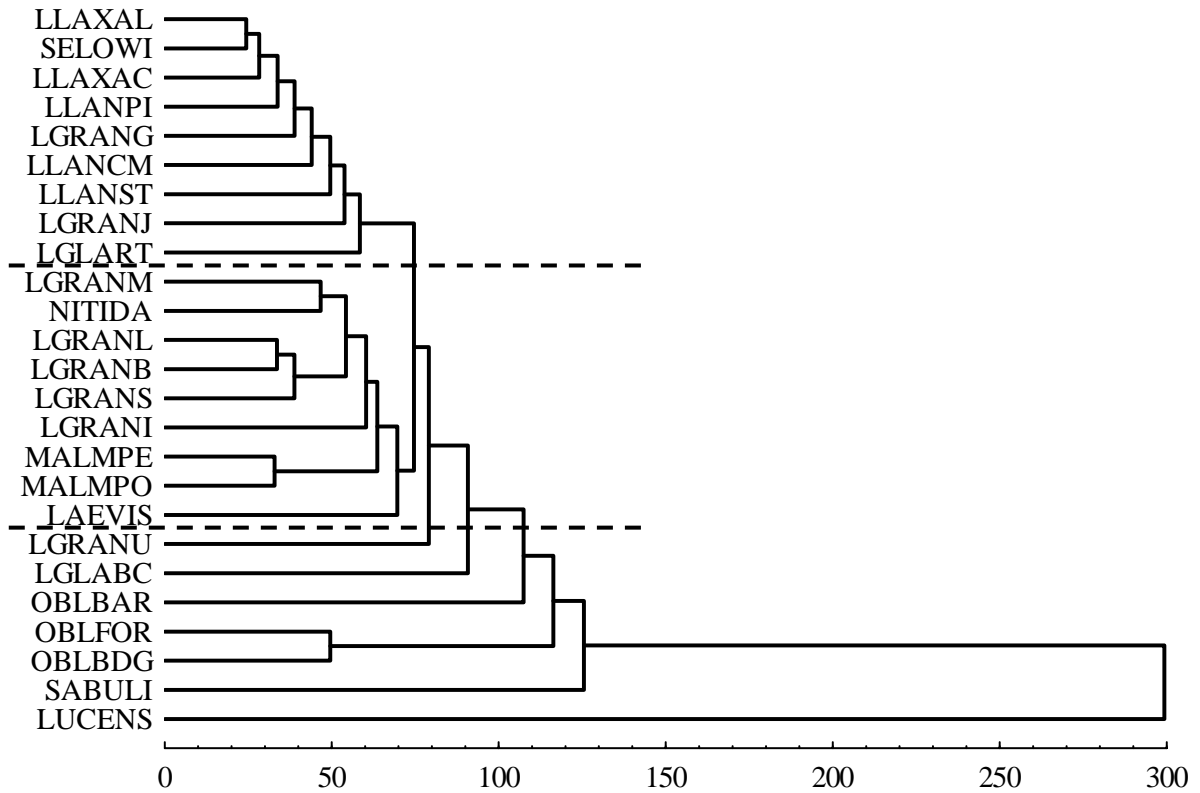


FIGURA 4. Dendrograma mostrando as relações fenéticas entre as 12 populações analisadas através dos escores obtidos nas CVAs da morfometria tradicional e geométrica para o complexo *Copaifera coriacea* Mart. Construído a partir da distância generalizada de Mahalanobis utilizando o algoritmo UPGMA.

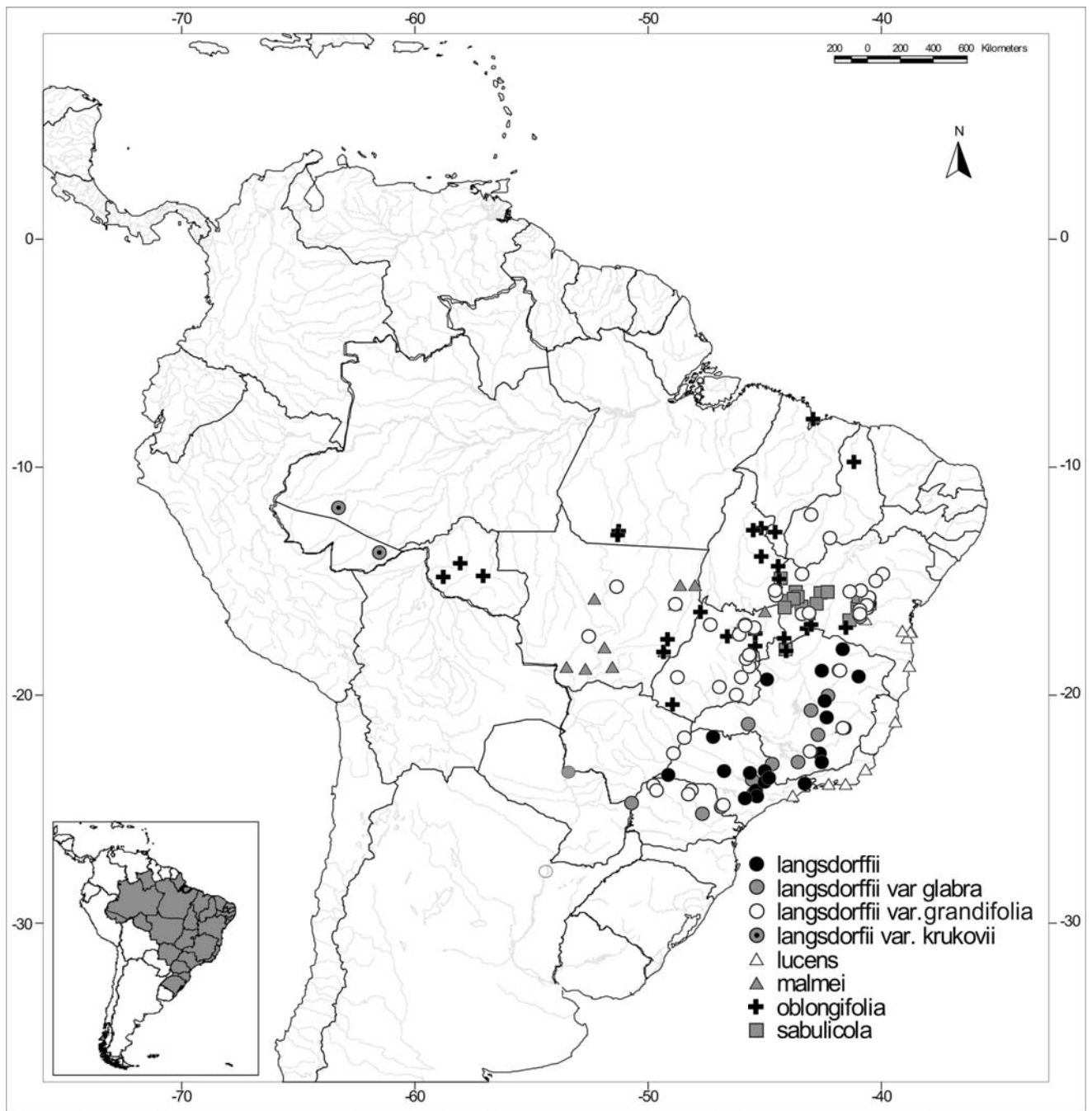


FIGURA 5. Mapa de distribuição geográfica e regiões de simpatria, parapatry e alopatry dos membros do complexo *Copaifera langsdorffii* Mart. baseado em coletas de campo, material de herbário e localização das populações estudadas.

## ***CAPÍTULO 4***

---

**Estudo filogenético em *Copaifera* L. (Leguminosae) abordando os complexos *C. coriacea* Mart. e *C. langsdorffii* Desf.**

Este capítulo está organizado para ser submetido à revista Systematic Botany

**Estudo filogenético em *Copaifera* L. (Leguminosae) abordando os complexos *C. coriacea* Mart. e *C. langsdorffii* Desf.**

JORGE ANTONIO SILVA COSTA<sup>1,2</sup>

Laboratório de Sistemática Molecular de Plantas, Departamento de Ciências Biológicas  
Universidade Estadual de Feira de Santana, Rodovia BR116, Km 03, Campus  
Universitário, 44.031-460, Feira de Santana, Bahia, Brasil.

<sup>1</sup>Autor para correspondência ([jorgeasc@ufba.br](mailto:jorgeasc@ufba.br))

<sup>2</sup>Endereço atual: Colegiado de Ciências Biológicas, Instituto de Ciências Ambientais e  
Desenvolvimento Sustentável, Universidade Federal da Bahia, Rua Prof. José Seabra, s/n,  
Campus Reitor Edgard Santos, 47.805-100, Barreiras, Bahia, Brasil;

LUCIANO PAGANUCCI DE QUEIROZ

Laboratório de Sistemática Molecular de Plantas, Departamento de Ciências Biológicas  
Universidade Estadual de Feira de Santana, Rodovia BR116, Km 03, Campus  
Universitário, 44.031-460, Feira de Santana, Bahia, Brasil.

CÁSSIO VAN DEN BERG

Laboratório de Sistemática Molecular de Plantas, Departamento de Ciências Biológicas  
Universidade Estadual de Feira de Santana, Rodovia BR116, Km 03, Campus  
Universitário, 44.031-460, Feira de Santana, Bahia, Brasil.

Título curto: Estudo filogenético em *Copaifera* do Brasil

**Resumo.** *Copaifera* L. (Leguminosae-Caesalpinioideae) possui uma distribuição Pantropical e 38 espécies. O gênero pertence ao clado Detarieae *s.l.*, mas um estudo utilizando dados de seqüências é apresentado aqui pela primeira vez. Um total de 25 táxons foram incluídos na análise utilizando as regiões de ITS e trnL-F, dentre os quais 20 pertencem a *Copaifera* e as cinco restantes pertencem aos gêneros *Hymenaea*, *Peltogyne* e *Guibourtia*. Estudos recentes mostram dois complexos de espécies ocorrentes na região extra-amazônica do Brasil: 1) complexo *Copaifera langsdorffii* Desf.; e, 2) *C. coriacea* Mart. Estes complexos de espécies vêm sendo estudados através de análises biosistemáticas e taxonômicas, visando encontrar caracteres morfológicos que permitissem o reconhecimento e a circunscrição dos táxons envolvidos. O presente estudo teve por objetivo verificar as relações entre os táxons envolvidos nos complexos, suas relações com outras espécies do gênero e a evolução de caracteres morfológicos. Os resultados mostram que a região de trnL-F é muito conservada para análise intragenérica em *Copaifera*. A análise com a região de ITS confirma o monofiletismo do gênero para as espécies americanas e mostra que a espécie *C. langsdorffii*, com a delimitação taxonômica atual, é parafilética. O complexo *C. coriacea* possui táxons com histórias de vida recente, mas que são condizentes com a delimitação proposta pelas análises biosistemáticas e taxonômicas. Os padrões de diversificação encontrados sugerem que houve inicialmente uma mudança evolutiva de um grupo ancestral de árvores de florestas para um grupo de arbustos de ambientes secos e abertos. Neste último grupo, a presença de arilo branco nas sementes parece estar relacionada a ambientes de alta insolação como a Caatinga e o Cerrado, enquanto arilo de diferentes cores (amarelo, laranja, etc.) são encontrados em espécies que habitam florestas.

**Palavras-chave:** *Copaifera*, *Leguminosae*, *ITS*, *complexo de espécies*.

**Abstract.** *Copaifera* L. (Leguminosae-Caesalpinioideae) is Pantropical, and include 38 species. The genus belong to Detarieae *s.l.* clade, but the study presented here is the first time with sequence data in *Copaifera*. A total of 25 taxa, including 20 *Copaifera*, and five species the genera *Hymenaea*, *Peltogyne*, and *Guibourtia*. The recent studies shows two species complex: 1) *Copaifera langsdorffii* Desf. complex; and, 2) *C. coriacea* Mat. complex, distributed in Brazil extra-amazonic. These species complex has been studied through taxonomic, and biosystematics analyses. Our goal was study the species complex relationships, and morphological evolution in the genus. Our analysis concurs with others studies that *Copaifera* American is supported as monophyletic. The *C. langsdorffii* species

is paraphyletic with current circumscription. The species of *C. coriacea* complex share the life histories recent, and concurs with the biosystematics, and taxonomic analyses in suggesting that are distinct taxa.

**Keywords:** *Copaifera*, *Leguminosae*, *ITS*, *species complex*.

*Copaifera* L. (Leguminosae – Caesalpinioideae) possui uma distribuição Pantropical e 38 espécies. Está incluído no clado Detarieae *s.l.* (*sensu* Bruneau et al. 2000, 2001) que engloba gêneros antes pertencentes às tribos Amerhstieae e Detarieae (*sensu* Cowan e Polhill 1981) e Macrolobieae (*sensu* Bretler 1995). O clado Detarieae *s.l.* compreende cerca da metade dos gêneros da subfamília Caesalpinioide (83 dos 161 gêneros) (Lewis et al. 2005) e exibe uma grande diversidade de morfologia floral (Fouguère-Danezan et al. 2003). Os membros desse grupo compartilham uma combinação de caracteres que, embora não esteja presente em todos os táxons, os distinguem de todas as outras Caesalpinioideae. As sinapomorfias morfológicas dessa tribo são estípulas intrapeciolares, células de transferência no floema das folhas, bractéolas bem desenvolvidas (imbricadas ou valvares no botão), que freqüentemente têm uma função de proteção, e cotilédones que acumulam amilóides (Cowan and Polhill 1981; Fouguère-Danezan et al 2003; Herendeen et al. 2003). A tendência à perda de órgãos florais é comum entre os gêneros dessa tribo, gerando uma elevada diversidade de formas (Tucker 2000).

Análises moleculares recentes confirmaram o monofiletismo das Detarieae *s.l.* e apoiaram a hipótese de que essa tribo é a segunda a divergir nas Leguminosae, logo após a separação das Cercideae (Bruneau et al. 2000, 2001). Contudo, em Detarieae *s.l.* diversos grupos encontram-se mal resolvidos, dentre eles, um grupo conhecido como “produtor-de-resina”, do qual *Copaifera* faz parte (Lee and Langenhein 1975; Langenhein 1981; Fouguere-Danezan et al. 2003). A falta de resolução desse grupo parece dever-se principalmente a uma baixa amostragem para a maioria dos gêneros de Caesalpinioideae (Herendeen et al. 2003; Lewis et al. 2005). Por exemplo, nos estudos disponíveis até então, *Copaifera* é representado por apenas duas espécies provenientes do continente africano (Bruneau et al. 2000, 2001; Fouguere-Danezan et al. 2003; Herendeen et al. 2003).

Na tentativa de conhecer melhor as relações genéricas no clado “produtor-de-resina”, Fouguère-Danezan et al. (2003) utilizaram três regiões (intron *trnL*, espaçador *trnL-F* de plastídeo e ITS nuclear) de DNA em análises com membros desses gêneros. Nesse trabalhos, os autores concluem que a região nuclear do ITS tem taxas de substituição rápidas, inadequadas para o problema analisado. Comentam também que talvez essa região fosse melhor empregada para o entendimento das relações dentro dos gêneros.

Na tentativa de esclarecer as relações filogenéticas nos complexos *C. coriacea* e *C. langsdorffii* e compará-los com os resultados de estudos biossistemáticos (Costa et al., CAPs. 1 e 3), utilizou-se um fragmento de plastídeo (*trnL-F*) e um nuclear (ITS). Assim, o



objetivo principal deste trabalho foi verificar a relação entre os táxons propostos para os complexos *C. coriacea* e *C. langsdorffii* e seus posicionamentos em relação às demais espécies do gênero.

## MATERIAL E MÉTODOS

**Amostragem dos Táxons.** Foram amostrados 25 táxons, dos quais 20 pertencem a *Copaifera* e os demais a outros gêneros das Detarieae *s.l.*, para a região nuclear do espaçador interno transcrito (ITS) do rDNA e para o espaçador plastidial *trnL-F*. O grupo externo foi definido com base nos resultados das análises mais recentes que mostram os gêneros *Hymenaea* e *Peltogyne* como membros de um clado próximo ao clado onde aparecem as *Copaifera* (p.ex. Bruneau et al. 2000, 2001; Fouguere-Danezan et al. 2003; Herendeen et al. 2003) (Tab. 1).

**Extração de DNA, amplificação e seqüenciamento.** O DNA foi extraído de amostras dos folíolos desidratadas em sílica-gel, utilizando-se uma versão modificada do protocolo CTAB-2x (Cationic Hexadecyl Trimethyl Ammonium Bromide), descrito em Doyle and Doyle (1987). Para amplificação e seqüenciamento do ITS foram usados os *primers* 75 e 92 de Desfeaux et al. (1996). A amplificação foi realizada em reação de 50µl, contendo na concentração final de reação tampão 1x, MgCl<sub>2</sub> 2,5 mM, dNTPs 1mM, *primer* 0,5µM, BSA 1µg, betaína 10M, DMSO 1,5%, Taq DNA polimerase 1,25u e DNA 1µl. O programa de amplificação consistiu de 40 ciclos de 94° de denaturação por 45 seg., 56° de anelamento por 1 min, e 72° de extensão por 1,3 min. Para algumas amostras foi utilizada a temperatura de 58° para anelamento por 1 min. Para a amplificação e seqüenciamento do *trnL-F*, foram usados os *primers* univesais C e F (*sensu* Taberlet et al. 1991). A amplificação foi conduzida em reação de 50µl, contendo na concentração final de reação tampão 1x, MgCl<sub>2</sub> 1,5mM, dNTPs 1mM, *primer* 0,5µM, BSA 1µg, betaína 10M, DMSO 1,5%, Taq DNA polimerase 1,25u e DNA 1µl. O programa de amplificação consistiu de 30 ciclos de 92° de denaturação por 45 seg., 49° – 50° de anelamento por 45 seg. e 72° de extensão por 2 min. Para algumas amostras foi utilizada a temperatura de 52° para anelamento por 45 seg. Todas as reações de PCR foram conduzidas em um termociclador PCR GeneAmp 9700 (Applied Biosystems). Os fragmentos de PCR foram purificados por tratamento enzimático com Exonuclease I (EXO) e *Shrimp Alkaline Phosphatase* (SAP) (Amersham Biosciences). As reações de seqüenciamento foram feitas com o kit Big Dye Terminator versão 3.1 (Applied Biosystems). As amostras foram seqüenciadas em ambas as direções usando o seqüenciador automático Spectrumedix SCI SCE9624 do Laboratório

Molecular de Plantas (LAMOL) da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), com os mesmos *primers* utilizados na reação de PCR.

**Análise Filogenética.** Os eletroferogramas obtidos foram editados usando o programa *Standen Package* (Standen et al. 1998) e alinhados utilizando-se o programa CLUSTAL X (Thompson et al. 1997) e os alinhamentos resultantes foram corrigidos manualmente. Análises de Parcimônia foram realizadas usando o programa PAUP\* (Phylogenetic Analysis Using Parsimony) versão 4.0b10 (Swofford 1998) usando parcimônia de Fitch (pesos iguais, não ordenado; Fitch 1971) como o critério de otimização. A análise com os dados da região ITS consistiu de 2.000 replicações com adição de táxons aleatória (random táxon-addition replicates) usando o algoritmo TBR, limitada a 15 árvores por replicação, servindo como estratégia para reduzir a busca em “ilhas de árvores” sub-ótimas na análise. O suporte dos clados foi avaliado através de bootstrap (Felsenstein 1985) com 2.000 replicações, usando os mesmos parâmetros de busca usados na busca heurística, salvando 15 árvores por replicação.

Caracteres ecológicos e morfológicos foram otimizados sobre a árvore de consenso para discussão de hipóteses de evolução dos mesmos a partir das relações entre os clados e as espécies, encontradas nos cladogramas.

## RESULTADOS

**Tamanho e características dos dados moleculares e Análise de Parcimônia.** A matriz gerada para o fragmento de ITS apresentou 752 pares de base (pb) dos quais 627 foram considerados nas análises. Foram encontrados 149 caracteres variáveis, dos quais 125 caracteres foram informativos para a parcimônia, com um número de mudança por sítio variável de 3,72.

A análise Máxima Parcimônia (MP) gerou 252 árvores igualmente parcimoniosas com 466 passos, índice de consistência (CI) igual a foi de 0,70 e o índice de retenção (RI) igual a 0,78.

O consenso estrito (Fig. 1) foi bem sustentado para poucos grupos (clados A-G) que apresentaram suporte de *bootstrap* (BS) entre 87% e 100%, enquanto a maioria apresentou um BS entre 55% e 68%. O clado A inclui *C. arenicola* e *C. langsdorffii* var. *langsdorffii* com BS = 88%. O clado B inclui todas as demais espécies de *Copaifera* analisadas apresentando baixo suporte (BS 55%) e tendo *C. trapezifolia* como grupo-irmão das demais espécies do clado, mas com BS inferior a 50%. O clado C (BS < 50%) mostra também um baixo suporte para separar *C. lucens* dos clados D e E. O clado D foi

sustentado com BS 87%, mas não apresenta resolução interna gerando uma politomia entre *C. nitida*, *C. sabulicola*, *C. langsdorffii* var. *glabra*, *C. laevis* e *C. langsdorffii* var. *grandifolia*. O clado E inclui o clado F formado por *C. duckei* e *C. paupera* e um outro clado que inclui *C. aromatica*, *C. malmei* e *C. elliptica* como grupo-irmão do clado G (BS 67%), que é formado por *C. martii* var. *martii*, *C. martii* var. *rigida*, *C. luetzelburgii*, *C. coriacea*, *C. depilis* e *C. cordifolia*.

Não foram encontradas amostras depositadas no GenBank de outras espécies de *Copaifera* que tivessem sido seqüenciadas para a região de ITS. Por isso, apenas as espécies seqüenciadas neste estudo foram analisadas.

A análise baseada na matriz alinhada do espaçador plastidial *trnL-F* apresentou uma resolução muito baixa, gerando uma politomia o que tornou inviável qualquer conclusão.

## DISCUSSÃO

**Relações filogenéticas e comparação com as análises biossistemáticas dos complexos ocorrentes no Brasil extra-amazônico.** Embora não tenha sido o objetivo principal deste estudo, é possível verificar que o gênero apresenta máximo valor de *bootstrap* na análise de ITS, utilizando-se espécies da América Central (*C. aromatica*), Amazônia (*C. paupera*) e de várias regiões do Brasil (complexo *C. coriacea* e *C. langsdorffii*) (Fig. 1).

O clado A mostra *C. langsdorffii* var. *langsdorffii* mais relacionada a *C. arenicola* refutando a hipótese de que é mais relacionada aos táxons incluídos no clado D e a *C. lucens* (Bentham 1870; Dwyer 1951, 1954). Isso sugere que *C. langsdorffii* var. *langsdorffii* seria um táxon distinto daqueles tidos como relacionados. Contudo, as análises morfológicas e taxonômicas realizadas por Costa et al. (CAP. 3 e 5) mostram grande sobreposição de caracteres entre os táxons que aparecem aqui no clado D e *C. langsdorffii* var. *langsdorffii*, indicando que a hipótese filogenética está imprecisa ou que existe muitos eventos de hibridação e introgressão entre as espécies do complexo.

O clado D é composto, em grande parte, por táxons do complexo *C. langsdorffii* enquanto a variedade típica da espécie aparece fora desse grupo. A análise de ITS mostrando *C. sabulicola* relacionada a esse complexo reforça a idéia de relação genética desta espécie que é um arbusto ou raramente uma árvore e apresenta 2 – 3 pares de folíolos, com os táxons que são árvores e apresentam 3 – 5(- 6) pares de folíolos por folha. As observações de populações naturais mostram *C. sabulicola* crescendo como arbusto,

com folhas sésseis apresentando nenhuma ou pouca variação e flores pediceladas, em ambientes abertos do Cerrado *sensu stricto*. Já nas populações em que esta espécie aparece sintopicamente com *C. langsdorffii*, os indivíduos podem ser arbustos ou árvores e apresentar-se muito variada com folhas sésseis ou pecioladas e flores sem pedicelo. Nestes casos, elas geralmente estão crescendo em borda de mata no Cerradão ou floresta de encosta. Análises de genética de populações poderão ajudar a esclarecer essa questão.

*Copaifera arenicola* aparece no clado A distante de *Copaifera duckei*, reforçando as análises taxonômicas realizadas por Costa e Queiroz (CAP. 5) e, sugerindo que elas devem ser tratadas como espécies distintas conforme o proposto por Dwyer (1951) e questionado por Ducke (1959) (ver Costa e Queiroz, CAP. 5 e Apêndice II).

O clado G inclui todas as espécies relacionadas ao complexo *C. coriacea*. Na base do clado aparece *C. martii* var. *martii* como grupo-irmão dos demais táxons e *C. martii* var. *rigida* como grupo-irmão de um clado formado por *C. coriacea*, *C. cordifolia*, *C. depilis* e *C. luetzelburgii*. A inclusão de *C. depilis* trouxe uma nova luz ao estudo do complexo *C. coriacea*, pois esta espécie aparece relacionada a *C. luetzelburgii* na análise de ITS, embora diferencie-se desta última principalmente pela ausência de indumento. A hipótese taxonômica de que as espécies desse complexo são relacionadas (Ducke 1915; 1922; 1930; Dwyer 1951; Ducke 1959) é apoiada tanto pelos dados de variabilidade morfológica (p. ex. Costa et al. CAP. 1) como pelos dados de ITS. Assim, os resultados parecem confirmar que as espécies desse complexo devem compartilhar uma história evolutiva recente, o que deve se refletir na similaridade morfológica observada entre as populações destes táxons, como foi observado na análise bio sistemática (Costa et al., CAP. 1).

A análise mostra *C. martii* var. *martii* e *C. martii* var. *rigida*, formando uma politomia no clado G (Fig. 1), sendo inconclusiva para confirmar a proposta de que se trata de táxons distintos (p.ex. Bentham 1870; Ducke 1915, 1922; Costa et al., CAP. 1) ou mesmo para corroborar a idéia de que existe apenas uma espécie (p.ex. Dwyer 1951; Ducke 1959). *Copaifera coriacea*, *C. cordifolia*, *C. luetzelburgii* e *C. depilis* aparecem relacionadas no clado G, mas também com baixo suporte.

Análises envolvendo outras regiões de DNA, tais como ETS, *psbA-trnH*, *rpoB-trnC* e/ou estudos em genética de populações poderão ajudar a elucidar melhor as relações evolutivas em *Copaifera*, uma vez que a região de ITS, isoladamente, se mostrou pouco conclusiva para a maioria das espécies. A inclusão de uma região de plastídio ou de outras regiões poderão dar maior robustez à análise.

**Implicações evolutivas e morfológicas na delimitação de espécies.** As hipóteses filogenéticas obtidas nesse trabalho indicam que o gênero pode ter evoluído a partir de um ancestral que crescia em ambientes de floresta e que a ocupação de ambientes mais abertos ocorreu através de três eventos independentes, resultando em um grupo todo relacionado a formações abertas como se verifica no clado G (Fig. 2). Um clado mais derivado relacionado a formações abertas também foi encontrado nas análises realizadas por Conceição et al. (2006) para o gênero *Chamaecrista*. Contudo, a quantidade de eventos de ocupação de ambientes abertos e a hipótese que o gênero *Copaifera* evoluiu a partir de um ancestral que crescia em floresta só poderão se confirmar com a incorporação de mais táxons na análise.

A cor do arilo das espécies de *Copaifera* analisadas também parece representar uma adaptação aos tipos de ambientes que ocupam. As espécies de floresta possuem arilo de varias cores (amarelo, laranja, vermelho ou purpúreo). As sementes em *Copaifera* são sempre de cor preta e o contraste apresentado entre a cor da semente, a cor do arilo e a cor do fruto devem servir de atrativo para as aves que parecem ser os principais dispersores no gênero (p. ex. Mota-Junior and Lombardi 1990). Segundo Weiss (1995), o contraste apresentado por flores e frutos de coloração distinta em uma mesma planta serve como mecanismo de atração à longa distância e, apenas ao chegar próximo às plantas os animais atraídos têm outro tipo de comportamento para escolha do recurso a ser consumido. As espécies de áreas abertas possuem frutos com valvas de cores vermelhas a roxas que contrastam com o arilo branco e a semente preta, podendo também servir de atrativo a longa distância (Fig. 2).

*Copaifera martii* pode representar um bom estudo de caso para análises relacionando cor do arilo e ocupação de ambientes. Segundo Costa et al. (CAP. 1), *C. martii* pode ser uma espécie inicialmente de ambiente aberto como o cerrado e posteriormente ter ocupado áreas de ambiente fechado tais como a floresta de terra firme e outras matas da Amazônia, no final do Pleistoceno ( $\pm 15.000 - 10.000$  anos). Os registros fósseis de *Copaifera* são encontrados desde o Oligoceno ( $\pm 36 - 23$  milhões de anos) (Hollick 1928 *apud* Graham 1992), podendo se tratar de espécies que ocupavam ambientes de floresta. Isto explicaria o fato de uma espécie da Floresta Amazônica possuir arilo branco e ser, aparentemente, mais relacionada a espécies de ambientes abertos como cerrado e caatinga, formando um clado mais derivado (clado G, Fig. 2).

## AGRADECIMENTOS

Nós agradecemos a Silvana Helena Monteiro, Reyjane Patrícia Oliveira e Alessandra S. Schnadelbach pelas valiosas contribuições e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelo suporte financeiro (n° 1431040045982). Jorge A. S. Costa agradece a CAPES pela bolsa de Doutorado. Cássio van den Berg e Luciano P. de Queiroz agradecem pela bolsa (PQ2) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

## LITERATURA CITADA

- BENTHAM, G. 1870. Leguminosae II et III. Swartzieae, Caesalpinieae, Mimoseae - tribus XVII. Cynometreae. *In*: C.E.P. von Martius (ed.). *Flora Brasiliensis*. 15(2): 239-248.
- BRETELER, F.J. 1995. The boundary between Amherstieae and Detarieae (Caesalpinioideae). *In*: CRISP, M.D. and DOYLE, J.J. (eds.). *Advances in Legumes Systematics: Phylogeny*. 7: 53-61.
- BRUNEAU, A.; BRETELER, F.; WIERINGA, J.; FANNIE GERVAIS, G.Y. and FOREST, F. 2000. Phylogenetic relationships in tribes Macrolobieae and Detarieae as inferred from chloroplast *trnL* intron sequences. *In*: HERENDEEN, P.S. and BRUNEAU, A. (eds.). *Advances in Legume Systematics* 9, pp 121-149. Royal Botanic Gardens, Kew.
- BRUNEAU, A.; FOREST, F.; HERENDEEN, P.S.; KLITGAARD, B.B. and LEWIS, G.P. 2001. Phylogenetic relationships in Caesalpinioideae (Leguminosae) as inferred from chloroplast *trnL* intron sequences. *Systematic Botany*. 26(3): 487-514.
- CONCEIÇÃO, A.S.; QUEIROZ, L.P.; van den BERG and LEWIS, G.P. 2006. Phylogeny of *Chamaecrista* (Leguminosae-Caesalpinioideae) based on nuclear and chloroplast DNA regions and patterns in the evolution of selected morphological characters. Tese de doutorado. Feira de Santanta, BA: UEFS, pp. 9-45.
- COWAN, R.S. and POLHILL. R.M. 1981. Tribe 4. Detarieae DC. (1825). *In*: POLHILL, R.M. and RAVEN, P.H. (eds.). *Advances in Legume Systematics 1*, pp. 117-134. Royal Botanic Gardens, Kew.
- DESFEAUX, C.S.; MAURICE, J.P.; HENRY, J.P.; LEJEUNE, B and GOUYON, P.H. 1996. The evolution of reproductive system in the genus *Silene*. *Proceeding of the Royal Society of London* 263:409-414.

- DOYLE, J.J. and DOYLE, J.L. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical Bulletin*. 19: 11-15.
- DUCKE, A. 1915. Plantes ou peu connues de la région amazonienne. *Archivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro* 6: 22
- DUCKE, A. 1922. *Copaifera martii* Hayne. *Archivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro* 3: 90.
- DUCKE, A. 1930. *Copaifera martii* Hayne var. *rigida* (Benth.) Ducke. *Archivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro* 5: 128.
- DUCKE, A. 1959. Estudos Botânicos no Ceará. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 31(2): 85-87.
- DWYER, J.D. 1951. The Central American, West Indian, and South American species of *Copaifera* (Caesalpinioideae). *Brittonia* 7(3): 143-172.
- DWYER, J.D. 1954. Further Studies on the New World Species of *Copaifera*. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 81(3): 179-187.
- FELSENSTEIN, J. 1985. Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap. *Evolution* 39:783-791.
- FITCH, W.M. 1971. Toward defining the course of evolution: minimal change for a specific tree topology. *Systematic Zoology* 20:406-416.
- FOUGUÈRE-DANEZAM, M.; MAUMONT, S. and BRUNEAU, A. 2003. Phylogenetic relationships in resin-producing Detarieae inferred from molecular data and preliminary results for a biogeographic hypothesis. In: KLITGAARD, B.B. and BRUNEAU, A. (eds.). *Advances in Legume Systematics* 10, pp 161-180. Kew: Royal Botanic Gardens.
- GRAHAM, A. 1992. The current status of the legume fossil record in the Caribbean region. In: HERENDEEN, P.S. and DILCHER, D.L. (eds.). *Advances in Legume Systematics, Part 4*, pp 161-167. Kew: Royal Botanic Gardens.
- HERENDEEN, P.S.; BRUNEAU, A. and LEWIS, G.P. 2003. Phylogenetic relationships in Caeslpinoid Legumes: a preliminary analysis based on morphological and molecular data. In: KLITGAARD, B.B. and BRUNEAU, A. (eds.) *Advances in Legume Systematics, Part 10*. Kew: Royal Botanic Gardens, pp. 37-62.
- LANGENHEIN, J.H. 1981. Terpenoids in the Leguminosae. In: POLHILL, R.M. and RAVEN, P.H. (eds.). 1981. *Advances in Legume Systematics, Part 2*, pp 627-656. Kew: Royal Botanic Gardens, 961p.

- LEE, Y.T. and LANGENHEIN, J.H. 1975. Systematics of the genus *Hymenaea* L. (Leguminosae, Caesalpinioideae, Detarieae). University of California Publications in Botany 69:1-109.
- LEWIS, G.P.; SCHRIRE, B.; MACKINDER, B. and LOCK, M. (eds). 2005. *Legumes of the World*. Kew: Royal Botanic Gardens, 369 p. il.
- MOTA-JÚNIOR, J.C. and LOMBARDI, J.A. (1990). Aves como agentes dispersores da copaíba (*Copaifera langsdorffii*, Caesalpiniaceae) em São Paulo. *Ararajuba*. 1: 105 – 106.
- SWOFFORD, D.L. 1998. *PAUP: Phylogenetic analysis using parsimony and other methods, version 4.0 b6*. Sunderland: Sinauer.
- STANDEN, R.; BEAL, K.F. and BONFIEL, J.K. 1998. The standen package. *Methods in molecular biology*. 132:115-130.
- TABERLET, P.; GIELLY, L.; PAUTOU, G. and BOUVET, J. 1991. Universal primers for amplification of three non-coding regions of chloroplast DNA. *Pl. Molec. Biol.* 17: 1105-1109.
- THOMPSON, J.D.; GIBSON, T.J.; PLEWNIAK, F. JEANMOUGIN, F. and HIGGINS, D.G. 1997. The clustalX-Windows interface. Flexible strategies for multiple sequence alignment aided by quantity analyses tools. *Nucleic Acids Research*. 24:4876-4888.
- TUCKER, S. 2000. Organ loss in detarioid flowers, and its possible relationship to saltatory evolution. In: HERENDEEN, P.S. and BRUNEAU, A. (editors). *Advances in legume systematics, Part 9*, pp. 107-120. Kew: Royal Botanic Gardens.
- WEISS, M.R. 1995. Floral color change: a widespread functional convergence. *American Journal of Botany* 82:167-185.



TABELA 1. Táxons utilizados no estudo das relações filogenéticas dos complexos *Copaifera coriacea* e *C. langsdorffii* com seqüências de ITS. *Vouchers* depositados no Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana (HUEFS).

Táxon	Voucher
<i>Guibourtia hymenaeifolia</i> (Moric.) R. Barneby	CVD Berg, s.n
<i>Hymenaea eriogyne</i> Benth.	LPQ et al., 7370
<i>Hymenaea martiana</i> Hayne	LPQ et al., 7833
<i>Peltogyne pauciflora</i> Benth.	LPQ et al.
<i>Peltogyne</i> sp.1	D.Cardoso et al., 725
<i>Copaifera arenicola</i> (Ducke) J.A.S. Costa & L.P. Queiroz	L.P. Queiroz et al., 7186
<i>Copaifera depilis</i> Dwyer	J. Costa et al., 992
<i>Copaifera duckei</i> Dwyer	J. Costa et al., 952
<i>Copaifera elliptica</i> Mart.	J.Costa et al., 1118
<i>Copaifera aromatica</i> Dwyer	C. Galdames & D. Stapff, 5319
<i>Copaifera paupera</i> (Herzog) Dwyer	J.B.F. Silva, 1418
<i>Copaifera trapezifolia</i> Hayne	J.G. Jardim et al. 4704
<b>Complexo <i>C. coriacea</i></b>	
<i>Copaifera cordifolia</i> Hayne	J. Costa et al., 855
<i>Copaifera coriacea</i> Mart.	L.P. Queiroz et al., 8006
<i>Copaifera luetzelburgii</i> Harms	CVDB et al., 1164; CVDB et al., 1173
<i>Copaifera martii</i> Hayne var. <i>rigida</i>	JGJardim 4554 (1)
<i>Copaifera martii</i> Hayne var. <i>martii</i>	M. Stapf & D. Stapf, 4043
<b>Complexo <i>C. langsdorffii</i></b>	
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf. var. <i>langsdorffii</i>	J.Costa et al., 533
<i>Copaifera langsdorffii</i> var. <i>glabra</i> (Vogel) Benth.	J.Costa et al., 1334
<i>Copaifera langsdorffii</i> var. <i>grandifolia</i> Benth.	J.Costa et al., 640
<i>Copaifera laevis</i> Dwyer	J.Costa et al., 1244
<i>Copaifera lucens</i> Dwyer	J.G. Jardim et al. 4653 (1)
<i>Copaifera malmei</i> Harms	J.Costa et al., 1118
<i>Copaifera nitida</i> Hayne	J.Costa et al., 799
<i>Copaifera sabulicola</i> J.A.S. Costa & L.P. Queiroz	J.Costa et al., 969

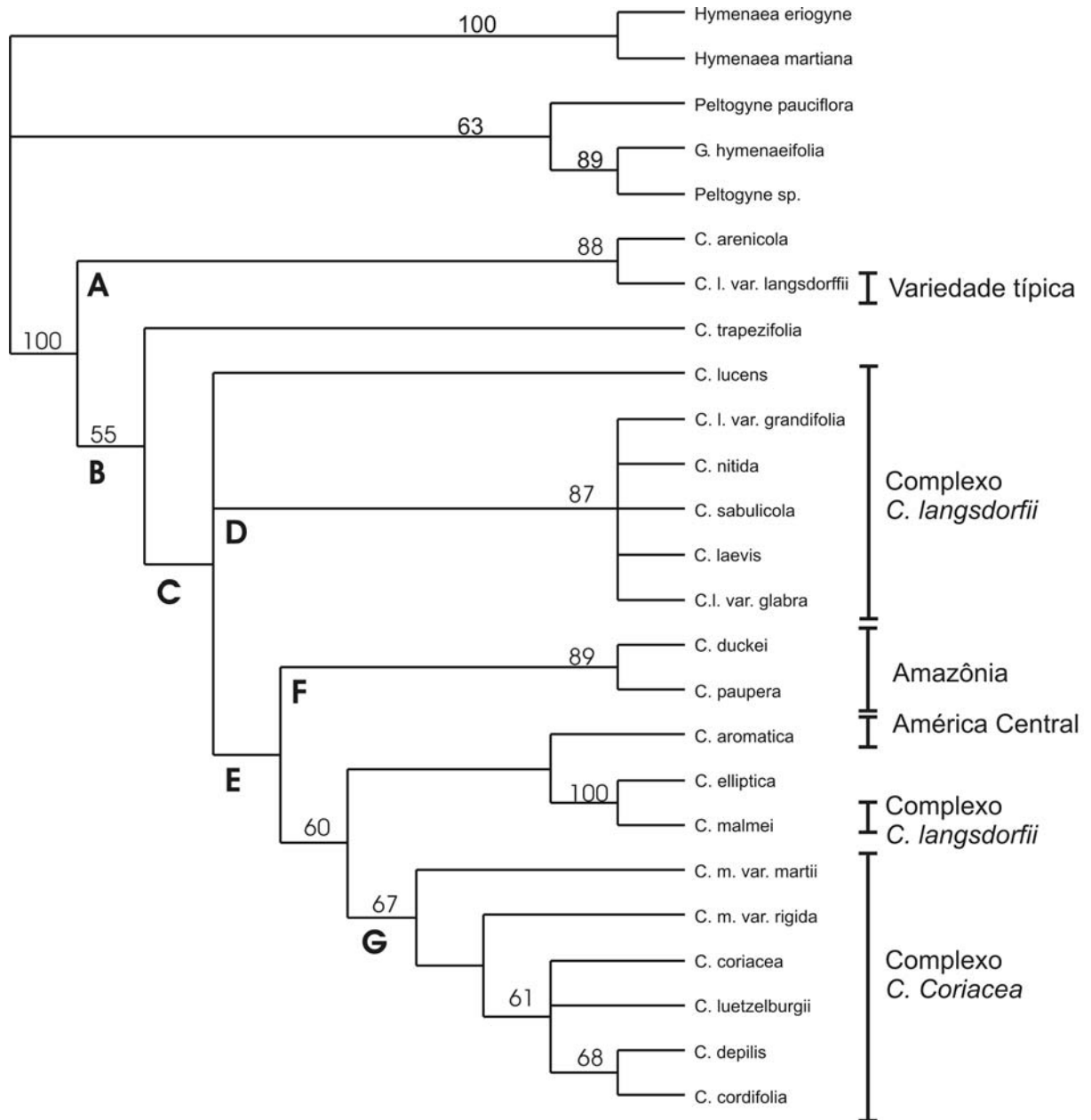


FIGURA 1. Consenso Estrito das árvores mais parcimoniosas (MP) para a região do ITS (L = 466; CI = 0,70; RI = 0,78) utilizadas no estudo das relações filogenéticas dos complexos *Copaifera coriacea* e *Copaifera langsdorffii*. Os números acima dos ramos indicam os valores de *bootstrap* acima de 50%. Letras representam clados discutidos no texto.

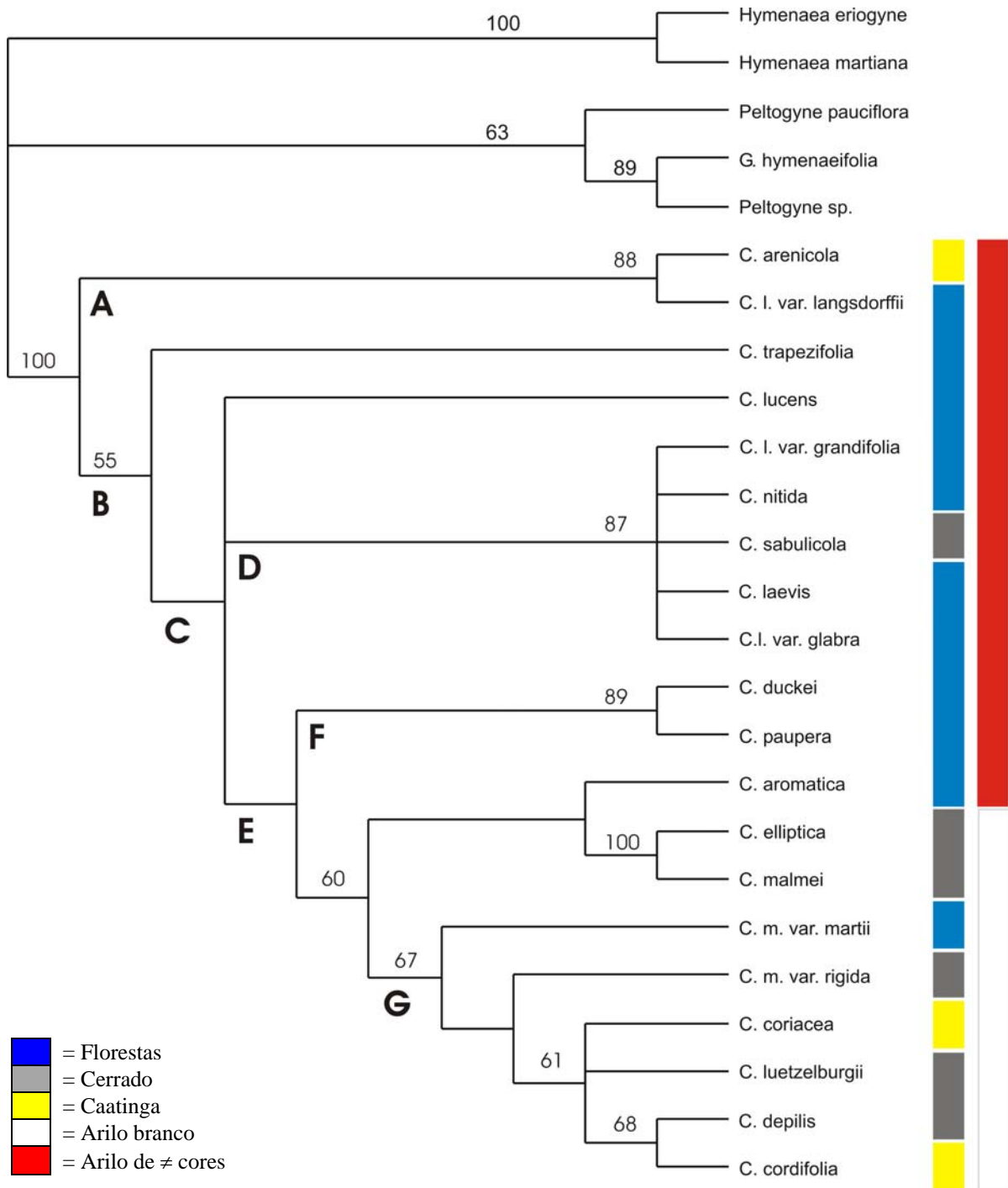


Figura 2. Consenso Estrito das árvores mais parcimoniosas (MP) para a região do ITS com os caracteres das espécies associados.

## ***CAPÍTULO 5***

---

### **O gênero *Copaifera* L. (*Leguminosae-Detarieae*) no Brasil extra-amazônico**

Este capítulo está organizado para ser submetido à revista Kew Bulletin

## O gênero *Copaifera* L. (*Leguminosae-Detarieae*) no Brasil extra-amazônico

J. A. S. COSTA<sup>1, 3</sup> & L. P. QUEIROZ<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Universidade Federal da Bahia (UFBA). Instituto de Ciências Ambientais e Desenvolvimento Sustentável, Colegiado de Ciências Biológicas. Rua Prof. José Seabra, s/n. 47.805-100. Barreiras, Bahia, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). Departamento de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Botânica - Herbário. BR 116 - Km 03, Campus Universitário. 44.031-460. Feira de Santana, Bahia, Brasil.

3. Author for correspondence (jorgeasc@ufba.br)

**Summary.** A taxonomic review of the *Copaifera* species from extra-amazonic Brazil is presented. Taxonomic and nomenclatural arrangement, including lectotypifications, synonyms and new status, were made. Seventeen species and eight varieties were accepted: *C. arenicola*, *C. coriacea*, *C. depilis*, *C. duckei*, *C. elliptica*, *C. langsdorffii* var. *langsdorffii*, *C. langsdorffii* var. *glabra*, *C. langsdorffii* var. *grandifolia*, *C. lucens*, *C. luetzelburgii*, *C. magnifolia*, *C. majorina*, *C. malmei*, *C. marginata*, *C. martii* var. *rigida*, *C. nana*, *C. oblongifolia* var. *oblongifolia*, *C. oblongifolia* var. *comosa*, *C. oblongifolia* var. *dawsonii*, *C. sabulicola*, *C. trapezifolia*. Descriptions, identification keys, illustrations, distribution maps, commentaries on the morphology and taxonomic notes were presented.

**Keywords:** *Copaifera*, Leguminosae, Taxonomy, Lectotypification, Brazil extra-amazonic.

**Resumo.** Foi realizada uma revisão taxonômica das espécies do gênero *Copaifera* ocorrentes no Brasil extra-amazônico. Foram feitos ajustes taxonômicos e nomenclaturais, com designações de lectótipos, sinonimizicações e mudanças de status. Foram aceitas 17 espécies e oito variedades: *C. arenicola*, *C. coriacea*, *C. depilis*, *C. duckei*, *C. elliptica*, *C. langsdorffii* var. *langsdorffii*, *C. langsdorffii* var. *glabra*, *C. langsdorffii* var. *grandifolia*, *C. langsdorffii* var. *krukovii*, *C. lucens*, *C. luetzelburgii*, *C. magnifolia*, *C. majorina*, *C. malmei*, *C. marginata*, *C. martii* var. *rigida*, *C. nana*, *C. oblongifolia* var. *oblongifolia*, *C. oblongifolia* var. *comosa*, *C. oblongifolia* var. *dawsonii*, *C. sabulicola*, *C. trapezifolia*. São apresentadas descrições, chave de identificação, ilustrações, mapas de distribuição, comentários sobre os caracteres morfológicos e notas taxonômicas.

**Palavras-chave:** *Copaifera*, Leguminosae, Taxonomia, Lectotipificações, Brasil extra-amazônico.

## Introdução

O gênero *Copaifera* L. possui uma distribuição Pantropical (Lewis et al. 2005) e atualmente consta de 38 espécies e 11 variedades, sendo 33 espécies do Novo Mundo, quatro ocorrentes no Continente Africano e uma na Malásia.

As espécies americanas estão distribuídas entre a Costa Rica e as Antilhas ( $\pm 15^\circ\text{N}$ ) e o nordeste da Argentina/Sul do Brasil ( $\pm 30^\circ\text{S}$ ). A Bahia é o estado com maior diversidade de *Copaifera* (13 espécies), seguido pelo Mato Grosso (11), Pará (7), Goiás, Minas Gerais e Tocantins (6), Maranhão (5).

Linnaeus (1762) estabeleceu o gênero *Copaifera* incluindo apenas a espécie tipo *C. officinalis* procedente da Ilha de Martinica, nas Antilhas. Posteriormente, Desfontaines (1821) descreveu mais duas espécies do Novo Mundo, provenientes da América do Sul. Uma revisão das espécies ocorrentes no Continente Americano foi realizada por Dwyer (1951), registrando 28 espécies para o gênero, dentre as quais 22 ocorriam no Brasil e 16 apareciam como exclusivas deste país. Dessa forma, é essencial conhecer as espécies brasileiras para se ter uma idéia ampla da diversidade e variação dentro desse gênero.

O gênero *Copaifera* apresenta importância econômica, espécies de onde se extrai o óleo resina de copaíba, utilizado na medicina popular (p.ex. Leite et al. 2001), assim como em pesquisas que busca drogas anti-tumorais e anti-inflamatórias (Basile et al. 1988; Ohsaki et al 1994; Paiva et al. 1998, Costa-Lotufó 2002). Algumas espécies são aparentemente eficazes no tratamento de bronquites, hemorróidas e diarreia crônica (Dwyer 1951; Lloyd 1998). Suas resinas também dão resistência e estabilidade em vernizes, tintas e lacas (Lewis, 1987).

*Copaifera* também é um importante componente da biodiversidade brasileira, possuindo espécies em todos os biomas e todas as regiões do Brasil, algumas tratadas como bioindicadores de vegetação primária com grande diversidade biológica (Conama 1994).

Desde a revisão de Dwyer (1951), cinco espécies foram descritas para o Brasil e só recentemente Martins-da-Silva (2006) fez uma revisão das espécies ocorrentes na Amazônia brasileira, contando nove táxons. Esse tipo de trabalho em *Copaifera* é a base para o conhecimento da diversidade no gênero e pode auxiliar nas decisões sobre políticas públicas que visem a conservação de áreas e de recursos naturais. Uma das espécies mais amplamente distribuídas no Brasil, *C. langsdorffii* Desf., encontra-se atualmente na lista de espécies ameaçadas de extinção, sendo a sua conservação genética feita por populações bases *ex situ* no estado de São Paulo (Siqueira & Nogueira 1992 *apud* Oliveira et al. 2002).

O objetivo deste estudo foi, primariamente, descrever as espécies de *Copaifera* ocorrentes no Brasil fora da região Amazônica. Contudo, algumas espécies ou táxons infra-específicos têm uma distribuição que alcança essa região. Nestes casos, foi dada ênfase na variação e distribuição do táxon nas regiões extra-amazônicas de sua ocorrência, pois um tratamento detalhado dos mesmos táxons na região da Amazônia brasileira foi conduzido por Martins-da-Silva (2006).

### **Material e métodos**

Foi realizado um estudo taxonômico de *Copaifera* através da bibliografia especializada e análises dos tipos de todos os nomes do gênero, especialmente os relevantes para as espécies ocorrentes nas regiões extra-amazônicas. Todos os holótipos não vistos estão indicados pelas letras “n.v.” (abreviação para não visto). Nestes casos, os isótipos foram sempre analisados.

As coletas e observações de campo foram feitas durante o período de setembro de 2002 a agosto de 2006, abrangendo os seguintes estados brasileiros: Pará (Regiões Norte); Bahia, Ceará e Piauí (Nordeste); Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (Centro-Oeste); Minas Gerais e São Paulo (Sudeste); Paraná (Sul). Todo o material coletado foi prensado, herborizado e encontra-se depositado no herbário HUEFS da Universidade Estadual de Feira de Santana. Espécimes dos acervos de 40 herbários foram examinados, quais sejam: ALCB, B, BC, BM, BR, CANB, CEN, CEPEC, COR, CRI, CTES, CVRD, EAC, ESAL, FUEL, FR, GUA, HAS, HEPH, HRB, HRCB, HUEFS, HUFU, IAC, IAN, IBGE, K, M, MA, MBM, MBML, NY, P, PMSP, RFA, RUSU, SP, U, UFMT e US (siglas de acordo com Holmgren et al. 1990).



## Resultados e Discussão

Neste estudo são aceitas 17 espécies e oito variedades: *Copaifera arenicola*, *C. coriacea*, *C. depilis*, *C. duckei*, *C. elliptica*, *C. langsdorffii* var. *langsdorffii*, *C. langsdorffii* var. *glabra*, *C. langsdorffii* var. *grandifolia*, *C. langsdorffii* var. *krukovii*, *C. lucens*, *C. luetzelburgii*, *C. magnifolia*, *C. majorina*, *C. malmei*, *C. marginata*, *C. martii* var. *rigida*, *C. nana*, *C. oblongifolia* var. *oblongifolia*, *C. oblongifolia* var. *comosa*, *C. oblongifolia* var. *dawsonii*, *C. sabulicola*, *C. trapezifolia*. Foram feitas oito lectotipificações, dez sinonimizicações, uma mudança de *status* e uma combinação nova.

### Histórico

O gênero *Copaifera* foi estabelecido por Linnaeus (1762) e tem *C. officinalis*, procedente da Ilha Martinica como o tipo genérico. Em sua obra *Species Plantarum*, Linnaeus (1762) sinonimizou os gêneros *Copaiva*, descrito por Jacquin (1760), e *Coapoiba*, proposto por Marcgrav (1648).

Cronologicamente, o nome *Copaiba* foi citado pela primeira vez por Marcgrav (1648). O nome *Coapoiba*, referido por Marcgrav, refere-se a uma planta de outra família apresentada como “pau-gamelo”. Posteriormente, o nome *Copaiba* continuou sendo citado por Miller (1739 *apud* Kuntze 1891), provavelmente com base na obra de Marcgrav (1648), mas Linnaeus (1749) passou a utilizar o nome *Copaiva* para referir-se ao que se conhece hoje como *Copaifera*. Miller (1754 *apud* IPNI 2006) continuou tratando o gênero como *Copaiba* em sua obra reeditada, embora nenhum dos nomes apareça mais em Miller (1759). Jacquin (1760) apresentou uma descrição para o gênero *Copaiva*, seguindo Linnaeus (1749), uma vez que suas obras utilizavam o sistema de classificação Lineano. No *Species Plantarum*, Linnaeus (1762) aparentemente queria se referir ao nome *Copaiba*, ao invés de *Coapoiba*, da obra de Marcgrav (1648), pois ambos aparecem na mesma página. O nome do gênero continuou sendo referido ora como *Copaifera* (Linnaeus 1762) ora como *Copaiva* ou *Copaiba* (Jacquin 1763 e Adanson 1763, respectivamente). Essa confusão do nome genérico levou Kuntze (1891) a propor o nome *Copaiba*, baseado em Miller (1739 *apud* Kuntze 1891) como prioritário em relação a *Copaiva* de Linnaeus (1749) e de Jacquin (1760) e, ao nome *Copaifera* de Linnaeus (1762). Dessa forma, Kuntze (1891) transferiu todas as espécies descritas como *Copaifera* até aquele momento para o nome *Copaiba*, passando a reconhecer esse último como o nome genérico. Somente

na primeira metade do século XX o nome *Copaifera* passou a ser conservado, solucionando finalmente a questão para o nome do gênero (ver Greuter *et al.* 2000, Art. 13 e Art. 14, Apêndice IIIA).

Durante esse período, as espécies continuaram a ser descritas e/ou citadas com nomes diferentes para o gênero. Jacquin (1763) apresenta, pela primeira vez, uma prancha detalhada para *Copaiva officinalis*. Nesta obra, o autor ainda sinonimizou o nome *Copaiba* apresentado por Marcgrav (1648).

Desfontaines (1821) descreveu três novas espécies do Continente Americano, *Copaifera guyanensis*, *C. jacquini* e *C. langsdorffii*. Este autor foi o primeiro a discutir problemas nomenclaturais e a apresentar uma descrição detalhada para o gênero *Copaifera*. Nesta obra, Desfontaines concorda com a utilização do nome *Copaifera sensu* Linnaeus (1762) e comenta que Jacquin (1763) coletou o material da espécie tipo do gênero na Ilha Martinica onde ele viu apenas um indivíduo vivo, próximo ao caminho de Carbet. Em seu comentário, Desfontaines levanta a hipótese deste indivíduo ter sido levado para a ilha a partir de algum lugar do continente. Ele ainda sugere que espécimes semelhantes são muito comuns nos arredores de Cartagena (Colômbia) e no Peru. Na descrição do gênero são destacados o cálice com quatro sépalas, corola ausente e folhas pinadas. Nesta obra, Desfontaines (1821) sinonimizou *Copaiva officinalis* Jacq. em *Copaifera jacquini*.

Martius (1823) descreveu *Copaifera coriacea*. Depois, Sprengel (1825) listou as espécies descritas por Desfontaines (1821) sem menção a *C. officinalis* L. nem a *C. coriacea* Mart. No mesmo ano, de Candolle (1825) citou cinco espécies para o gênero (*C. coriacea* Mart., *C. disperma* Willem., *C. guianensis* Desf., *C. langsdorffii* Desf. e *C. officinalis* L.), sem menção a *C. jacquini* Desf.

Hayne (1827) publicou um importante trabalho, onde 11 novas espécies de *Copaifera* foram descritas (*C. beyrichii*, *C. bijuga*, *C. cordifolia*, *C. jussieui*, *C. laxa*, *C. martii*, *C. multijuga*, *C. nitida*, *C. oblongifolia*, *C. sellowii* e *C. trapezifolia*). Assim, o número de espécies no gênero aumentou de cinco para 16 espécies. Nesta obra, Hayne reconheceu *C. jacquini* Desf., aceitando a sinonimização de *C. officinalis* L.

O conceito do gênero então passou a incluir plantas com quatro sépalas e folhas paripinadas, apresentando um a muitos pares de folíolos, principalmente devido ao conservadorismo floral apresentado pelas espécies. Assim, Moricand (1833 *apud* Bentham 1865) descreveu *C. hymenaeifolia*, com base em material procedente de Cuba, uma espécie com folhas apresentando um par de folíolos. Vogel (1837) descreveu *Copaifera glabra* e Martius (1837) descreveu *C. elliptica*, ambas do Brasil e apresentando mais de um par de

folíolos. Posteriormente, Bentham (1865) descreveu *C. coleosperma*, *C. gorskiana*, *C. guibourtiana* e *C. mopane*, todas espécies da África tropical e apresentando folhas com apenas um par de folíolos. Neste trabalho, o autor sinonimizou *Gorskia conjugata* Bolle em *C. gorskiana* e *Guibourtia copallifera* J.J. Benn em *C. guibourtiana*. Ele também fez uma nova combinação, transferindo *Coleospermum mopane* Kirk para *Copaifera mopane*.

Na *Flora Brasiliensis*, Bentham (1870) descreveu *C. marginata* e *C. rigida*, registrando 11 espécies para o Brasil (*C. confertiflora*, *C. coriacea*, *C. elliptica*, *C. guyanensis*, *C. langsdorffii*, *C. marginata*, *C. martii*, *C. multijuga*, *C. oblongifolia*, *C. rigida*, e *C. trapezifolia*). Nesse trabalho, o autor sinonimizou *C. cordifolia* em *C. coriacea* e também *C. nitida* e *C. sellowii* em *C. langsdorffii*. Ele ainda passou a reconhecer três variedades para essa espécie, fazendo duas novas combinações no nível infra-específico (*C. langsdorffii* var. *glabra* e *C. langsdorffii* var. *laxa*) e descreveu uma variedade nova *C. langsdorffii* var. *grandifolia*.

Kuntze (1891) transferiu todas as espécies de *Copaifera* até então descritas para o gênero *Copaiba* e, nesse mesmo ano, Heckel (1891) descreveu *Copaifera salickounda*, uma espécie da África Ocidental.

Herzog (1909) descreveu *Copaiba paupera* para a Bolívia. Posteriormente, várias espécies foram descritas para o gênero *Copaifera*, tais como *C. reticulata* em Ducke (1915) e *C. rondonii* em Hoehne (1919 *apud* Dwyer 1951) para o Brasil, e *C. mildbraedii* em Harms (1922) para Camarões. Pittier (1923) descreveu *C. fissicuspis* procedente da Venezuela e Harms (1924) descreveu *C. luetzelburgii* e *C. malmei* do Brasil. Em 1828, Harms descreveu *C. canime* procedente da Colômbia.

Harms & Pittier (1927 *apud* Dwyer 1951) descreveram *C. venezuelana* para a Venezuela. Depois, Britton & Wilson (1929) descreveram o gênero *Pseudocopaiva* para Cuba, a partir do basônimo *Copaifera hymenaeifolia* Moric. Ducke (1930) descreveu *C. glycyarpa* para o Brasil e, no mesmo ano, Britton (1930) descreveu *Copaiva panamensis*, procedente do Panamá. Posteriormente, Standley (1933) publicou uma nova combinação *Copaifera panamensis* (Britton) Standl., seguindo as Regras Internacionais do *International Code of Botanical Nomenclature* - ICBN (ver Greuter *et al.* 2000). Amshoff (1939 *apud* Dwyer 1951) descreveu *Copaifera epunctata*, proveniente do Suriname. Macbride (1943) reconheceu *C. reticulata* var. *peruviana*, procedente do Peru, e Dwyer (1945) descreveu *C. aromática*, do Panamá.

Na obra, *Notulae Systematicae IV*, Léonard (1949) faz um estudo morfológico detalhado das espécies americanas e principalmente africanas de *Copaifera*, estabelecendo

uma delimitação mais precisa para o gênero. Neste trabalho, o autor restabeleceu os gêneros *Guibourtia* (a partir de *Guibourtia copallifera* Benn.) e *Coleospermum* (a partir de *Coleospermum mopane* Kirk.). Assim, *Copaifera* passa a ter um conceito genérico que inclui plantas com canais secretores verticais dispostos em zonas mais ou menos concêntricas; cotilédones planos; folhas com dois a muitos pares de folíolos; inflorescências apresentando uma disposição dística de suas brácteas, bractéolas e flores; flores apresentando duas bractéolas, prefloração do cálice subvalvar, cálice dialissépalo com quatro sépalas, corola nula, estames em número de (8 -) 10, e ovário, via de regra, com dois óvulos. Segundo Léonard (1949), *Guibourtia* diferencia-se de *Copaifera* principalmente por apresentar ausência de canais secretores, apenas um par de folíolos, arranjo floral alterno-espiralado, prefloração do cálice imbricada e cotilédones às vezes em forma de “W”. *Coleospermum* pode ser diferenciado dos dois gêneros anteriores por apresentar cotilédones fortemente ruminados, ausência de bractéolas, apenas um óvulo e o dobro ou mais de estames (20 - 25). O gênero *Copaifera stricto sensu*, após esta análise passou então a incluir três espécies ocorrendo no Continente Africano (*C. mildbraedii* Harms, *C. religiosa* Léonard e *C. salicounda* Heckel) e as demais espécies distribuídas pelas Américas Central e Sul. Todas as espécie com um par de folíolos foram transferidas para o gênero *Guibourtia*, exceto *C. monpane* que pertence ao gênero *Coleospermum*.

O primeiro estudo feito com as espécies americanas de *Copaifera* sob a luz da circunscrição apresentada por Léonard (1949) foi realizado por Dwyer (1951). Esse trabalho também constitui a revisão mais completa apresentada para *Copaifera* do Continente Americano, e nela o autor reconheceu 28 espécies. Ele organizou táxons com problemas nomenclaturais, por exemplo, transferindo *Copaiba panamensis* Herzog para *Copaifera paupera* (Herzog) Dwyer; e, descreveu seis espécies (*C. brasiliensis*, *C. duckei*, *C. gynohyrsuta*, *C. lucens*, *C. laevis*, *C. majorina*) e uma variedade nova (*C. langsdorffii* var. *krukovii*). Foram realizadas, também, diversas sinonimizicações e duas espécies foram consideradas duvidosas: *C. jussieui* Hayne e *C. epunctata* Amsh. O autor comentou que não foi capaz de encontrar material preciso sobre estas espécies e que a primeira espécie pode pertencer a *C. langsdorffii*, embora Léonard (1949) tenha circunscrito *Copaifera* como um gênero com folhas apresentando mais de um par de folíolos. No mesmo trabalho, Dwyer (1951) reconheceu *C. corfertiflora* Benth., uma espécie transferida para o gênero *Guibourtia* por Léonard (1949).

De Wit (1953 *apud* Martins-da-Silva 2006) transferiu *Pseudosindora palustris* Symington para o gênero *Copaiifera*. Contudo, esta combinação nova não foi aceita por Leonard (1957 *apud* Martins-da-Silva 2006) nem por Dwyer (1954).

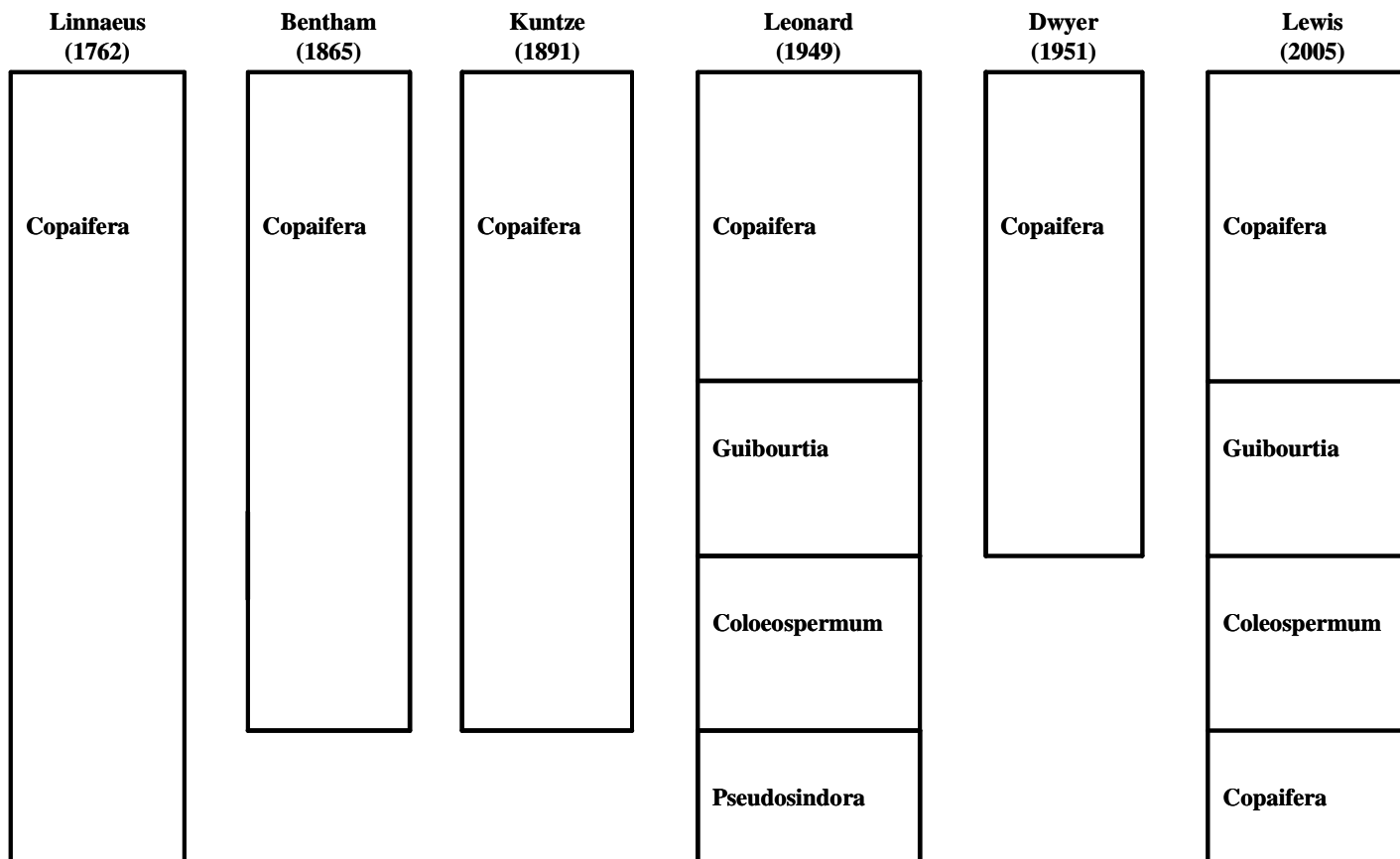
Dwyer (1954) descreveu mais duas espécies, *C. depilis* e *C. magnifolia*, restritas ao Brasil. Desde então, seis novos táxons foram descritos: *C. piresii* Ducke (1959a), *C. cearensis* e *C. cearensis* var. *arenicola* Ducke (1959b), *C. nana* Rizzini (1971), *C. bulbotrichia* Rizzini & Heringer (1977), *C. sabulicola* Costa & Queiroz (2007, Apêndice I).

Ducke (1959b) também sinonimizou *C. martii* Hayne e *C. rigida* Benth. em *C. coriacea* Mart. Lewis et al. (2005) reconheceram *Copaiifera palustris* (Sym.) De Wit, transferida do gênero *Pseudosindora*, o que amplia o conceito de delimitação do gênero *Copaiifera*. A variação no conceito do gênero está sumarizada na Fig. 1.

Recentemente, Martins-da-Silva (2006) realizou um estudo taxonômico de nove espécies de *Copaiifera* ocorrentes na Amazônia brasileira e Costa & Queiroz (2007, Apêndice II) fizeram alguns ajustes taxonômicos e nomenclaturais, estabelecendo lectótipos para *C. cearensis* Huber ex Ducke, *C. cearensis* Huber ex Ducke var. *arenicola* Ducke e *C. langsdorffii* Desf.

Até a elaboração das teses acima referidas, o gênero *Copaiifera* possuía 61 táxons reconhecidos, sendo 49 espécies e 12 variedades.

Figura 1. Sumário do histórico taxonômico do gênero *Copaifera* evidenciando os conceitos adotados por diferentes autores em relação à sua delimitação.



## **Morfologia**

*Copaifera* apresenta um padrão de variação que torna difícil a identificação das espécies através de uma ou duas características diagnósticas exclusivas como se verifica em alguns grupos de plantas, exceto para *C. malmei* que possui tricoma característico (ver abaixo). Assim, para entender a variação genérica e para o reconhecimento de espécies é utilizado um intervalo de variação apresentado nos indivíduos e que, em geral, também permite a identificação das espécies. A busca por caracteres que auxiliassem na distinção das espécies foi um dos principais objetivos deste trabalho.

Todas as características apresentadas aqui e sua variação para o gênero são aquelas encontradas nas espécies ocorrentes nas regiões extra-amazônicas do Brasil, exceto quando explicitamente citado que se trata de uma espécie de outro local.

### Forma de vida, distribuição e habitats

O gênero é formado por árvores ou arbustos (Figs. 2 a 5), com exceção de *C. nana* que é um subarbusto que cresce no Cerrado do Planalto Central do Brasil. A atual circunscrição do gênero permite afirmar que sua distribuição no mundo apresenta um padrão disjunto, pantropical, com uma espécie crescendo nas Florestas Úmidas em Bornéu (*C. palustris*), quatro na porção ocidental da África (*C. baumiana*, *C. mildbraedii*, *C. religiosa* e *C. salikounda*) e as demais nas América Central (quatro espécies) e do Sul (29 spp.). Dentre as espécies da América Central estão *C. officinalis* (pequenas Antilhas), *C. aromatica*, *C. panamensis* (ambas ocorrem no Panamá) e *C. camibar* da Costa Rica. Na América do Sul, apenas três espécies não ocorrem no Brasil: *C. canime* da Colômbia, *C. epunctata* do Suriname e *C. venezuelana* da Venezuela.

Existem tanto espécies de Florestas Úmidas quanto de ambientes abertos e/ou secos. Embora a maior diversidade no gênero esteja em ambientes de florestas, a maioria das espécies parecem ter preferências por ambientes mais secos e com alta insolação, uma vez que muitas crescem em florestas estacionais ou secas.

As preferências ecológicas das espécies parecem manter os táxons restritos a condições ambientais específicas ou semelhantes. Observações diretas realizadas durante as excursões a campo mostram que o número de indivíduos nas populações de *C. langsdorffii* parece diminuir à medida que aumenta o grau de degradação ambiental. Segundo Leite & Salomão (1992), existe uma alta destruição de indivíduos jovens desta

espécie em populações naturais por herbivoria, predação de sementes, patógenos e os sobreviventes cessam o seu crescimento até que condições favoráveis de micro-habitat apareçam. Estas observações devem ser melhor investigadas pois as espécies de *Copaifera* parecem ser boas indicadoras de ambientes preservados, não só para ambientes de Floresta, como vem sendo utilizado (p.ex. Conama 1994), mas talvez para os biomas Caatinga e Cerrado.

#### Estípula, folha e indumento

As estípulas são caducas, o que faz com que seja muito difícil encontrá-las em material de herbário. Contudo, a forma, tamanho e indumento das estípulas parecem ser bons caracteres para separar as espécies, mas não foi possível investigar essa hipótese com todas as espécies aqui analisadas. Elas podem ser lineares, lanceoladas, falciformes ou ovais; membráceas ou cartáceas e o indumento pode variar de pubescente a tomentoso em ambas as faces ou apenas em uma delas.

As folhas são paripinadas e podem ser sésseis em *C. sabulicola* ou curtamente pecioladas em *C. oblongifolia* e *C. luetzelburgii*, mas em geral são pecioladas. A raque pode ser glabra, pubescente, tomentosa ou hirsuta. O número de folíolos pode variar de quatro, dispostos aos pares na raque, até 12 pares nas espécies extra-amazônicas aqui estudadas, mas são encontrados até 22 pares em *C. camibar*. A disposição dos folíolos na raque pode ser oposta ou alterna e varia dentro de uma mesma espécie e até num mesmo indivíduo. Mesmo para as folhas que apresentam folíolos com disposição alterna, adota-se a terminologia pares de folíolos, pois estes estão sempre em número par, ainda que pareçam imparipinadas. O intervalo mais constante no número de pares de folíolos dos indivíduos é o número comum da espécie, mesmo que poucas folhas tenha um número maior ou menor de pares de folíolos. Esta característica somada a outros caracteres proporciona uma identificação precisa dos táxons tanto em material de herbário quanto no campo.

O indumento pode ser puberulento, pubescente, tomentoso, tomentoso-hirsuto ou hirsuto. Os tricomas são geralmente simples, exceto em *C. malmei* que apresenta tricomas glandulares bulbosos. A presença e ausência de tricomas e o tipo de tricoma apresentados nos diferentes órgãos da planta (raque, folíolos, inflorescência e flores), constituem excelentes caracteres para identificação das espécies.



### Folíolos e glândulas

Uma característica comum no gênero é a presença de glândulas estruturadas na forma de disco, nas nervuras marginais dos folíolos, geralmente na base da lâmina ou até sua porção central. Essas glândulas secretam néctar e devem ter função ecológica de atrair formigas para as folhas, evitando predação de flores e sementes, mas não existem trabalhos que investiguem esses aspectos para o gênero até o momento.

A lâmina dos folíolos também possui glândulas secretoras de óleo que podem ser vistas através destes órgãos como pontuações translúcidas, eventualmente utilizadas para separar as espécies de *Copaifera* em dois grupos: um com e outro sem pontuações (Bentham 1870; Dwyer 1951). Contudo, as observações de campo e de herbários demonstraram que esse caráter talvez tenha gerado mais confusão taxonômica do que auxiliado na identificação das espécies, pois ele varia dentro de uma mesma população. As observações sistemáticas feitas por Martins-da-Silva (2006) corroboram essa idéia. O número e a facilidade de observação das pontuações podem variar em um mesmo indivíduo ao longo do ano. Assim, este caráter deve servir para auxiliar na separação das espécies de *Copaifera* e não como a principal característica na separação de grupos no gênero.

As pontuações foram utilizadas seguindo uma categoria arbitrária aqui estabelecida. Dessa forma, aparecem nas descrições quatro categorias: pontuações presentes – quando as lâminas dos folíolos apresentam pontuações visíveis sob luz que transpasse as lâminas; 2) pontuações opacas – quando as pontuações são difíceis de se observar sob luz que transpasse a lâmina; 3) pontuações em geral presentes – quando elas são facilmente vistas mais encontram-se espaçadas na lâmina do folíolo; 4) pontuações ausentes – quando é impossível se detectar qualquer presença dessas estruturas, mesmo com o auxílio de lentes de aumento.

Os folíolos possuem, em geral, consistência coriácea, mas podem ser desde cartáceos até rígido-coriáceos e crassos. A forma geral é a elíptica, mas existem também lâminas elíptico-orbiculares, oblongas, ovais e raramente obovais. A base sempre possui uma certa assimetria, mas ela pode ser quase imperceptível. Por isso, ela foi descrita aqui como fortemente assimétrica nas espécies que apresentam um dos lados bastante diferente do outro ou foi descrita segundo a sua forma geral nas espécies que apresentam assimetria pouco evidente. Dessa forma, a base pode ser obtusa, cordada, cuneada ou assimétrica. O ápice dos folíolos foi analisado sob dois aspectos, um geral e outro em detalhe. Para isso, considerou-se inicialmente o aspecto geral do ápice do folíolo (agudo, obtuso, caudado ou

curto-caudado) e em detalhe, buscou-se verificar a ponta do ápice (obtusamente emarginada, mucronada e emarginado-mucronada).

Uma característica interessante que auxilia no reconhecimento das espécies é a aparente simetria dos folíolos. Embora todos os folíolos tenham, em graus diferentes, a base assimétrica (característica comum de folíolos em geral), as nervuras principais dos folíolos das espécies de *Copaifera* apresentam-se “deslocadas” para um dos lados dando uma aparência assimétrica aos folíolos (Fig. 6). Esse “deslocamento” da nervura principal para uma das margens da lâmina do folíolo foi utilizada com sucesso em análises morfométricas nesse gênero, apresentando-se como a mais importante característica para distinguir grupos no complexo *C. coriacea* e uma das mais importantes para o complexo *C. langsdorffii*, mensuradas como “distância mediana entre a nervura principal e a margem do folíolo” (Costa et al., CAPs. 1 e 3). Por isso foi também utilizado na taxonomia para auxílio no reconhecimento de espécies.

#### Inflorescência e flores

A inflorescência neste gênero é sempre uma panícula formada por unidades que são espiciformes com flores sésseis ou subsésseis, raramente curto-pediceladas, que têm uma disposição alterna dística. As inflorescências são axilares e podem ocorrer duas por axila em alguns espécimes.

As flores são monoclamídeas apresentando quatro sépalas. Na maioria das espécies, não apresentam pedicelo (sésseis), mas existem espécies que apresentam flores com um pedicelo de ca. 0,5 mm compr., sendo aqui consideradas subsésseis e *C. sabulicola* apresenta flores com um pedicelo mais evidente, ca. 0,5 – 1 mm compr., sendo por isso considerada como pedicelada. Essa condição, no entanto, não é constante em indivíduos de uma mesma população e por isso não pode ser considerada isoladamente como diagnóstica.

As sépalas são ovais, elípticas e elíptico-oblongas numa mesma flor, pois variam em largura, sendo geralmente uma sépala mais larga e três mais estreitas, mas esta variação pode ser também 2:2 ou 3:1. A presença de tricomas nas faces externa e interna das sépalas é um bom caráter para auxiliar na identificação dos táxons. As sépalas em geral apresentam a face externa glabra e a face interna pilosa, mas elas também podem ter ambas as faces pilosas ou ambas as faces glabras. Nunca a face externa é pilosa e a interna glabra.

O gineceu possui um ovário orbicular, elíptico-orbicular ou oblongo-orbicular, curto-estipitado e possui um disco nectarífero sobre o qual se inserem o estipe e o ovário (Figs. 2, 4 e 5). Uma característica do gênero *Copaifera* é a presença de dois óvulos. O estípite e o ovário podem ser completamente glabros, mas em geral possuem indumento. A presença ou ausência e o tipo de indumento na margem do ovário são também importantes no reconhecimento de táxons. O estilete é, em média, do mesmo comprimento do ovário. O estigma é sempre capitado.

O androceu possui dez, raramente oito estames livres e que ficam patentes durante a antese da flor. Possuem filetes glabros e anteras dorsifixas e rimosas. As anteras são ditecas e apresentam apículos que são prolongamentos das tecas ou podem possuir apêndices curtos projetados dos conectivos. Contudo, são estruturas muito variáveis nas espécies observadas.

#### Fruto, semente e arilos

O fruto é um legume curto e monospermico que apresenta duas valvas pouco-suculentas até o momento da deiscência. A cor das valvas é geralmente amarelo-vinácea nas árvores de mata e vermelho, vinho ou roxa, durante a deiscência e dispersão da semente. Após a dispersão as valvas perdem água e adquirem uma consistência rígida e uma cor castanha ou nigrescente. Alguns frutos podem apresentar duas sementes.

As sementes são oblongas, oblongo-globosas ou globosas e possuem testa preta. Sob a testa estão dois cotilédones carnosos que após emergirem do solo no desenvolvimento da plântula possuem, via de regra, uma coloração creme-vinácea. Os arilos podem variar na coloração sendo branco, amarelo, laranja, vermelho ou purpúreo. Eles recobrem as sementes em diferentes proporções e ficam presos ao fruto após a deiscência (Fig. 3), servindo como atrativo principalmente para aves (Mota-Junior & Lombardi 1990). A cor do arilo é importante para a distinção de táxons e parecem representar uma adaptação a certos tipos de ambientes, pois espécies com arilo de cor branca em geral são arbustos de ambientes mais abertos e com alta insolação como o Cerrado e a Caatinga, enquanto espécies com arilo de outras cores são árvores e crescem em florestas (Costa et al., CAP. 4).

### Biologia Reprodutiva de Copaifera

Com base no trabalho de campo e no material de herbário examinado, as *Copaifera* apresentam um padrão de floração anual, emitindo flores principalmente entre os meses de dezembro e fevereiro. O período de frutificação se estende desde março até setembro com interrupções em algumas espécies, sendo os meses de julho a setembro aqueles cujas *Copaifera* apresentam-se com menor índice de floração e frutificação (Fig. 7). Estudos desenvolvidos com *C. langsdorffii* (Freitas & Oliveira 2002; Pedroni *et al.* 2002) demonstraram esse mesmo padrão de frutificação e floração anual com emissão de flores durante o verão, principalmente nos meses de janeiro e fevereiro.

As flores de *Copaifera* apresentam antese diurna, odor adocicado e oferecem pólen e néctar como recursos florais. Elas atraem uma grande variedade de visitantes florais generalistas (Freitas & Oliveira 2002), comuns a várias Caesalpinioideae, principalmente abelhas, vespas e borboletas (Arroyo 1981; Lewis *et al.* 2003)

As abelhas são as principais polinizadoras devido ao seu comportamento de coleta de pólen, pois caminham sobre as flores e entram em contato com o estigma (Freitas & Oliveira 2002), mas vespas também podem ser polinizadoras (Arroyo 1981).

O sistema reprodutivo em *Copaifera* ainda é pouco estudado. Os dados que existem são basicamente de *C. langsdorffii* (Freitas & Oliveira 2002; Oliveira *et al.* 2002) e *C. pubiflora* (Arroyo 1981). Ambas apresentam auto-incompatibilidade. Contudo, análises utilizando diferentes técnicas demonstraram que essa incompatibilidade pode variar de total a parcial na mesma espécie em diferentes populações estudadas como visto nos trabalhos realizados com *C. langsdorffii* (Ciampi & Grattapaglia 2001; Freitas & Oliveira 2002, Oliveira *et al.* 2002).

A dispersão das sementes de *Copaifera* é realizada principalmente por aves da ordem Passeriforme como visto em Mota-Junior & Lombardi (1990) para *C. langsdorffii*. Estas aves engolem a semente e depois de algum tempo regurgitam-na sem o arilo (rica fonte lipídica para estas aves), facilitando o processo de germinação. As diferentes cores nos arilos das espécies de *Copaifera* têm provavelmente uma grande importância no processo de atração dos dispersores. Outros vetores como formigas e alguns mamíferos parecem também ser dispersores das sementes de *Copaifera*.

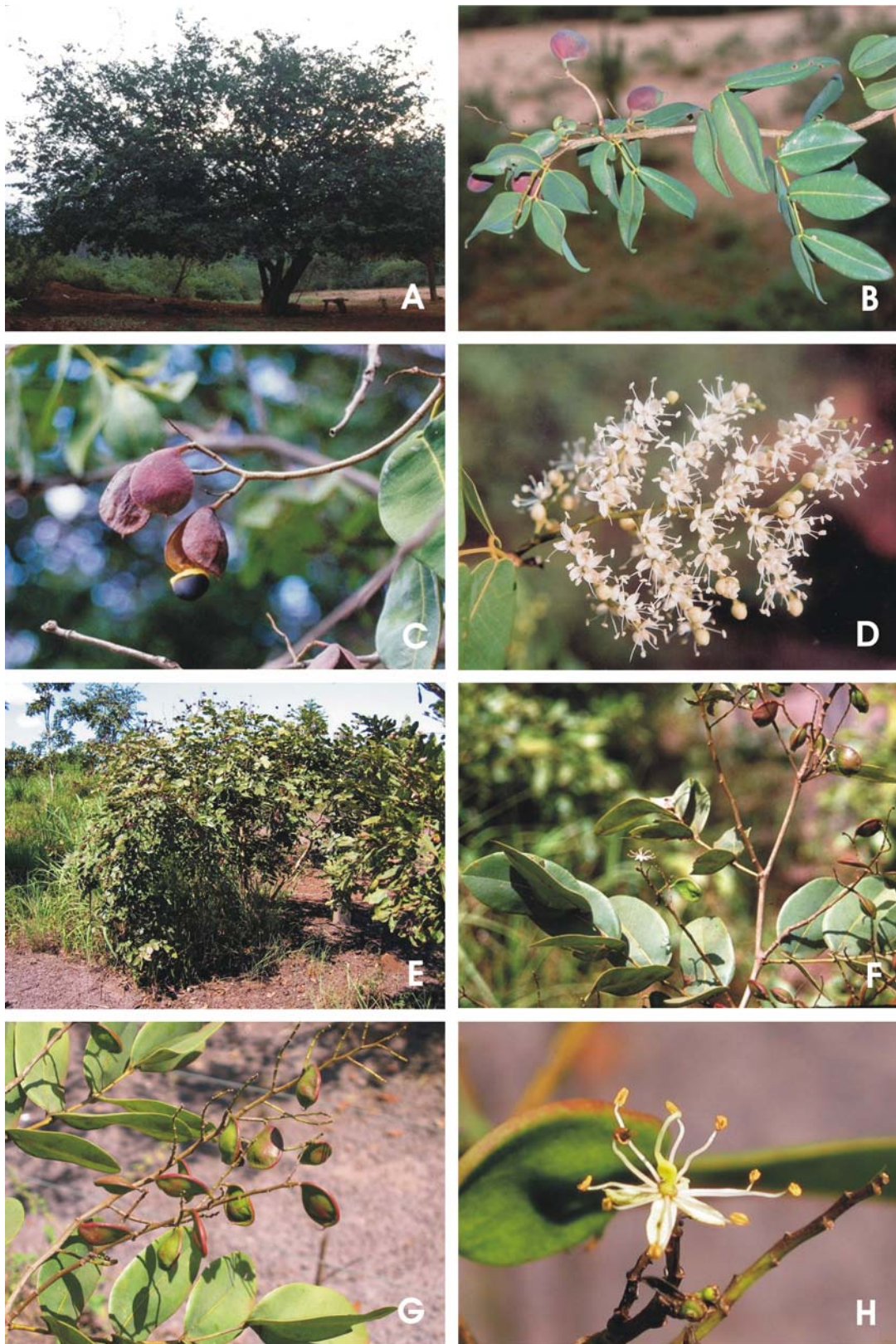


Figura 2. *Copaifera arenicola*: A – hábito; B – ramo; C – Frutos e semente; D – Inflorescência. *C. elliptica*. E – hábito; F – ramo; G – frutos; H – flor em detalhe. FOTOS: A-C e E-H – J. Costa ; D = D. Cardoso.



Figura 3. *Copaifera coriacea*: A – hábito; B – folha; C – Ramo com frutos. *C. martii* var. *rigida*: D – tronco; E – hábito. *C. magnifolia*: F – hábito; G – semente arilada em fruto aberto. FOTOS: A-B e E = T. Nunes; C = P. Moura; D e F = J. Costa; G = L. Queiroz.

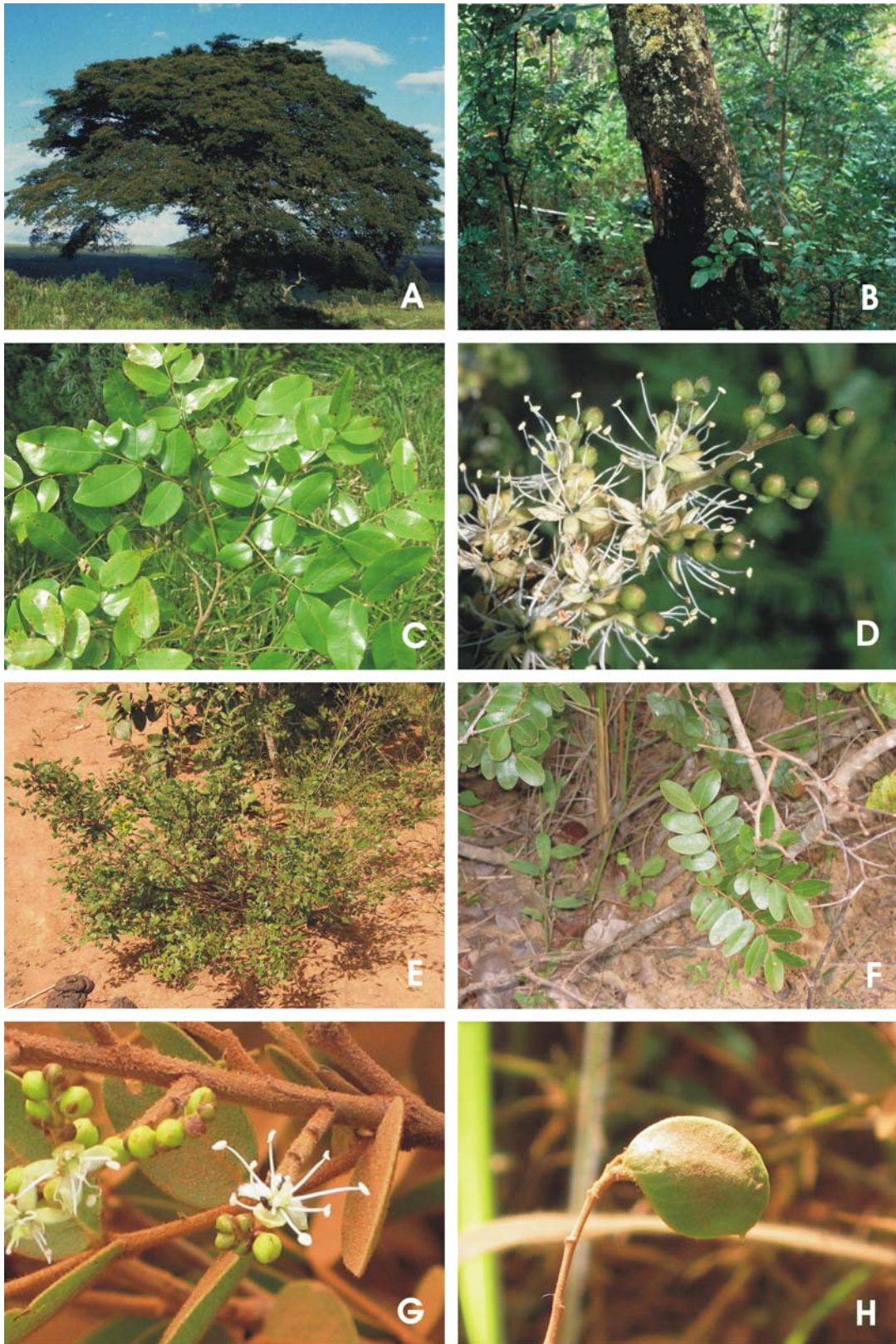


Figura 4. *Copaifera langsdorffii*: A – Hábito; B – Tronco, utilizado para extração de óleo; C – Ramo; D – Flores. *C. oblongifolia*: E – Hábito; F – Folhas; G – Flor com visitante floral; H – Frutos. FOTOS: A, B e D = E. Borba; C = C. Costa; A, G e H = J. Costa; F = L. Queiroz.

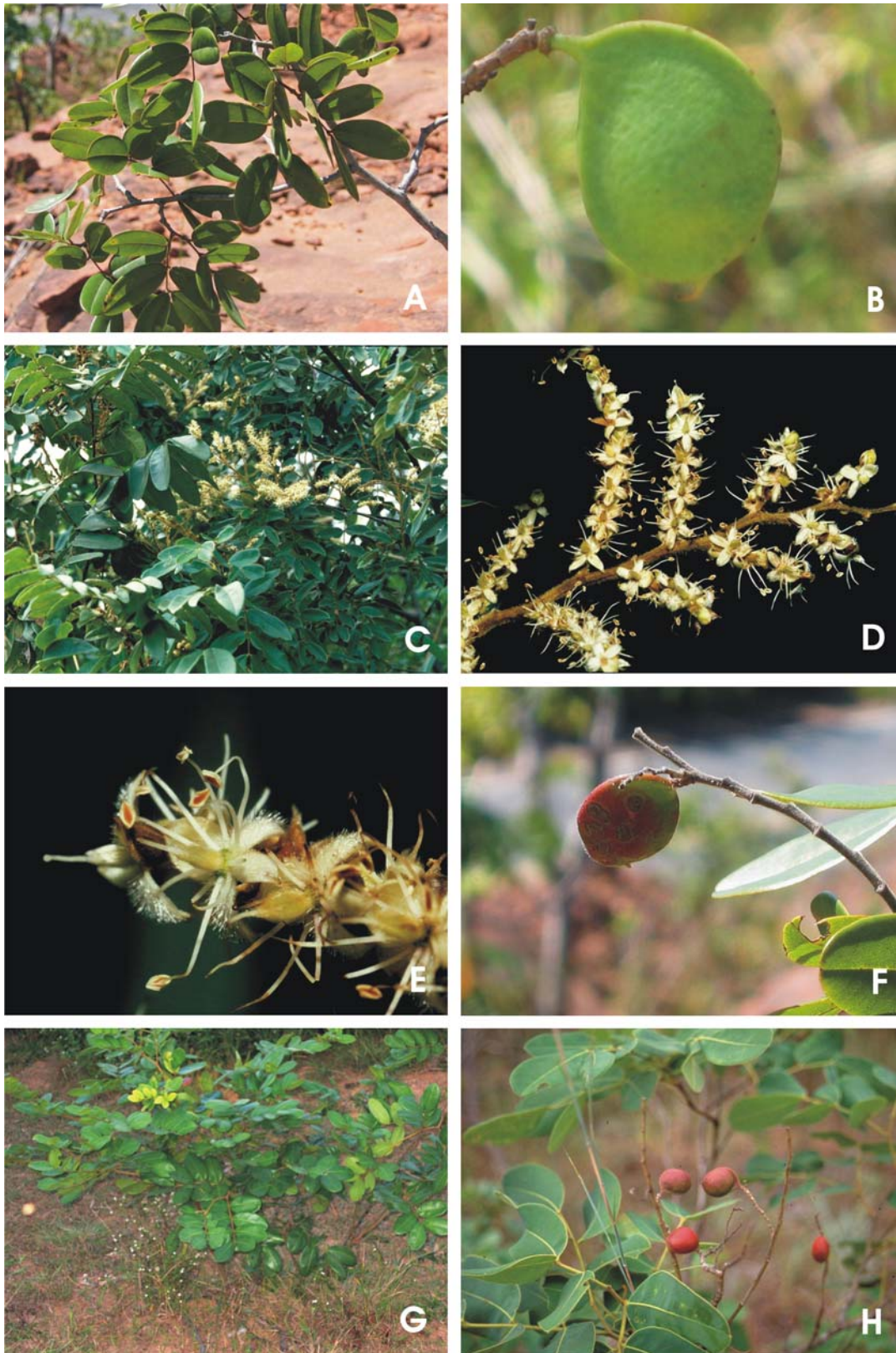


Figura 5. *Copaifera depilis*: A – Folhas; B – Fruto. *C. luetzelburgii*: C – ramos floridos; D – Inflorescência; E – Flores; F – Fruto. *C. malmei*. G – Hábito; H – Ramo com frutos. FOTOS: A, B, F e H = J. Costa; C-E = E. Borba.



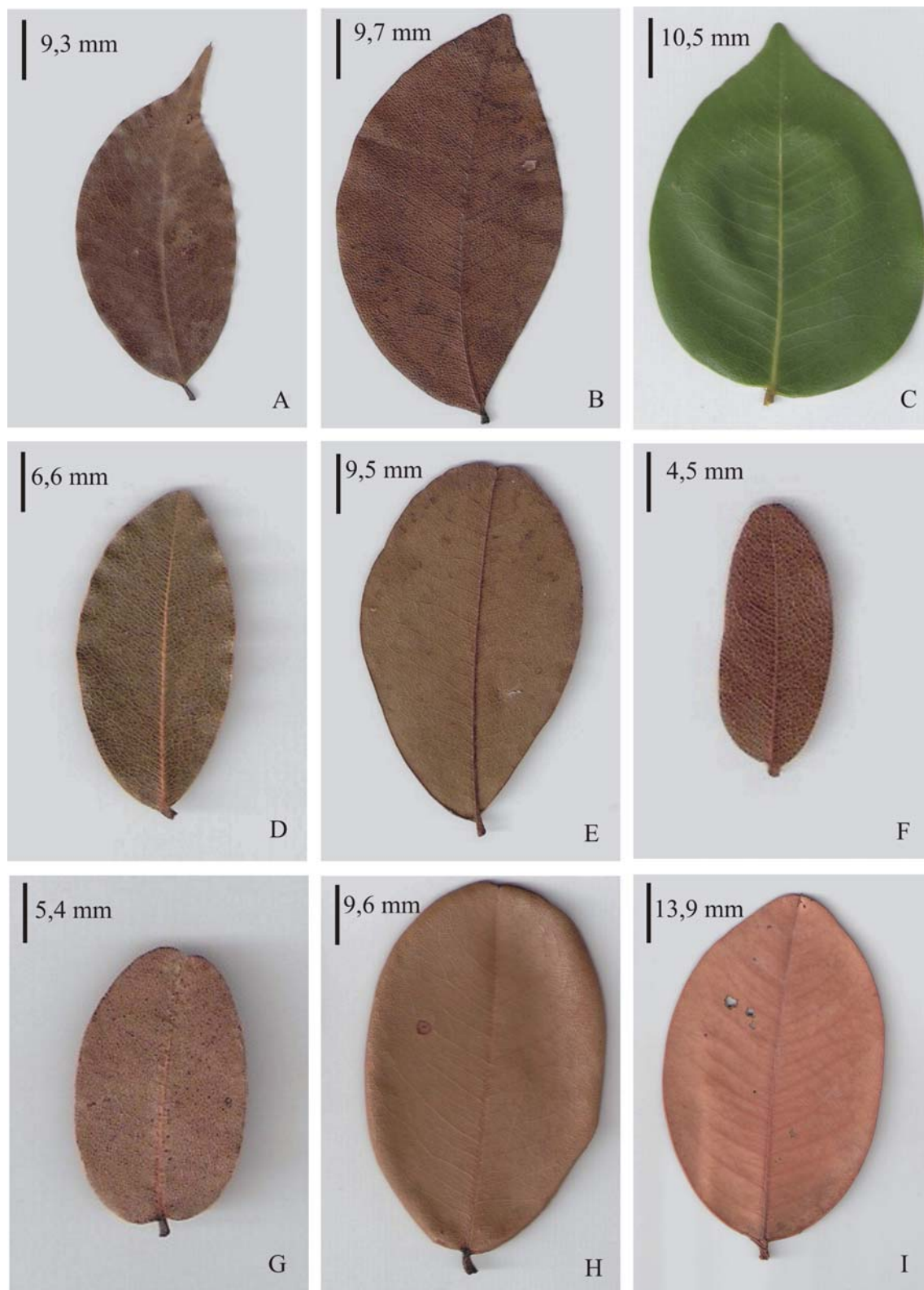


Figura 6. Forma dos folíolos de *Copaifera* ocorrentes no Brasil extra-amazônico. A – *C. lucens*; B – *C. duckei*; C- *C. arenicola*; D – *C. langsdorffii* var. *langsdorffii*; E - *C. langsdorffii* var. *nitida*; F – *C. oblongifolia* var. *oblongifolia*; G – *C. coriacea*; H – *C. martii* var. *rigida*; I – *C. magnifolia*.

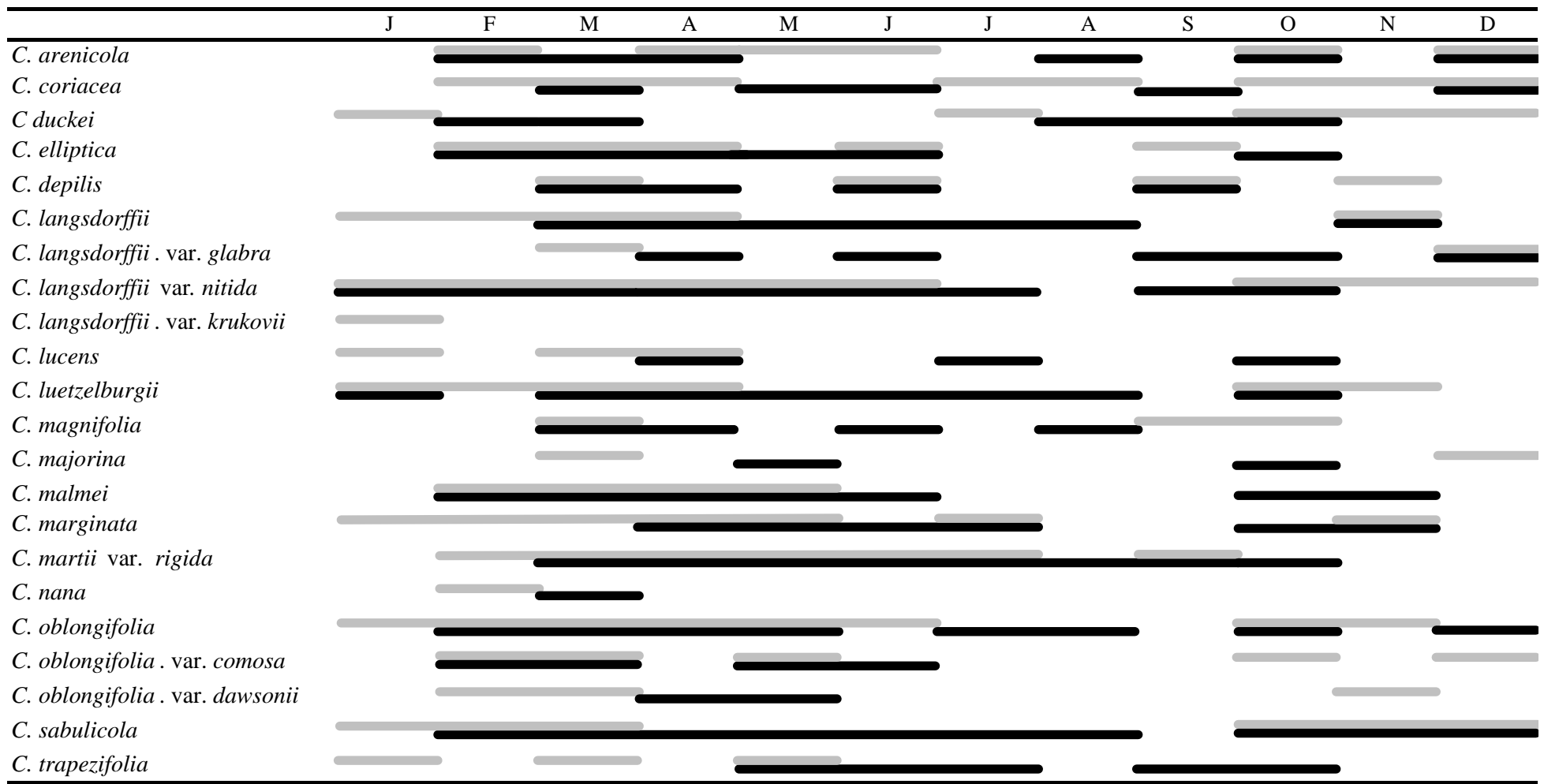


Figura 7. Fenologia de floração (traço cinza) e frutificação (traço preto) das espécies de *Copaifera* ocorrentes no Brasil extra-amazônico baseada em dados de herbário.

## **Afinidades**

Cowan & Polhill (1981) reuniram *Copaifera* no Grupo *Detarium* (grupo informal) pertencente à tribo Detarieae. Segundo esses autores, esse grupo é composto por gêneros com dois a numerosos pares de folíolos, geralmente glandular-punctados e arranjo alterno dístico das flores nas inflorescências (exceto *Pseudosindora*). Os gêneros incluídos nesse grupo são *Baikiaea*, *Copaifera*, *Detarium*, *Gilletiodendron*, *Gonniorrhachis*, *Hylodendron*, *Pseudosindora*, *Sindora*, *Sindoropsis* e *Tessmannia*. Quase todos os gêneros desse grupo ocorrem na África.

*Copaifera* também tem uma história de delimitação que envolve os gêneros *Guibourtia* e *Coleospermum*, também pertencentes à tribo Detarieae, com espécies sendo descritas e transferidas em diferentes revisões taxonômicas (ver histórico). Barneby (1996) argumenta que uma das principais diferenças entre os gêneros *Copaifera* e *Guibourtia* é o arranjo alterno-espiralado das flores desse último.

Análises moleculares têm corroborado a proposta de afinidade entre *Copaifera* e os gêneros *Baikiaea*, *Detarium*, *Sindora*, *Sindoropsis* e *Tessmannia*, enquanto *Guibourtia* e *Coleospermum* aparecem em clados diferentes do clado a que pertence *Copaifera* (Bruneau et al. 2000, 2001; Fougère-Danezan et al. 2003; Herendeen et al. 2003). Contudo, poucas espécies de *Copaifera* têm sido utilizadas nestas análises e estas são do continente africano. Análises incluindo *Pseudosindora* ainda não foram publicadas.

As afinidades filogenéticas das *Copaifera* ocorrentes no Brasil extra-amazônico são apresentadas no Capítulo 4. Afinidades morfológicas entre as espécies do Brasil extra-amazônico geram muita confusão taxonômica nas identificações de herbário (ver CAPs. 1 e 3), principalmente com relação à espécie *C. langsdorffii* Desf., uma espécie com ampla distribuição no Brasil, chegando até o Paraguai e Nordeste da Argentina.

Espécies que são totalmente glabras como *C. depilis*, *C. elliptica* e *C. magnifolia*, geralmente apresentam morfologia similar a espécies pilosas e são geralmente confundidas com *C. luetzelburgii*, *C. malmei* e *C. marginata*, respectivamente. A condição glabra dessas espécies parece representar um extremo de variação, mas também pode indicar um processo de diferenciação recente, sem contudo, formar politomia nas análises filogenéticas apresentadas por Costa et al. (CAP. 4).

## **Taxonomia**

**Copaifera** L., Sp. Pl. ed. 2. 557. 1762. *Nom. Conserv.*

*Copaiba* Marcgrav,

*Copaiva* L., Mat. Med.

*Copaiva* Jacq., Enum. Pl. Carib. 65-67. 1760.

*Copaiba* Adans., Fam. 2. 241. 1763.

*Copaiba* O. Kuntze, Rev Gen. 1. 172. 1891.

Árvores ou arbustos, raramente subarbusto. Estípulas precocemente caducas, mas em geral opostas; lineares, lanceoladas, ovais ou falciformes; membranáceas a cartáceas. Folhas 2 - 12 pares de folíolos. Panículas axilares e/ou terminais; pedúnculo ou raque da inflorescência (3,5-) 5 – 20 (-35) cm compr., glabras a densamente hirsutas; unidades secundárias ca. 1-5 cm compr., espiciformis com flores dispostas alterna e dísticamente. Flores, sésseis ou subsésseis, raramente pediceladas; sépalas 4, em geral uma, duas ou três mais larga que as demais; ovais, elípticas ou oblongas; 3-5 mm compr.; pétalas 0; androceu (8 -) 10 estames, livres entre si, filetes glabros, 4-9 mm compr.; anteras dorsifixas, rimosas, 1-2 mm compr.; gineceu estipitado, ovário orbicular, elíptico-orbicular, ou oblongo-orbicular, glabro, pubescente ou hirsuto; estilete glabro, estigma capitado, óvulos 2. Fruto legume curto, elíptico-orbicular, em geral com estilete persistente formando um “apêndice”; bivalvado, suculentos no processo de amadurecimento, seco após a dispersão da semente; semente 1, raramente 2, com testa preta, oblonga a orbiculares; arilo carnosos branco, amarelo, laranja, vermelho ou purpúreo.

## Chave para as espécies de *Copaifera* ocorrentes no Brasil extra-amazônico

1. Folhas 2 – 3 (- 5) pares de folíolos. Se folhas com 3 a 5 pares, então os folíolos proximais quase do mesmo tamanho dos distais, nunca duas vezes maiores, e arilo branco.
  2. Face abaxial dos folíolos com tricomas glandulares bulbosos.....*C. malmei*
  - 2'. Face abaxial dos folíolos glabros ou com tricomas simples
    3. Panícula e nervura principal dos folíolos na face abaxial com hirsutas ou tomentoso-hirsutas.....*C. luetzelburgii*
    - 3'. Panícula e nervura principal dos folíolos na face abaxial glabras, pubérulas, pubescentes a tomentosas
      4. Raque, folíolos e inflorescências denso-tomentosos ou denso-pubescentes.....*C. marginata*
      - 4'. Raque, folíolos e inflorescências glabros ou pubérulos, raramente pubescentes
        5. Folhas sésseis. Se pecíolo presente, então medindo 0,1 – 0,6(- 1,2) cm compr., número de pares de folíolos 2 a 3 e, flores pediceladas.....*C. sabulicola*
        - 5'. Folhas pecioladas (pecíolos 2 a 4 cm compr.). Se pecíolo entre 0,5 a 1 cm de compr., então número de pares de folíolos igual a 3 – 4(- 5) e flores sésseis.
          6. Folíolos estreito-oblongos ou estreito-obovais, ápices obtusos e bases cuneadas.....*C. nana*
          - 6'. Folíolos ovais a elípticos ou elíptico-orbiculares.
            7. Folíolos ovais ou oval-elípticos; ovário com margens sericeas, tendendo a glabro em um dos lados.....*C. arenicola*
            - 7'. Folíolos elípticos ou elíptico-orbilares; ovário glabro ou pubescente em todas as margens.
              8. Folíolos elípticos com nervura principal deslocada para um dos lados, dando um aspecto assimétrico da porção superior da lâmina, ápice agudo a curto-acuminado e arilo amarelo.....*C. duckei*
              - 8'. Folíolos elíptico-orbiculares ou elípticos, mas então nervuras principais central, dando um aspecto simétrico à lâmina do folíolo; ápice obtuso a levemente agudo e arilo branco. Se ápice agudo,

então folhas com 2 a 3 pares de folíolos rígido-coriáceos e arilo branco.

9. Folhas com 2 – 3 pares de folíolos rígido-coriáceos com margens revolutas ou levemente revolutas..*C. martii* var. *rigida*

9'. Folhas com 3 – 5 pares de folíolos coriáceos ou crasso e margens planas ou revolutas. Se margens revolutas, então flores com sépalas e ovário glabros.

10. Raque, folíolos, sépalas e ovário pubérulos a pubescentes.....*C. coriacea*

10'. Raques, folíolos, sépalas e ovários glabros.

11. Folíolos coriáceos; inflorescências com comprimento quase do mesmo tamanho até o dobro das folhas subjacentes.....*C. depilis*

11'. Folíolos crassos ou raramente subcrassos; inflorescências duas a três vezes maiores que as folhas subjacentes.

12. Folíolos com margens revolutas.....*C. elliptica*

12'. Folíolos com margens planas.....*C. magnifolia*

1'. Folhas 3 – 5(- 12) pares de folíolos. Se folhas com 3 a 5 pares, então os folíolos proximais duas vezes maiores que os distais e arilo amarelo, laranja, vermelho, purpúreo, nunca branco.

13. Folíolos com ápice caudado.....*C. lucens*

13'. Folíolos com ápice obtusos ou agudos, nunca caudados.

14. Folhas com 3 – 5(- 6) pares de folíolos; os folíolos proximais duas vezes maiores que os distais; os demais folíolos de tamanhos intermediários entre esses extremos dando um aspecto de progressão de aumento dos folíolos a partir dos proximais.....*C. langsdorffii*

14'. Folhas com 4 – 6(- 12) pares de folíolos; os folíolos proximais quase do mesmo tamanho dos distais; os demais folíolos de tamanhos iguais entre si, nunca conferindo um aspecto de progressão de aumento dos folíolos a partir dos proximais, mas sim de um conjunto uniforme.

15. Raque 12 – 17 cm compr.; folíolos com ápice agudo e base simétrica.....*C. majorina*

- 15'. Raque 1,5 – 10(- 13) cm compr.; folíolos com ápice obtuso e base assimétrica.
16. Frutos 4 – 4,5 x 3,5 – 4(- 4,3) cm; arilo vermelho.....*C. trapezifolia*
16. Frutos 2 – 2,5 x 1,7 – 2,2 cm; arilo laranja.....*C. oblongifolia*

**1. *Copaifera arenicola* (Ducke) J.A.S. Costa & L.P. Queiroz, comb. & stat. nov.**

*C. cearensis* Huber ex Ducke var. *arenicola* Ducke, (1959: 87). Lectótipo: Brasil. Ceará: Fortaleza, “in sabulosis altis prope Barra do Cocó (ad orientem urbis), in silva ‘Mata do Diogo’, florif.”, 14 Nov. 1954”, *Ducke* 2368 (Lectótipo RB; Isolectótipos K; foto HUEFS, escolhido por Costa & Queiroz, Apêndice II). **Syn. nov.**

**Árvore** (3 -)4-6(- 10) m alt. **Pecíolo** (1-) 1,5-1,8 (-3) cm compr.; raque glabra, (1,5-) 2-2,5 (-6) cm compr.; folíolos 2-3 pares, os proximais quase do mesmo tamanho dos distais, peciólulos 1 - 2 mm compr., lâminas com pontuações presentes, coriáceas, espessas, oval a elípticas, 2,3 - 3,5 x 1,6 - 2 cm, margens planas, raramente revoluta, ápice agudo ou obtuso, base obtusa a levemente cordada, glabras em ambas as faces, nervura principal central, glabra em ambas as faces. **Panícula** comprimento igual ou pouco maior que a folha subjacente, 3,5 - 7,0 cm compr., pedúnculo glabro, raramente pubescente. **Flores** subsésseis, sépalas 4 - 5 x 2 - 3,5 mm, face externa glabra, face interna serícea; estames 10, filetes 5 - 7 mm compr., anteras 1,5 - 2 mm compr.; ovário orbicular, 1,5 - 2 x 1,5 - 2 mm, margem serícea tendendo a glabra em um dos lados. **Legume** 2,3 - 3,3 x 1,9 - 2,7 cm, margem glabrescente a glabra; valvas amarelo-vináceas, glabras a glabrescente. **Semente** orbicular, ca. 1,2 x 1 cm; arilo amarelo cobrindo c. 1/2 da semente.

**DISTRIBUIÇÃO.** Bahia, Ceará, Pernambuco, Rio Grande do Norte (Mapa 3).

**ESPÉCIMES EXAMINADOS. BRASIL. Bahia:** Antas, 20 Dez. 1993, *Queiroz & Nascimento* 3747 (HUEFS); Baixa Grande, Abr. 1971, *Pinto* s.n. (ALCB, HRB); Canudos, Estação Ecológica de Canudos, 22 Fev. 2000, *Giulietti & Harley* 1739 (HUEFS); 29 Out 2001, *Queiroz et al.* 7003 (HUEFS); 16 Fev. 2003, *Silva et al* 308 (HUEFS); 25 Out. 2003, *Silva & Leite* 465 (HUEFS); Nova Glória, 27 Mai. 1981, *Gonçalves* 107 (HRB); 5 Dez. 1992, *Bandeira* 111 (HRB, HUEFS); Nova Soure, 13 Mai. 1985, *Filho* 225 (HRB); Paulo Afonso, Estação Ecológica do Raso da Catarina, 15 Mai. 1981, *Bautista* 451 (HRB); 17 Dez 1981, *Filho* s.n. (HUEFS); 09 Jun. 1983, *Guedes* 623 (HUEFS); 20 Mar. 1985, *Orlandi & Filho* 727 (HRB); 12 Abr. 1993, *Ferreira* 517 (HRB); 12 Abr. 1993, *Ferreira* 519 (HRB); Riacho do Jatobá, 2 Abr. 1980, *Silva* 94 (HRB); Rodelas, 22 Fev. 1987, *Silva & Matos e Silva* 64 (HRB, HUEFS); 22 Fev. 1987, *Silva & Silva* 64 (ALCB); Rui Barbosa, Serra do Orobó, 20 Ago. 2005, *Costa & Queiroz* 1298 (HUEFS); Tucano, 03 Fev. 1998,



*Batista* 02 (ALCB, HRB). **Ceará:** Barbalha, 05 Mar. 1980, *Salgado* 117 (HRB); Fortaleza, 14 Nov. 1954, *Ducke* 2368 (foto HUEFS, K). **Pernambuco:** Araripina, 7 Ago. 1986, *Lima* 369 (HRB). **Rio Grande do Norte:** Martins, 17 Jul. 1991, *Figueiredo et al.* 312 (TEPB).

**HABITAT.** Solo com textura arenosa, em caatinga.

**NOME(S) POPULAR(ES).** Jacuretá, chacuretá, jatobá, pau-d'óleo.

**NOTAS.** Ducke (1959) descreveu *C. cearensis* a partir do material utilizado por Dwyer (1951) para a sua descrição de *C. duckei*, gerando um problema taxonômico pois passou-se a atribuir dois nomes para a mesma espécie. Além disso, Ducke (1959) descreveu a variedade *C. cearensis* var. *arenicola*, confundindo mais ainda os limites taxonômicos neste grupo. Pela circunscrição adotada no presente trabalho, *C. cearensis* var. *cearensis* é considerada sinônimo de *C. duckei*, a qual volta a ter a circunscrição original proposta por Dwyer (1951). Desta forma, *C. duckei* é definida pela presença de folhas com 2-4 pares de folíolos enquanto *C. arenicola* possui folhas com 2-3 pares de folíolos, mas com preferências ecológicas distintas e porte e folíolos bem diferentes. Além disso, dados de ITS, mesmo sendo pouco conclusivos, não apoiam a hipótese de que *C. arenicola* seja uma espécie irmã de '*C. cearensis*' (aqui tratada como *C. duckei* - ver CAP. 4).

*Copaifera arenicola* é afim de *C. martii* var. *rigida*, mas se distingue desta por apresentar folíolos com ápice agudo, margem plana, face adaxial áspera, ovário tendendo a glabro em um dos lados e arilo amarelo. *Copaifera martii* var. *rigida* tem folíolos com ápice obtuso, raramente agudo, margem revoluta a levemente revoluta, face adaxial lisa, ovário margem totalmente pilosa e arilo branco.

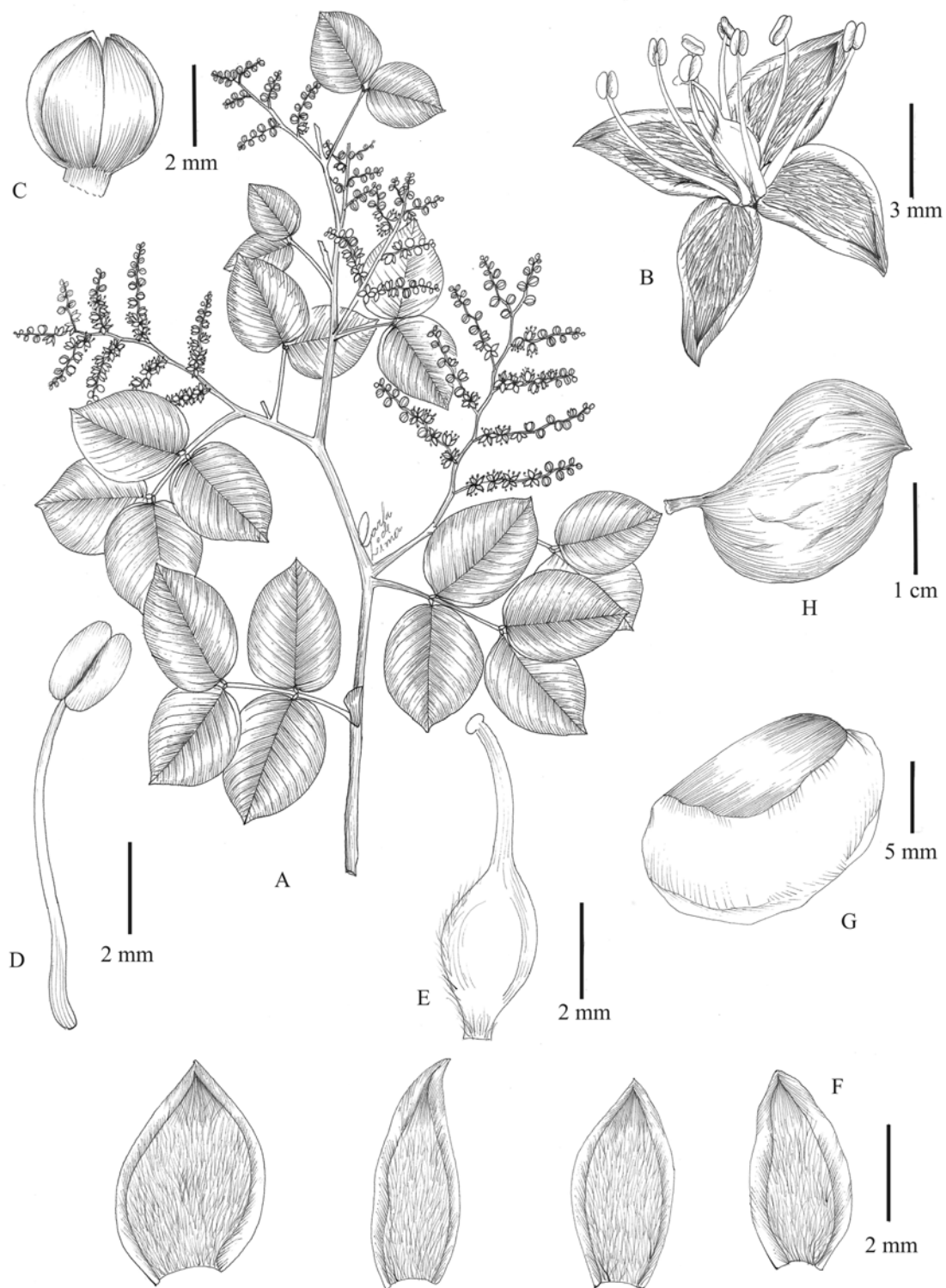


Figura 8. *Copaifera arenicola*. A – Ramo com inflorescências; B – Flor; C – Botão floral; D – Estame, vista frontal; E – Gineceu; F – Sépalas, face interna; G – Semente com arilo; H – Fruto. (A – F, *Bandeira 111*; G, H, *Costa et al. 408*).

**2. *Copaifera coriacea* Mart.** (1823: 825). Tipo: Brasil, 'Provinciae Bahiensis, prope flus.

S. Franc. ao Joazeiro, Abr., *Martius* 2288 (Holótipo M)

*Copaiba coriacea* (Mart.) Kuntze, (1891: 172).

*Copaifera cordifolia* Hayne, (1827: 21). Tipo: Brasil, Bahia, 'Barra et Ilhabira' [Barra], *Blanchet* 3091 (Holótipo G, n.v.; Isótipos F, n.v.; K; foto NY)

**Arbusto** ou árvore 0,60 - 4(- 10) m alt. **Peciolo** (0,3 -)0,6 - 1,5(- 1,7) cm compr.; raque tomentosa, pubérula ou glabra, 1,5 - 5,5 (- 7,6) cm compr.; folíolos 2 - 5 pares, os proximais quase do mesmo tamanho dos distais, peciólulos (1 -)2 - 3(- 4) mm, lâminas com pontuações ausentes ou raramente opacas, coriáceas, elíptico-oblongas, (1 -)1,3 - 4,5(- 4,7) x (0,6 -)0,8 - 2,3 cm, margens planas, ápice obtuso, emarginado ou emarginado-mucronado, base obtusa a cordada, face adaxial pubescentes a glabras, face abaxial pubérulas a glabras, nervura principal central, pubescente a glabra na face adaxial, pubescente, pubérula ou glabra na abaxial. **Panicula** comprimento igual ou pouco maior que a folha subjacente, 8 - 20 cm compr., pedúnculo tomentoso ou pubérulo a glabrescente. **Flores** subsésseis, sépalas 3 - 4 x (1,5 -)2 - 3 mm, face externa glabra, face interna tomentoso-hirsuta; estames 10 filetes 4 - 7 mm compr., anteras 1 - 1,5 mm compr.; ovário oblongo a orbicular, 1(- 1,5) x 0,5 - 0,8(- 1,5) mm, margens pubescentes a hirsutas, estilete 1 - 1,5(- 2) mm compr. **Legume** 1,5 - 2,5 x 1 - 2 cm, margem glabrescente a glabra; valvas vináceas, glabras a glabrescentes. **Semente** oblonga, 1,3 - 2,2 x 0,5 - 1,1 cm; arilo branco, cobrindo c. 2/3 da semente.

**DISTRIBUIÇÃO.** Bahia e Piauí (Mapa 1).

**ESPÉCIMES EXAMINADOS. BRASIL. Bahia:** 1857, *Blanchet* 3091 (BR, NY); *Blanchet* 2881 (BR); Barra, Out. 1994, *Queiroz & Nascimento* 4070 (HUEFS); 04 Fev. 2000, *Rodarte* 42 (CEPEC, HRB); Casa Nova, 27 Abr. 2001, *Harley et al.* 54342 (HUEFS); 16 Jun. 2001 *Nunes et al.* 518 (HUEFS); 16 Jun. 2001, *Nunes et al.* 544 (HUEFS); 28 Dez. 2001, *Nunes et al.* 708 (HUEFS); 05 Jul. 2003, *Queiroz et al.* 7918 (HUEFS); 09 Fev. 2004, *Queiroz et al.* 9141 (HUEFS); Gentio do Ouro, 01 Jun 1999, *Pennington & Brito* 255 (K, NYBG); 06 Mai. 2002, *Ferreira et al.* 1280 (HRB); 26 Jun. 2005, *Carneiro-Torres et al.* 542 (HUEFS); Ibiraba, margem do rio São Francisco, Fev. 1989, *Rocha* 05 (SP); Irecê, 03 Fev. 2000, *Silva* s.n. (ALCB); 11 Mar. 2000, *Silva* s.n. (ALCB); Juazeiro, Abr., *Martius* 2288 (M); Pilão Arcado, 01 Jun. 1989, *Bautista* 1457

(HRB); 01 Jun. 1989, *Bautista* 1465 (HRB); 06 Set. 2005, *Queiroz et al.* 10873 (HUEFS); 07 Set. 2005, *Queiroz et al.* 10904 (HUEFS); 9 Dez. 2005, *Conceição et al.* 1555 (HUEFS); 18 Mar. 2006, *Miranda et al.* 951 (HUEFS); Piripá, 15 Nov. 1979, *Araújo* 164 (HRB); Santa Rita de Cássia, 25 Ago. 1980, *Santino* 287 (HRB); Xique-Xique, 26 Jun. 1996, *Giulietti et al.* PCD 2977 (HRB); 23 Jun. 1996, *Giulietti et al.* PCD 2978 (HRB); 01 Jun. 1999, *Melo et al.* 2695 (HUEFS). **Piauí:** Boqueirão Grande, 31 Jan. 1984, *Emperaire* 2227 (TEPB); 31 Jan. 1984, *Emperaire* 2279 (TEPB); Santo Inácio do Piauí, 19 Mar. 1980, *Filho* 117 (HRB); Piracuruca, 17 Abr. 2001, *Alencar* 1261 (HUEFS, TEPB).

**HABITAT.** Solo com textura arenosa, em caatinga.

**NOME(S) POPULAR(ES).** Cacuricabra, sapucaia.

**NOTAS.** Martius (1823), ao descrever esta espécie, considerou-a como tendo folhas com 2 a 3 pares de folíolos. No entanto, a observação das populações naturais mostra que há uma maior amplitude de variação nesse caráter, de 2 a 5 pares de folíolos. Dessa forma, *C. cordifolia* Hayne enquadra-se nos limites dessa espécie, já tendo sido sinonimizada por Bentham (1870). Ducke (1959), erroneamente, sinonimizou *C. coriacea* Mart. em *C. martii* Hayne, mas estas espécies são bastante distintas em morfologia e preferências ecológicas (ver *Costa et al.*, CAP. 1).

*Copaifera coriacea* é afim de *C. luetzelburgii*, mas distingue-se desta por possuir panículas e folíolos glabros ou pubescentes enquanto *C. luetzelburgii* possui indumento com tricomas hirsutos.

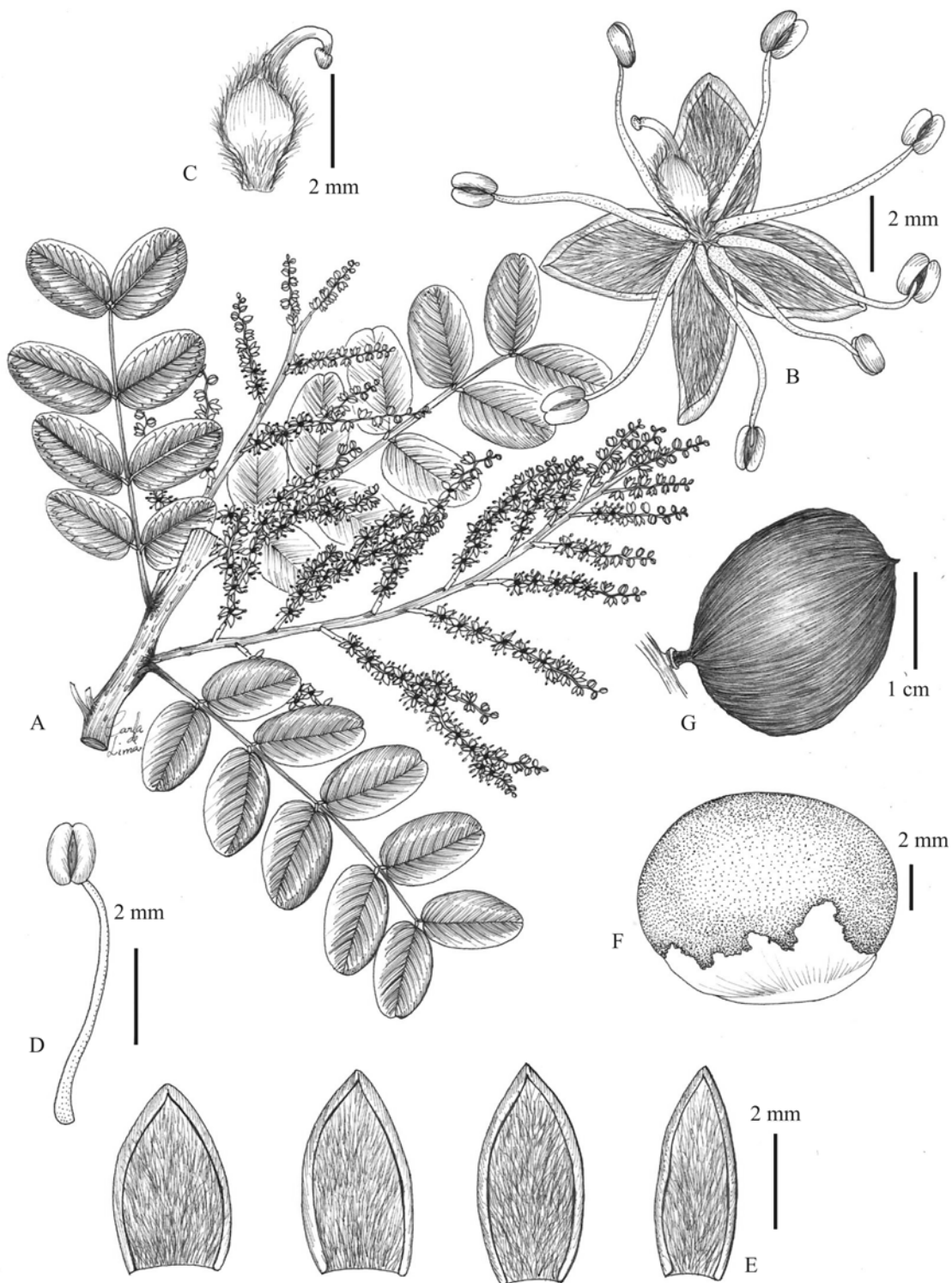


Figura 9. *Copaifera coriacea*. A – Ramo com inflorescências; B – Flor; C – Gineceu; D – Estame, vista frontal; E – Sépalas, face interna; F – Semente com arilo; G – Fruto. (A – E, Queiroz 4789; F, G, Nunes et al. 1124).

**3. *Copaifera depilis* Dwyer (1954: 185).** Tipo: Brasil, Mato Grosso, *Pilger 294* (Holótipo B).

**Arbusto** 1 – 2(- 3) m alt. **Pecíolo** (1 -)1,2 – 1,6 cm compr.; raque glabra, (1,5 -)3,5 – 7,5(- 8) cm compr.; folíolos (2 -)3 – 4(- 5) pares, peciólulos 2 – 3 mm compr., lâminas com pontuações presentes, coriáceas, elíptico-oblongas ou elíptico-lanceoladas, (2 -)2,5 – 4,0(- 5) x (2 -)3,5 – 5(- 6) cm, margens planas, ápice obtuso, emarginado, raramente curto-mucronado, base obtuso-arredondada, raramente cuneiforme, glabras em ambas as faces, nervura principal central, glabra em ambas as faces. **Panicula** comprimento quase do mesmo tamanho até o dobro do tamanho da folha subjacente, (4,5 -)5 – 8(- 10) cm compr., pedúnculo glabro. **Flores** sésseis; sépalas 3 – 4 mm x 1,5 – 2(- 2,5), glabras em ambas as faces; estames 10, filetes 5 – 8(- 9) mm compr., anteras 1 – 1,5 mm compr.; ovário orbicular, 1,2 – 1,8(- 2) x 0,8 – 1 mm, inteiramente glabro, raramente com tricomas esparsos no ápice (base do estilete), estilete 2 – 2,5(-2,7) mm compr. **Legume** (2,2 -)2,5 – 2,8 x (1,4 -)1,8 – 2,7(- 3) cm, margens glabras, raramente glabriúscula. **Semente** oblonga, 1,5 – 2,5 x 1 – 1,5(- 1,6) cm; arilo branco cobrindo ca. 1/2 da semente.

**DISTRIBUIÇÃO.** Bahia, Mato Grosso (Mapa 3).

**ESPÉCIMES EXAMINADOS. BRASIL. Bahia:** Barreiras, 05 Mar. 1971, *Irwin 31549* (NYBG); 26 Mar. 1984, *Collares & Fernandez 123* (HRB); 11 Jun. 1992, *Amorim et al. 3979* (CEPEC, NY); Luiz Eduardo Magalhães, 20 Set. 2003, *Guedes et al. 11096* (ALCB); 20 Set. 2003, *Guedes et al. 10865* (ALCB); 28 Nov. 2003, *Xavier et al. 177* (ALCB). **Mato Grosso:** Local não indicado, *Pilger 294* (B); Barão de Melgaço, Baía Recreio, 18 Jun. 1999, *Macedo et al. 7035* (UFMT); Itiquira, Rio Corrente, 14 Nov. 1973, *Hatschbach & Koczicki 33197* (MBM, NY); Poconé, *Neto 198*. (UFMT); Rosário Oeste, Bauxi, Serra das Araras, 1 Jun. 1996, *Dubs 2160* (NY); Santo Antônio de Leverzer, Morro Grande, 8 Nov. 1998, *Macedo et al. 6874* (UFMT); 3 Abr. 1982, *Cunha et al. 463* (UFMT).

**HABITAT.** Cerrado aberto.

**NOTAS.** O material tipo dessa espécie aparece com um nome provisório “*Copaifera gynoglabra*”, manuscrito pelo próprio Dwyer, que depois não foi validado por ele na publicação da espécie.

*Copaifera depilis* é afim de *C. elliptica* e *C. magnifolia*, mas distingue-se dessas espécies principalmente por apresentar tamanhos menores de suas folhas, folíolos e inflorescências e por possuir geralmente duas a três glândulas secretoras nos folíolos.

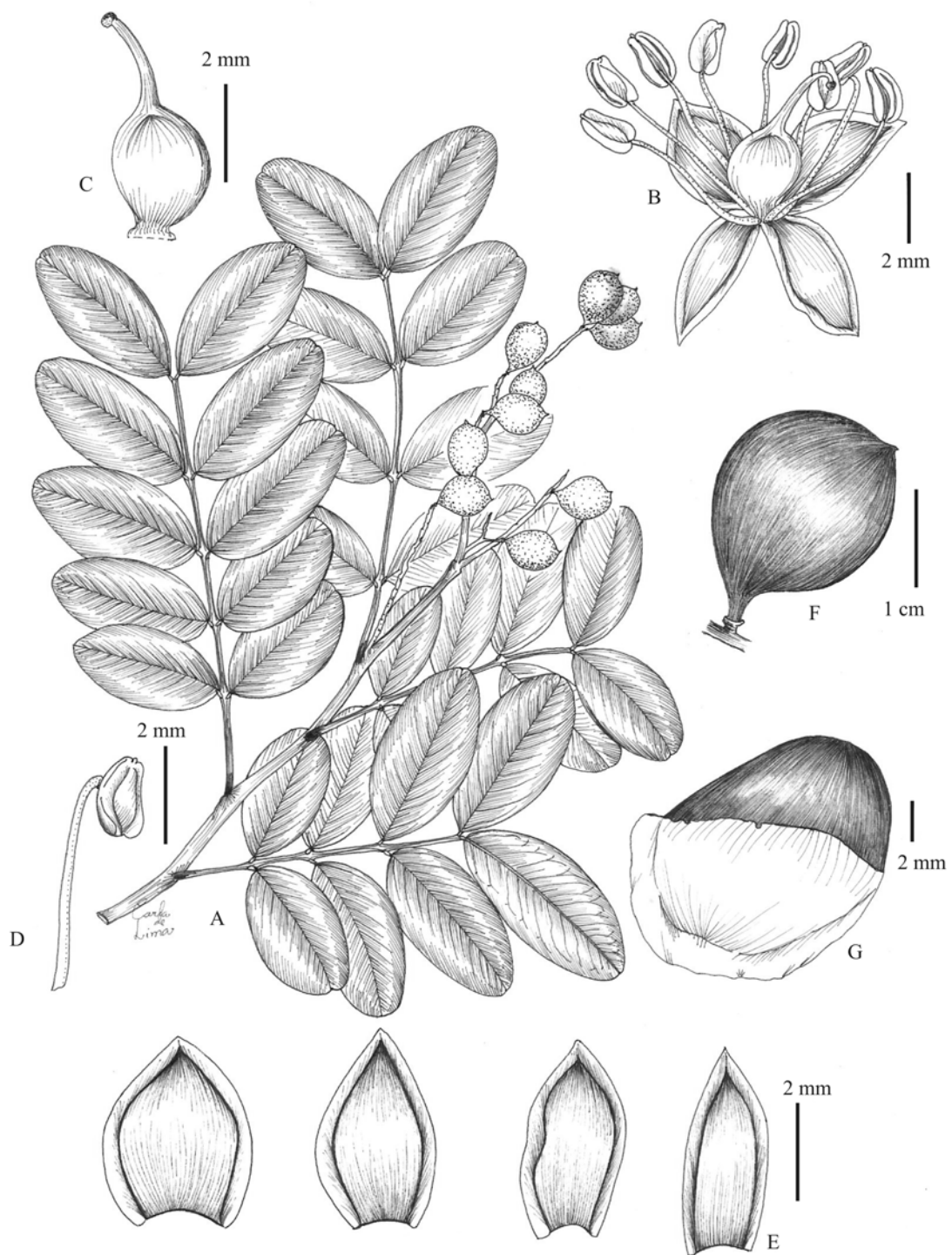


Figura 10. *Copaifera depilis*. A – Ramo com frutos; B – Flor; C – Gineceu; D – Estame; E – Sépalas, face interna; F – Fruto; G - Semente com arilo. (A – E, *Guedes et al.* 11096; F, G, *Collares & Fernandes* 123).



**4. *Copaifera duckei* Dwyer** (1951: 163-164). Tipo: Brasil, Pará, Belém, *Ducke* 16875 (Lectótipo US; Isolectótipos K; RB, n.v.).

*Copaifera cearensis* Huber ex Ducke var. *cearensis* (1959: 85). Lectótipo: Brasil. Ceará: Fortaleza, “in relictis silvae semideciduae collinae loci Giboia, florif.”, 14 Fev. 1955, *Ducke* 2446 (Lectótipo RB, n.v.; Isolectótipos K; foto HUEFS, escolhido por Costa & Queiroz, Apêndice II). **syn. nov.**

**Árvore** (4 -)7 – 18(- 30) m alt. **Peciolo** 0,8 - 2 cm compr.; raque pubérula ou pubescente, raramente glabra, 2,5 - 2,5(- 6) cm compr.; folíolos 2 - 4 pares, os proximais quase do mesmo tamanho dos distais, peciólulo 2 – 4 mm compr., lâminas com pontuações presentes, papiráceas a coriáceas, elípticas ou oval-elípticas, 3 - 7,5 x 2 – 6 cm, margens planas, margens planas, agudo a curto-acuminado, obtuso, base obtusa; glabros em ambas as faces, nervura principal deslocada para uma das margens, pubérula a glabra em ambas as faces. **Panicula** comprimento o dobro do tamanho das folhas subjacentes, 6 – 10 cm compr., pedúnculo pubérulo a glabro. **Flores** sésseis; sépalas 2,5 – 3 x 1 – 2,2 mm, face externa glabra, face interna tomentosa; estames 10, filetes 4 – 6 mm compr., anteras ca. 1 mm compr.; ovário oblongo-orbicular, 1,2 – 1,8(- 2) x 0,8 – 1 mm, margens seríceas tendendo a glabras em uma das margens. **Legume** (1,8 -)2 – 4,5 x (1,4 -)2,2 – 3,5 cm, margens pubescentes a glabras, valvas amarelo-vináceas. **Semente** oblonga, (1,3 -)1,5 – 1,8(- 2), arilo amarelo, cobrindo c. 2/3 da semente.

**DISTRIBUIÇÃO.** Bahia, Ceará, Maranhão, Pará, Paraíba, Piauí, Rio de Janeiro, Tocantins (Mapa 3).

**ESPÉCIMES EXAMINADOS. BRASIL.** Local não indicado, *Glaziou* 785 (BR). **Bahia:** Castelo Novo (Castelnovo), 03 Abr. 1822, *Riedel* 686 (Parátipo NY). **Ceará:** Chapada do Araripe, 13 Fev. 1985, *Gentry et al.* 50032 (NY); Floresta Nacional do Araripe, 12 Jan. 1999, *Miranda & Lima* 3100 (HST, HUEFS); Alcântara, Serra da Merouca, 24 Nov. 1990, *Fernandes* s.n. (EAC, HUEFS); Barreiro Grande, 7 dez. 1995, *Cavalcanti & Silveira* s.n. (EAC, HUEFS); 9 Nov. 1996, *Silveira* s.n. (EAC, HUEFS); Baturité, Serra de Baturité, Estr. Baturité-Guaramiranga, *Costa et al.* 952 (HUEFS); *Costa et al.* 953 (HUEFS); Crato, 27 Jun. 2003, *Cavalcanti & Silveira* s.n. (EAC, HUEFS); Fortaleza, Alto da Jibóia, 7 Jun. 1955, *Ducke* 2446 (foto HUEFS, K, RB); Guaramiranga, Serra de Baturité, Set. 1955, *Linhares* s.n. (K); Ubajara, Serra da Aratanha, *Bezerra*

s.n.(SP). **Maranhão:** 5 km S da MA 119, 5 Out. 1980, *Daly et al.* D486 (NY); Maracaçumé, região do Rio, 20 Set. 1932, *Froes* 1926 (NY). **Pará:** Belém, *Ducke* 16875 (US); Marabá, Serra dos Carajás, 29 Mar. 1984, *Silva et al.* 1998 (NY). **Paraíba:** Mata Grande, estr. para Bonito de Santa Fé, 30 Nov. 1971, *Andrade-Lima et al.* 1094 (HRB; IPA); São José da Lagoa Tapada, Serra de Santa Catarina, 16 Jan. 1999, *Barbosa et al.* 1799 (CEPEC, HUEFS, IPA). **Piauí:** 1841, *Gardner* 1929 (BR, foto HUEFS, foto NY). **Rio de Janeiro.** Petrópolis, estr. do Imperador, *Lima et al.* 6413 (HUEFS, RB). **Tocantins:** Palmas, Serra do Lajedo, 23 Mar. 1994, *Lima* 227 (HEPH).

**HABITAT.** Floresta úmida (Pluvial Amazônica, Floresta Montanha e Floresta Atlântica).

**NOME(S) POPULAR(ES).** Copaíba

**NOTAS.** Ducke, em sua descrição original, afirmou que *C. duckei* descrita por Dwyer (1951) diferiria de *C. cearensis* por ser uma árvore grande da Mata Pluvial com outras folhas, outros frutos, outra madeira e cuja presença no Ceará estaria fora de probabilidade para quem tivesse noções de Climatologia e Fitogeografia da América do Sul. Contudo, ao fazer esse comentário, Ducke certamente se referia à sua própria circunscrição para *C. cearensis* que envolvia a variedade *C. cearensis* var. *arenicola* que é uma árvore baixa da Caatinga e Florestas Secas. De fato, alguns espécimes dos síntipos por ele citado em sua descrição original possuem folhas com 2 – 3 pares de folíolos, enquanto outros possuem 3 – 4 pares (p.ex. *Bezerra* s.n.). As coleções *Costa et al.* 952 e *Costa et al.* 953 possuem 2 - 4 folíolos, enquanto *Lima et al.* 6413 possui 2 – 3 pares. O exame dos tipos mostra que elas podem ser consideradas a mesma espécie.

Esta espécie ocorre nos estados do Nordeste do Brasil, onde predomina os clima semi-árido e o bioma Caatinga, mas apenas em áreas úmidas nas Florestas Montanas das serras (p.ex. Serras de Araripe, Baturité e Ibiapaba) ou na Floresta Atlântica do sul da Bahia até o Rio de Janeiro.

*Copaifera duckei* é afim de *C. arenicola* e *C. martii* var. *rigida*, mas difere destas principalmente por ser uma árvore de floresta úmida, habitando no Nordeste, nas serras mais altas, com umidade maior que a da região em que está inserida, ou na Mata Atlântica, da Bahia até o Rio de Janeiro; possui 3 – 4 pares de folíolos papiráceos a coriáceos e nervura principal mais próxima a uma das margens, o que lhe confere uma assimetria evidente nos folíolos.

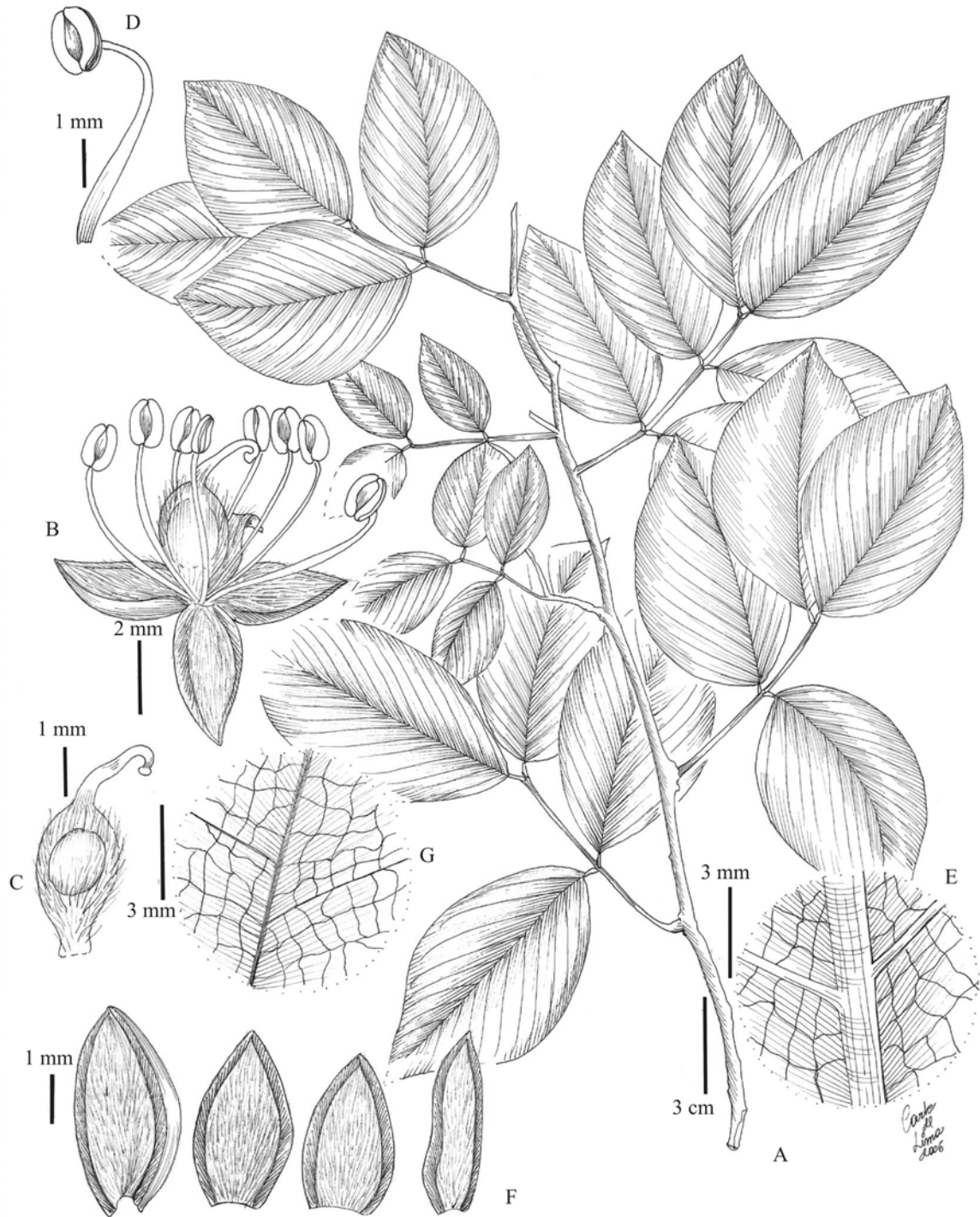


Figura 11. *Copaiifera duckei*. A – Ramo; B – Flor; C – Gineceu; D – Estame; E – Detalhe da venação, face abaxial; F – Sépalas, face interna; G – Detalhe da venação, face adaxial. (A, *Costa et al.* 952; B – G, *Miranda & Lima* 3100).

**5. *Copaifera elliptica* Mart.** (1837: 127). Tipo: Brasil, Mato Grosso, Cuiabá, Abr., *Martius Herb. Fl. Bras.* 205 (Holótipo M; Isótipos P, A, n.v., foto NY).

*Copaifera coriacea* Mart. var. *macrophylla* Dwyer, (1954: 180). Tipo: Brasil, Goiás ou Minas Gerais, Salinas, 1844, *Weddell* 2214 (Holótipo P) **syn. nov.**

**Arbusto** ca. (1 -)1,5 – 2(- 3) m alt. **Pecíolo** (0,5 -)0,6 – 2(-2,5) cm compr.; raque glabra, 6 - 12 cm compr; folíolos (3 -) 4 - 5 pares, os proximais pouco maiores ou do mesmo tamanho dos distais, peciólulos 2 – 3(- 4) mm compr., lâminas com pontuações ausentes, raramente presentes, coriáceas a cartáceas, elípticas ou elíptico-oblongas, (4 -) 4,5 – 7(- 8) x (3,5 -) 4,5 – 5 (- 6,5) cm, margens revolutas, ápice obtuso e levemente emarginado, base obtusa a ligeiramente subcordada; glabros em ambas as faces, nervura principal central, glabra em ambas as faces. **Panícula** comprimento duas vezes maiores que a folha subjacente, (5,5 -) 10 – 7,5 (-28) cm, pedúnculo glabro. **Flores** sésseis; sépalas (4 -) 4,5 – 5 x 3,5 (- 4) mm, glabras em ambas as faces; estames 10 filetes 5 – 7(- 9) mm compr., anteras ca. 1,2 – 1,3 mm compr.; ovário oblongo, 2 – 2,5 x 2 – 2,5 mm, glabro, estilete 2 – 4(- 6) mm compr. **Legume** 2 -2,5(- 2,7) x 2 - 2,2(2,5) cm, margens glabras, valvas de cor vermelha. **Semente** oblongo-orbicular, 1,5 – 1,1(- 1,3); arilo branco, cobrindo 1/2 da semente.

**DISTRIBUIÇÃO.** Goiás, Mato Grosso (Mapa 3).

**ESPÉCIMES EXAMINADOS. BRASIL. Goiás:** 1914, *Luetzelburg* 444 (NY); Posse, Serra Geral, Rio da Prata, 7 Abr. 1966, *Irwin et al.* 14478 (NY). **Mato Grosso:** Chapada dos Guimarães, 13 Fev. 1975, *Anderson* 11363 (NY); Cuiabá, Abr, *Martius Herb. Fl. Bras.* 205 (M, P, A, foto F, foto NY); 25 Mai. 1966, *Hunt & Ramos* 5568 (NY); 8 Abr. 1982, *Santos* 26 (NY, UFMT); 21 Abr. 1983, *Cunha et al.* 955 (UFMT); Distrito Guia, 24 Mar. 1982, *Prado & Leitão-Filho* 315 (UFMT); Luciara, 8 Out. 1985, *Thomas et al.* 4328 (NY); Morro do Ernesto, *Martii Herb. Florae Brasil.* 208 (K, foto NY); Nova Xavantina, 10 Jun. 1966, *Irwin et al.* 16911 (NY); 27 Set. 1968, *Harley & Souza* 10299 (NY, K); Porto Estrela, Estação Ecológica Serra das Araras, 16 Set. 1987, *Ecologia Vegetal- Pólo* 1637 (UFMT); 1 Jun. 1996, *Dubs* 2160 (UFMT); Serra do Roncador, a 94 km de Nova Xavantina, 04 Jun. 1966, *Irwin et al.* (NY).

**HABITAT.** Cerrado aberto.

**NOTAS.** Dwyer (1954) descreveu a variedade *Copaifera coriacea* var. *macrophylla*, mas observações cuidadosas do material tipo mostram que se trata de *C. elliptica*.

*Copaifera elliptica* é afim de *C. depilis* e *C. magnifolia*, mas distingue-se por apresentar folíolos maiores (4 - 8 x 4 - 5 cm), em relação a *C. depilis* (2 - 5 x 2 - 6cm) e por ter folíolos ligeiramente revolutos, enquanto *C. magnifolia* possui folíolos com margens planas.

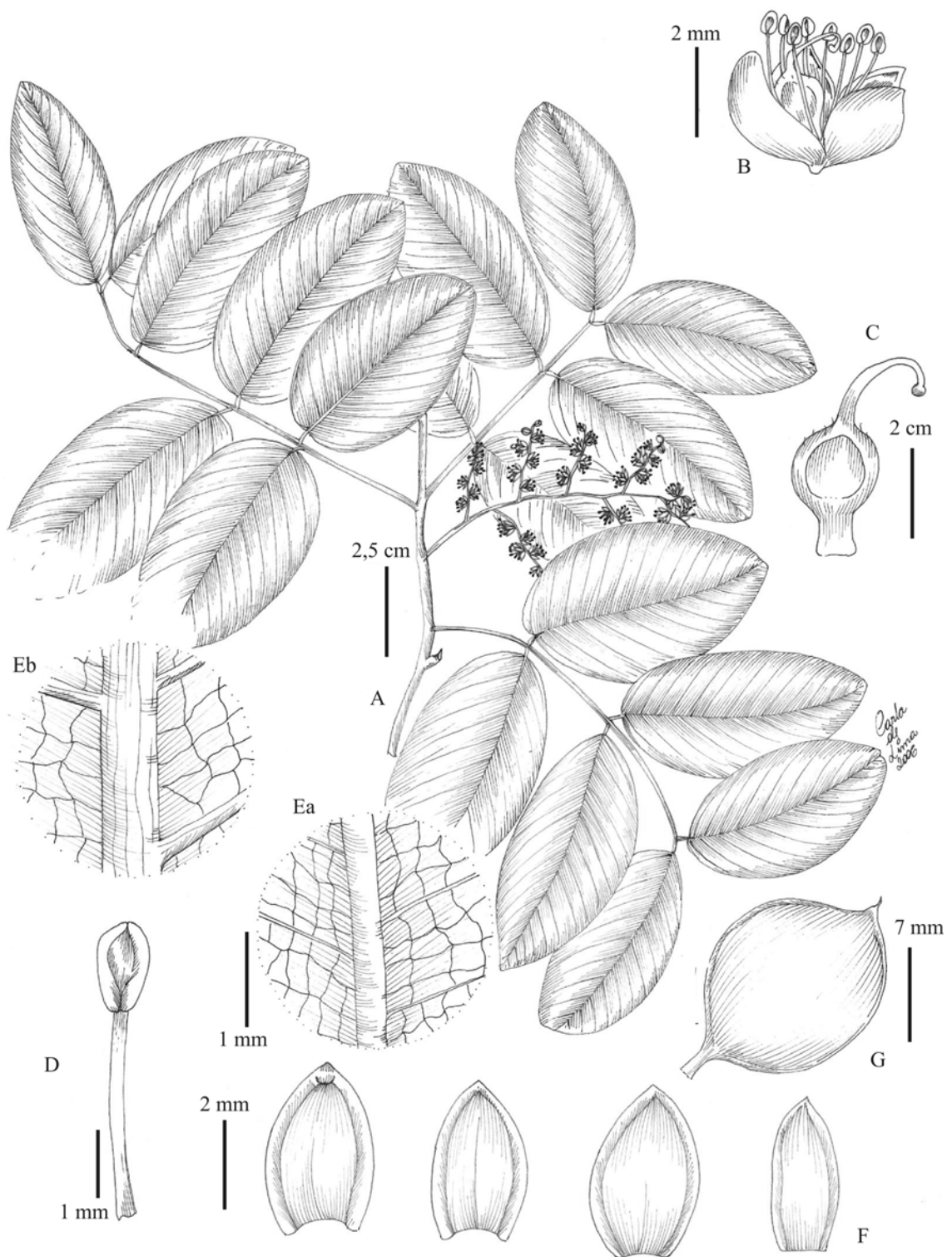
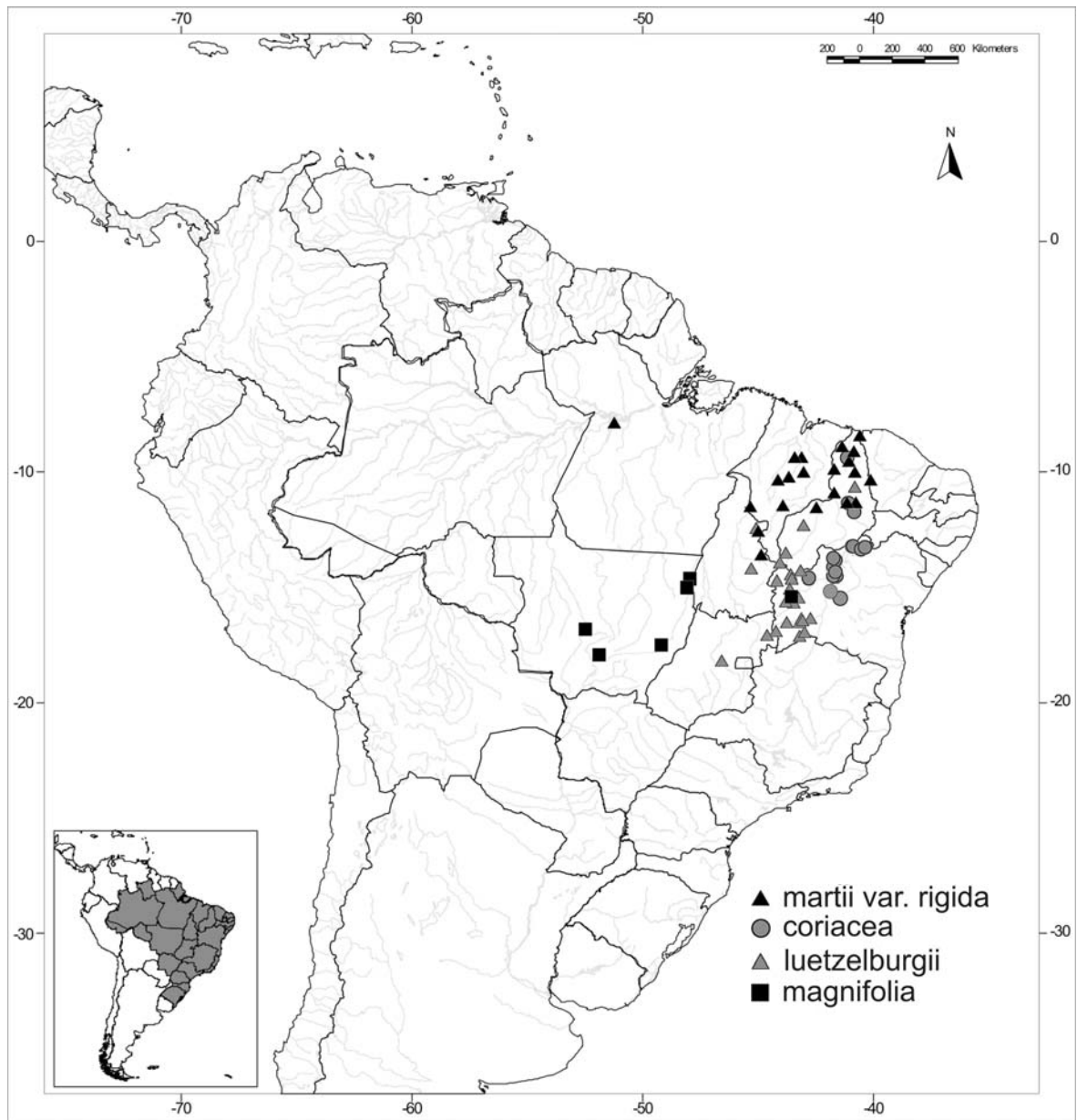


Figura 12. *Copaifera elliptica*. A – Ramo com inflorescência; B – Flor; C – Gineceu; D – Estame, vista frontal; E – detalhe da venação, a - face adaxial, b – face abaxial; F – Sépalas, face interna; G - Fruto. (A – F, Harley & Souza 10299; G, Irwin et al. 14478).



Mapa 1. Distribuição geográfica das espécies *Copaifera martii* var. *rigida*, *C. coriacea*, *C. luetzelburgii* e *C. magnifolia*

**6. *Copaifera langsdorffii* Desf.** (1821: 377-378). [Tipo indicado em *Copaifera langsdorffii* var. *langsdorffii*].

**Árvore** (1,5 -)3 - 15(- 30) m alt. **Pecíolo** (0,3 -)0,6 - 2,2(2,5) cm compr.; raque glabra, pubescente ou tomentoso-hirsuta, (1,6 -)2,3 - 7,8(- 13) cm compr.; folíolos (2-) 3 - 4(- 6) pares, os proximais duas vezes menores que os distais, peciólulos 1 - 5 mm compr., lâminas com pontuações presentes, coriáceas ou cartáceas, elípticas ou elíptico-oblongas, (1,5 -)3 - 5(- 8) x (0,7 -)1,5 - 3(- 4,5) cm, margens planas, ápice agudo ou obtuso, emarginado, raramente obtuso, base obtusa, glabros, pubérulos, pubescentes ou tomentosos na face adaxial, glabros, pubérulos, pubescentes ou tomentosos na face abaxial, nervura principal central, raramente deslocada nos folíolos distais, mas então central nos demais, glabra, pubérula, pubescente ou tomentosa na face adaxial, glabra, pubescente ou hirsuta na face abaxial. **Panícula** comprimento menor até o dobro das folhas subjacentes, raramente três vezes maiores, (2 -)3 - 11(- 25) cm compr., pedúnculo glabro, pubérulo, pubescente ou tomentoso-hirsuto. **Flores** sésseis; sépalas 4 - 5 x 2,2(- 4) mm, face externa glabra ou pubescente, face interna tomentosa, hirsuta ou glabra; estames 10, filetes (4 -)7 - 9 mm compr., anteras 1,1 - 2,1 mm compr.; ovário orbicular, (1,5 -)1,7 - 2(- 2,5) x (1,4 -)1,7 - 2(- 2,5) mm, margem glabra a pubescente, estilete (2,5 -)2,8 - 5(- 6,5) mm compr. **Legume** (1,5 -)2,8 - 3,5(- 4) x (1,3 -)2,2 - 3,3(- 3,7) cm, margens glabra ou espaçadamente pubescente. **Semente** orbicular ou oblonga, (1 -)1,5 - 2(- 2,8) x 1(- 2,4); arilo amarelo, laranja ou vermelho cobrindo 2/3 a quase toda a semente.

**DISTRIBUIÇÃO.** Argentina: Misiones. Brasil: Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Distrito Federal, Paraná, Piauí, Tocantins, Rio de Janeiro, Amazonas. Paraguai: Assunção, Nova Guadalupe, San Bernardino, Vila Rica (Mapa 2).

**NOME(S) POPULAR(ES).** Copaíba, pau-d'óleo, pau-óleo.

**NOTAS.** Hayne (1927) descreveu *Copaifera sellowii*, mas citou dois materiais (*Sellow* s.n. e *Martius* s.n), sem designação do tipo. Embora seja óbvio que a sua intenção era designar o material de Sellow, pois o epíteto específico é uma homenagem a este botânico. Dessa forma, foi escolhido o sítipo que melhor representa a espécie e o material visto pelo autor da espécie. Na mesma obra, Hayne (1927) descreveu *Copaifera laxa*, citando dois materiais (*Sellow* s.n. e *Martius* s.n) sem designação do tipo. Assim, o lectótipo foi



escolhido dentre os sítios que melhor representa a espécie e que foi examinada pelo autor da espécie.

Ao estudar as espécies de *Copaifera* ocorrentes no Brasil extra-amazônico, verificou-se que praticamente todos os táxons descritos nesse gênero e distribuídos no Brasil eram confundidas em menor ou maior grau com *Copaifera langsdorffii*. Essa dificuldade na identificação dava-se pela amplitude da circunscrição apresentada por Dwyer (1951), pela ampla distribuição da espécie no Brasil e pela falta de tipos nomenclaturais que servissem de ponto de referência para os nomes a esta espécie relacionados.

No presente trabalho, *Copaifera langsdorffii* foi definida como uma espécie que apresenta sempre hábito arbóreo, folhas geralmente com 3 a 4 pares ou com 3 a 5 pares de folíolos que são desiguais em tamanho ao longo da raque foliar; os proximais são geralmente ovais (1 – 3 cm compr.), sempre os menores da folha, aproximadamente duas vezes menores que os distais. Assim, a folha apresenta sempre uma progressão de tamanho dos folíolos que aumentam em comprimento dos proximais aos distais.

*Copaifera langsdorffii* é afim de *C. lucens*, mas distingue principalmente por apresentar uma progressão no tamanho dos folíolos, possuir o ápice dos folíolos agudos ou obtusos, nunca caudado e, por possuir arilo amarelo, laranja ou vermelho. *Copaifera lucens* possui folhas com os folíolos intermediários (entre os distais e os proximais) maiores ou do mesmo tamanho dos distais, ápice dos folíolos caudados e arilo purpúreo.

Foram aceitas quatro variedades que podem ser distinguidas pela seguinte chave de identificação.

### **Chave para as variedades de *Copaifera langsdorffii***

1. Raque foliar (4 -)5 – 8(- 10) cm compr.; folíolos. 3 – 5(- 6) cm  
compr.....var. *grandifolia*
- 1'. Raque foliar (1,5 -)3 – 6 cm compr.; folíolos 1 – 3(- 3,5) cm compr.
  2. Sépalas e ovário glabros.....var. *glabra*
  - 2'. Sépalas e ovário pubescentes ou tomentosos nas margens
    3. Legume 1,5 – 1,8 (- 2,2) x 1,3 - 1,8(-2) cm.....var. *langsdorffii*
    - 3'. Legume (3 -)3,2 - 3,5 x (2 -)2,2 – 2,5 cm.....var. *krukovii*

### 6.1. *Copaifera langsdorffii* Desf. var. *langsdorffii*

*Copaifera langsdorffii* Desf., (1821: 377). Lectótipo (designado por Costa & Queiroz, Apêndice II): Brasil, desenho original de Desfontaines (Prancha 14) na Biblioteca do Museu Nacional de História Natural de Paris [Reprodução impressa no Mém. Mus. Hist. Nat. Paris, 7: 377-378, Pl. 14 (1821)].

*Copaiba langsdorffii* (Hayne) Kuntze, *Rev. Gen. 1: 172 (1891)*.

*Copaifera laxa* Hayne (1827: 18): *Copaifera langsdorffii* Desf. var. *laxa* (Hayne) Benth. (1870: 242). Lectótipo (aqui designado): *Sellow* s.n. (P). **syn. nov.**

*Copaifera sellowii* Hayne (1827: 22). Lectótipo (aqui designado): 'Brasília', *Sellow* s.n. (Lectótipo: K; Isolectótipos foto, NY; foto HUEFS).

**Árvore** (1,5 -)3-15(- 30) m alt. **Raque** pubescente ou tomentoso-hirsuta, (1,5 -)3 – 6 cm compr. **Folículos** 3 – 4(- 6), elípticos, 1,5 – 3,5(- 6,2) x (0,7 -)1 – 2(- 3) cm; superfície pubescente ou tomentosa na face adaxial e pubescente a tomentosa na face abaxial. **Panícula** comprimento pouco maior até o dobro que a folha subjacente, (2 -)3 – 15(20) cm compr., pedúnculo pubescente ou tomentoso-hirsuto. **Flores** sépalas pubescentes ou tomentosas na face externa e tomentosa a hirsuta na face interna; ovário orbicular, margens tomentosas. **Legume** 1,5 – 1,8 (- 2,2) x 1,3 - 1,8(-2) cm, margem espaçadamente pubescente; semente orbicular ou oblonga, (0,7 -)1 – 1,5(- 2) x 0,5(- 1); arilo laranja ou vermelho cobrindo 2/3 a quase toda a semente.

**DISTRIBUIÇÃO.** Bahia, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, São Paulo (Mapa 2).

**ESPÉCIMES EXAMINADOS. BRASIL.** local não indicado, *Sellow* s.n. (BR); *Glaziou* 21027 (BR); 26 Jan. 2001, *Saar et al.* 54 (ALCB). **Bahia:** Andaraí, 14 Fev. 1997, *Passo et al.* 5651 (HUEFS); Barra do Choça, 18 Dez. 2001, *Filho* s.n. (ALCB); Formosa do Rio Preto, 24 Fev. 2005, *Xavier & Guedes* 480 (ALCB); Lençóis, Assentamento Rio Bonito, *Alves et al.* 139 (ALCB); Mucugê, 17 Jul. 1976, *Bautista et al.* 3719 (HUEFS); 17 Fev. 1997, *Atkins et al.* PCD 5826 (ALCB); Rio de Contas, A 7 km da cidade, 5 Mar. 1994, *Roque et al.* 14896 (NY.); na Serra do Mato Grosso, 3 Abr. 1997, *Passos et al.* PCD 4962 (HRB). **Goiás:** Pirenópolis, 11 Fev. 2004, *Costa* 489 (HUEFS); 11 Fev. 2004, *Costa* 490 (HUEFS); Serra dos Pirineus, 11 Fev. 2004, *Costa* 491 (HUEFS); 11 Fev. 2004, *Costa* 492 (HUEFS). **Mato Grosso do Sul:** Amanibai, rio Guairá-Porã, 14 Fev. 1983, *Hatschbach* 46210 (BR); Mundo Novo, Porto Renato, *Hatschbach* 48989 (BR). **Minas Gerais:** 1844,

*Helmrsichen* s.n. (BR); Araçuaí, 6 Jul. 1981, *Filho* 153 (HRB); Barbacena, *Pohl* 3708 (BR); Barroso, 13 Jun. 2001, *Assis & Ladeira* 66 (HUEFS); Brumadinho, Serra do Rola Moça, 18 Fev. 2004, *Costa et al.* 599 (HUEFS); 19 Fev. 2004, *Costa et al.* 614 (HUEFS); Caldas, *Regnell* II 64 (BR); Carrancas, 16 Fev. 2004, *Costa et al.* 554 (HUEFS); Diamantina, 29 Jan. 1986, *Wagner et al.* 9415 (HUEFS); 16 Mar. 1987, *Hatschbach et al.* 50911 (HRB, MBM); 17 Fev. 2003, *França et al.* 4553 (HUEFS); Lima Duarte, 9 Jun 2001, *Araújo* 72 (HUEFS); Fontanillas, 25 Jul. 1977, *Pena* 107 (HRB); Nazareno, 17 Fev. 2004, *Costa et al.* 581 (HUEFS); Marliéria, Parque Estadual do Rio Doce, 19 Mai. 1982, *Almeida* 198 (HUEFS, HRB); 6 Jun. 1998, *Temponi* 21 (HUEFS); Mato Verde, 11 Mai. 1998, *Pirani et al.* 4257 (HUEFS); Montes Claros, Centro de Agricultura Alternativa, 18 Mai. 1994, *Sevilha* s.n. (FUEL); Paracatu, margem do Rio São Marcos, 3 Nov. 1979, *Caranta & Andrade* 3301 (GUA); Santana do Riacho, Serra do Cipó, 25 Abr. 1978, *Lima* 404 (GUA); São Tomé das Letras, estrada para Três Corações, 15 Fev. 2004, *Costa et al.* 523 (HUEFS); 15 Fev. 2004, *Costa et al.* 540 (HUEFS); Tiradentes, Água Santa, Jan 1960, *Duarte* 5110 (MBM); São João Del Rei, 18 Fev. 2004, *Costa et al.* 584 (HUEFS);. **São Paulo:** 1839, *Guillemin* 426 (HRB, HUEFS, NY); Américo de Campos, 1 Mai. 1982, *Geraldo* 1465 (HRB); Amparo, 23 Jan. 2001, *Novaes* 2362 (HURFS); Bauru, 25 Nov. 1997, *Pinheiro* 585 (HRCB); Campinas, Reserva Municipal Santa Genebra, 8 Jan. 1990, *Morelato* s.n. (FR); Campos Novos de Cunha, 19 Ago. 1981, *Collares* 103 (HRB); Iperó, 6 Ago. 1994, *Rodrigues et al.* 87 (HUEFS); Itapetinga, 13 Nov. 1961, *Mattos* 9593 (HAS); Itararé, ao lado do campo de aviação, 7 Abr. 1995 (FUEL); Itirapina, 19 Jan. 1983, *Alunos de Pós Graduação UNICAMP* s.n. (TEPB); Margem da estrada de rodagem, 12 Mai. 1933 (HUEFS); Mogi-Guaçu, Reserva Florestal, 23 Out. 1963, *Mattos* s.n. (HAS); Porto Feliz, 1997, *Bufo & Sabadim* 28 (ESA, HUEFS); 1997, *Bufo & Sabadim* 29 (ESA, HUEFS); Teodoro Sampaio, Reserva Florestal Morro do Diabo, 22 Mar. 1986, *Partore & Klein* 54 (HRB); Votorantin, Serra do São Francisco, 3 Nov. 1983, *Ferreira* 3124 (GUA).

**HABITAT.** Campo Rupestre, Mata Ciliar, Floresta Atlântica, Cerradão e Mata de Galeria.

**NOTAS.** Desfontaines (1821) descreveu esta espécie sem designação de um tipo e citou como localidade tipo o Brasil. Por se tratar de uma espécie com ampla distribuição geográfica e grande variação morfológica, esses aspectos tornaram ainda mais difícil a delimitação da espécie, devido à falta de um material de referência para o nome. Nos estudos sobre o gênero, Bentham (1870) e Dwyer (1851, 1954) não propuseram um tipo

para a espécie e ainda ampliaram sua circunscrição ao transferir nomes e descrever táxons infra-específicos. Assim, Costa & Queiroz (Apêndice II) propuseram lectotipificar essa espécie com a prancha do trabalho de Desfontaines (1821). A observação da prancha do Protólogo deixa evidente as características diagnósticas que permitem a identificação mais precisa dos espécimes. A variação encontrada permite então reconhecer quatro variedades em *C. langsdorffii*.

*Copaifera langsdorffii* difere da maioria das espécies de *Copaifera* por apresentar, via de regra, folíolos proximais menores (2 ou 3 vezes) em relação aos mais distais ou ao segundo par mais distal.

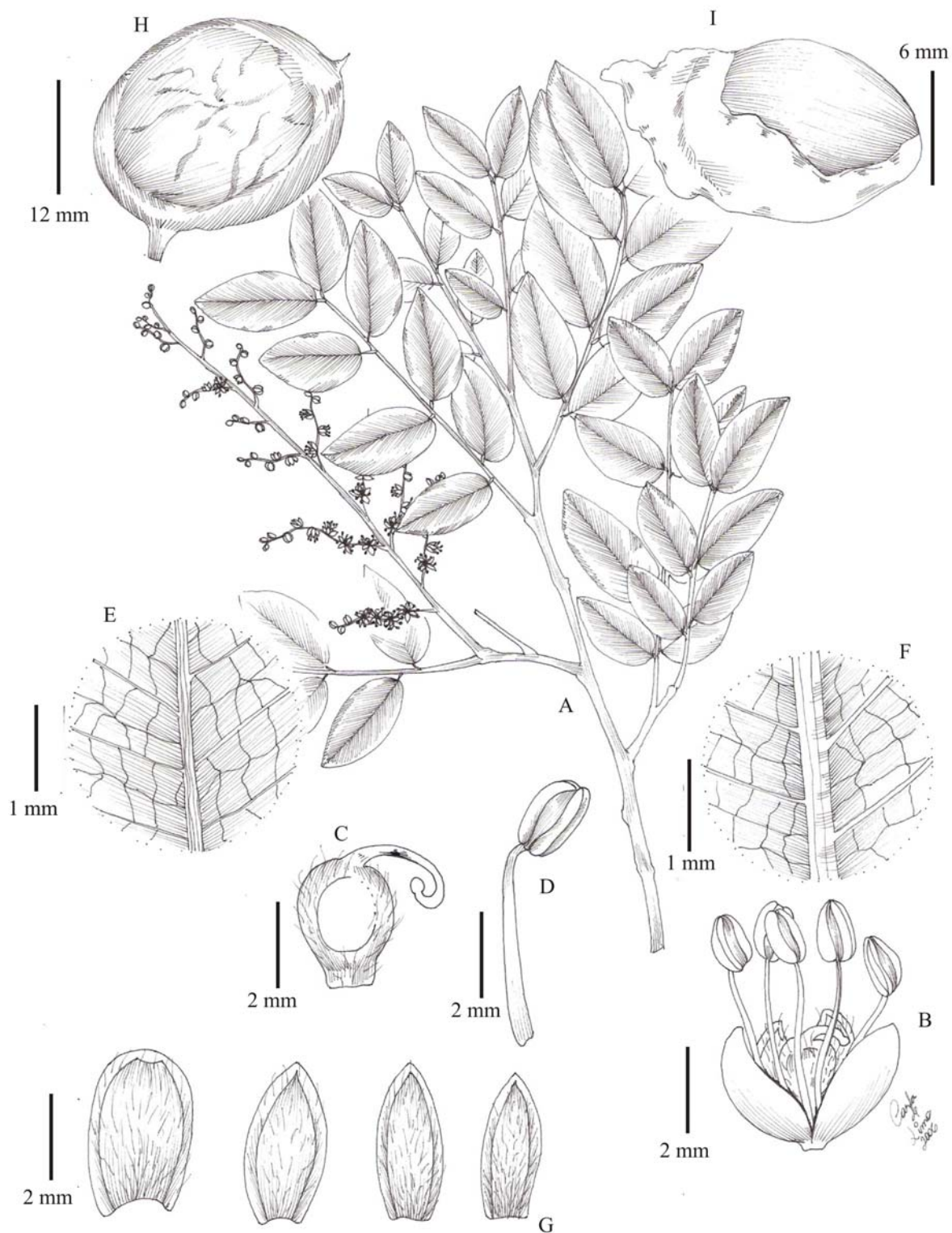


Figura 13. *Copaifera langsdorffii* var. *langsdorffii*. A – Ramo com inflorescência; B – Flor; C – Gineceu; D – Estame; E, F – Detalhe da venação dos folíolos na face adaxial e abaxial, respectivamente; G – Sépalas; H – Fruto; I – Semente com arilo. (A – G, Barroso 3396; H, I, Simão-Bianchini 240).

**6.2. *Copaifera langsdorffii* var. *glabra* (Vogel) Benth. (1870: 242). *Copaifera glabra* Vogel, (1837: 410). Lectótipo (aqui designado): ‘Brasília’ [Brasil, provavelmente Minas Gerais], *Sellow* s/n (Lectótipo: K; Isolectótipos foto HUEFS; foto NY).**

*Copaifera laevis* Dwyer, (1951: 161). Tipo: Paraguai, Rio Apa e Rio Aquidabán, *Fiebrig* 4901 (Holótipo G, n.v.; Isótipo NY!). ***Syn. nov.***

**Árvore** 3 - 20(- 30) m alt. **Raque** glabra ou pubescente, (1,5 -)3 – 6 cm compr. **Folíolos** 3 – 4(- 5) pares, elípticos ou elíptico-oblongos, (1,5 -)2 – 4(- 4,5) x 1,5 – 3(- 4) cm; superfície glabra em ambas as faces; nervura principal central glabra ou pubérula na face adaxial, glabra ou pubérula na face adaxial. **Flores** sépalas glabras em ambas as faces; ovário orbicular, glabro. **Panícula** 3 – 7,5 cm compr., pedúnculo glabro, raramente pubérulo. **Legume** 1,8 - 2,5 (- 3) x 1,5 – 2(- 2,2) cm, margem glabra ou glabrescente; semente oblonga, (1 -) 1,5 – 1,8(- 2) x 0,6 – 1 cm; arilo amarelo cobrindo 2/3 a quase toda a semente.

**DISTRIBUIÇÃO.** Brasil: Distrito Federal, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul e São Paulo. Paraguai: Rio APA e Rio Aquidabã (Mapa 2).

**ESPÉCIMES EXAMINADOS. BRASIL.** Local não indicado, *Saint-Hilaire* s.n. (P); *Sellow* s.n. (K, foto NY). **Distrito Federal:** Brasília, 1689, *Sellow* s.n. (K, NY). **Mato Grosso do Sul:** Mundo Novo, Porto Renato, 12 Mar. 1985, *Hatschabach* 48989 (MBM, HRB). **Minas Gerais:** 1838, *Clausen* 90 (P); Ago 1840, *Clausen* s.n. (BR); Curvelo, 1838, *Clausen* 799 (P). **Paraná:** Ibiporã, Barra da Jacutinga, 27 Jun. 1989, *Favaro, et al.* s.n. (FUEL); Sengés, rio Funil, 8 Abr. 1995 (FUEL); Divisa com Itararé, 02 Dez 1984, *Mattos & Silveira* 26683 (HAS); Londrina, 12 Out 1986, *Vieira et al.* 86 (FUEL); Tigabi, Margem do rio Iapó, 11 Dez. 1989, *Pimenta et al.* s.n. (FUEL). **Rio Grande do Sul:** Santa Maria, Estação Experimental, 4 Set 1986, *Mattos & Mattos* s.n. (HAS). **São Paulo:** Piracicaba, 24 Set. 1964, *Mattos* 1753 (HAS). **PARAGUAI.** rio Apa e rio Aquidabán, *Fiebrig* 4901 (tipo de *Copaifera laevis* Dwyer; isótipo NY).

**HABITAT.** Cerrado, mata ciliar, mata de galeria e floresta atlântica.

**NOTAS.** Vogel (1837) descreveu *Copaifera glabra* sem designação de um tipo. Na obra, Vogel trata de materiais coletados por Sellow. Por isso, o material acima foi proposto

como lectótipo, uma vez que as observações realizadas levam a crer que se trata do material visto por Vogel.

Dwyer (1951), ao descrever *C. laevis*, comentou que o ovário completamente glabro dessa espécie a diferencia do apresentado por *C. langsdorffii*, sem tecer comentários sobre *C. langsdorffii* var. *glabra*. Ao invés disso, ele comparou *C. laevis* com outras espécies pouco relacionadas. No final de sua descrição, ele afirma que *C. laevis* pode apresentar um tufo de tricomas na base do estilete.

*C. glabra* foi descrita como uma espécie com ovário essencialmente glabro. Observações de material de herbário e de campo não deixam dúvidas que se trata de um só táxon.

*Copaifera langsdorffii* var. *glabra* se distingue das outras variedades por apresentar sépalas e folíolos glabros.

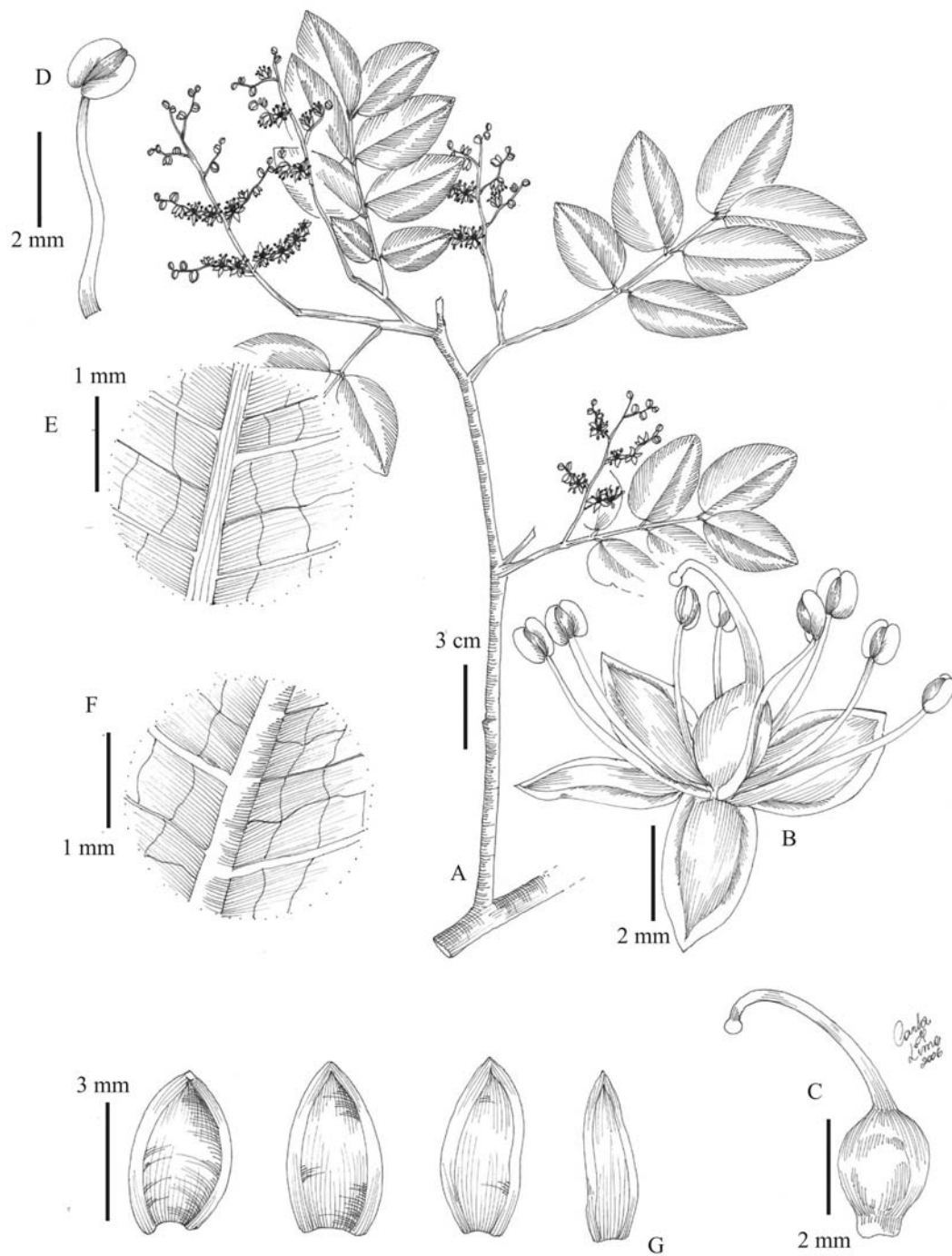


Figura 14. *Copaifera langsdorffii* var. *glabra*. A – Ramo com inflorescências; B – Flor; C – Gineceu; D – Estame; E, F Detalhe da venação dos folíolos na face adaxial e abaxial, respectivamente; G – Sépalas. (A – G, Claussen 42)



**6.3. *Copaifera langsdorffii* var. *grandifolia* Benth.** (1870: 242). Lectótipo (aqui designado): ‘Brasil. Trop., Villa da Barra’ [Brasil: Bahia, Barra], 1840, *Blanchet* 3113 (Lectótipo: K; Isolectótipo NY; foto HUEFS)

*Copaifera nitida* Hayne, (1827: 18). Tipo: Brasil, Minas Gerais, *Martius Martii* Herb. Florae Brasil. 208 (Holótipo M, n.v.; Isótipo NY). *Syn. nov.*

*Copaifera brasiliensis* Dwyer, (1951: 150). Tipo: Brasil, Mato Grosso, *Kuntze* s/n (Holótipo US; Isótipo NY) *Syn. nov.*

**Árvore** (3 -)5 - 20(- 40) m alt. **Raque** glabra a pubescente, (4 -)5 - 8(- 10) cm compr. **Folíolos** (2 -)3 - 5(-6 ) pares, elípticos ou elíptico-oblongos, (2,9 -)3 - 5,5(- 8) x 1,4 - 3(- 4,5) cm; superfície glabra ou pubescente na face adaxial, glabra ou pubescente na face abaxial; nervura principal central, raramente deslocada nos folíolos distais, mas então central nos demais, glabra, pubérula ou pubescente na face adaxial e glabra, pubérula ou pubescente na face abaxial. **Panícula** comprimento pouco maior a três vezes o tamanho da folha subjacente, 3 - 10(- 25) cm compr., pedúnculo pubescente ou tomentoso. **Flores** sépalas glabras na face externa e pubescente na face interna; ovário orbicular, margens pubescentes. **Legume** (2 -)2,5 - 2,8 (- 3) x (1,5 -)1,8 - 2(- 2,3) cm, margens glabras ou espaçadamente pubescentes; semente oblonga, (1 -)1,2 - 1,5(- 1,7) x (0,5)0,7 - 0,9(- 1,1) cm; arilo amarelo, cobrindo 2/3 a quase toda a semente.

**DISTRIBUIÇÃO.** Argentina: Misiones. Brasil: Bahia, Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Piauí, São Paulo, Rio de Janeiro, Tocantins. Paraguai: Assunção, Nova Guadalupe, San Bernardino, Vila Rica (Mapa 2).

**ESPÉCIMES EXAMINADOS. BRASIL.** *Clausen* 673H (BR); 1839, *Pohl* s.n. (BR); 1840, *Blanchet* s.n. (NY). **Bahia:** Abaíra, 31 Jan 1994, *Ganev* 2914 ( HUEFS); Andaraí, 21 Dez 1979, *Mori & Benton* 13117 (CEPEC, NY); 23 Mai. 2005, *Costa & Costa* 1280 (HUEFS); 23 Mai. 2005, *Costa & Costa* 1281 (HUEFS); Brotas de Macaúbas, 12 Mar. 1998, *Hatschbach et al.* 67695 (HUEFS); Correntina, 4 Jul. 1964, *Pires* 58164 ( NY); próximo ao rio Corrente, 7 Mai, 1990, *Bautista*, 1518 (HRB); 1 Nov. 1991, *Vieira et al.* 1139 (HUEFS); Formosa do Rio Preto, 14 Out. 1994, *Queiroz & Nascimento* 4169 (HUEFS); Iraquara, Ladeira do Velho Dedé, 22 Jul. 1993, *Queiroz & Nascimento* 3403 (HUEFS); Jacobina, a 22 km da cidade, 21 Fev. 1993, *Amorim et al.* 992 (HUEFS); Livramento de Brumado, 27 Mar. 1991, *Lewis & Andrade* 1907 (K, NY); Lençóis, 2 jun.

2001, *Guedes et al.* 9027 (ALCB); 18 Set. 2002, *Queiroz et al.* 7458 (HUEFS); caminho Ribeirão de Baixo, 28 Nov. 1992, *Gamev* 1585 (HUEFS); 02 Abr. 1994, *Funch & Funch* s.n. (HUEFS); 26 Dez. 1993, *Funch & Funch* 742 (HUEFS); Morro do Chapéu, Vale do Rio Ferro Doido, 9 Mar. 2003, *Queiroz et al.* 7695 (HUEFS); 9 Mar. 2003, *Queiroz et al.* 7699 (HUEFS); Mucugê, 17 Jul. 1996, *Bautista et al.* PCD 3719 (HRB); 2 Out. 2005, *Carvalho-Sobrinho & Neto* 733 (HUEFS); faz. Caraíbas, 12 Dez. 2004, *Stradmann & Castilho* 1076 (ALCB); 12 Dez. 2004, *Stradmann & Castilho* 1085 (ALCB); capão de Mucugê, 19 Mai. 2005, *Costa et al.* 728 (HUEFS). Rio de Contas, 19 Jan. 1974, *Harley et al.* 15295 (K, NY); 03 Fev. 1997, *Harley et al.* PCD 5000 (HRB); **Distrito Federal:** Córrego Taquara, 30 Jan 1990, *Alvarenga & Paixão* 649 (IBGE); Brasília, *Helmreich* s.n (BR); *Pohl* s.n. (BR); 26 Mar. 1997, *Walter et al.* 3750 (CEN, HUEFS); 4 Mar. 2002, *Teles & Noletto* 239 (HUEFS); Vale do Tição, 25 Jul. 1981, *Silva et al* 203 (FUEL, HUEFS). **Goiás:** 17 Mar. 1978, *Heliomar* 262 (HRB); Alto do Paraíso de Goiás, Chapada dos Veadeiros, 28 Jul. 1985, *Neto & Sajo* 372 (NY, SP); Caiapônia, Serra do Caiapó, 11 Mai. 1973, *Anderson* 9592 (NY, U); Colinas do Sul, 14 Jul. 1998, *Santos et al.* 118 (CEN, HUEFS); Corumbáiba, margem do rio Corumbá, 12 Dez. 1993, *Silva et al* 2107 (CEN, HUEFS); Ipameri, 9 Jun. 1994, *Silva et al* 2333 (CEN HUEFS); Itapaci, estrada para Aparecida de Goiás, 22 Mar. 1978, *Guimarães* 78 (HRB); Luziania, margem do rio Vermelho, 23 Jul. 1981, *Vieira & Pereira* 51 (CEN, HUEFS); Niquelândia, 9 Jul. 1996, *Santos et al.* 463 (CEN HUEFS); Vila Borba, 23 Jun 1999, *Walter et al.* 4322 (CEN, HUEFS); 23 Jun. 1999, *Walter et al.* 4327 (CEN, HUEFS); 24 Jun. 1999, *Walter et al.* 4372 (CEN, HUEFS); Pirenópolis, 12 Fev. 2004, Serra dos Pirineus, *Costa et al.* 512 (HUEFS). **Mato Grosso:** 25 Mar. 2001, *Cunha et al.* 1506 (UFMT); Alto Paraguai, Região Sul, 2 Abr. 1983, *Cunha et al.* 924 (UFMT); Coxim, rio Taquari, 9 Fev. 1975, *Anderson* 11288 (HUEFS); Cuiabá, Morro do Ernesto, 1830, *Martius* 203 (BR); Dourados, 17 Fev. 1975, *Pedersen* 11096 (BR); Fontanillas, 25 Jul. 1977, *Pena* s.n. (HRB); Nova Xavantina, estrada para Barra do Garças, 14 Jun. 1966, *Hunt* 5988 (K, HUEFS); estrada para São Felix, 12 Abr. 1968, *Ratter et al.* 1012 (K, U); Santa Carmem, Faz. Jamanchim, 11 Jul. 1995, *Macedo et al.* 4323 (HRB). **Mato Grosso do Sul:** Entre rio Pântano e Selviria, 02 Fev. 1982, *Geraldo* 1383 (HRB); Brasilândia, 17 Out. 1981, *Dambrós* 184 (HRB); Amanibai, rio Guairá-Porã, 14 Fev. 1983, *Hatschbach* 46210 (BR, MBM); Mundo Novo, Porto Renato, 14 Mar. 1985, *Hatschbach* 48989 (BR, MBM). **Minas Gerais:** Caldas, Jun. 1838, *Sinthuy* s.n. (BR); Grão-Mogol, 22 Fev. 2004, *Costa et al.* 680 (HUEFS); Vale do Rio Itacambiruçu, 12 Dez. 1989, *Pirani et al.* CFCR 12578 (HUEFS);

Vale do córrego Escurona, 13 Jun. 1990, *Pirani et al.* CFCR 12827 (HUEFS); Marliéria, Parque Estadual do Rio Doce, 19 Mai. 1982, *Pinto et al.* 53/82 (HRB); 19 Mai. 1982, *Almeida* 198 (HRB); Mercês, 20 Out. 1980, *Collares* 90 (HRB). Carrancas, 16 Fev. 2004, *Costa et al.* 578 (HUEFS); Santana do Riacho, 20 Fev. 2004, *Costa et al.* 634 (HUEFS); Joaquim Felício, 20 Fev. 2004, *Costa et al.* 640 (HUEFS). **Paraná:** Ibiporã, Faz. Doralice, 03 Fev. 2000, *Ferreira* s.n. (FUEL, HUEFS); Londrina, Rio Tibagi, 28 Set. 1987, *Cruz* s.n. (FUEL); Planaltina do Paraná, 20 Mar. 1986, *Pastore & Klein* 48 (HRB); Três Figueiras, 28 Out. 1982, *Furtado* 140 (HRB). **Piauí:** Caracol, 10 Nov. 1990, *Montes & Orlandi* 61/90 (HRB), Urucuí, 19 Nov 2005, *Miranda et al.* 5231 (HUEFS). **São Paulo:** Itararé, 08 Fev. 2000, *Barros* 2971 (SP, U); São Paulo, Jardim Botânico, 16 Set. 1931, *Hoehne* 23743 (BR). **Rio de Janeiro:** *Raben* 897 (BR); *Sellow* s.n. (BR). **Tocantins:** Bom Jesus, 29 Mai. 1990, *Pedralli et al.* 3359 (CEN, HUEFS); Taguatinga, 29 Mai. 1990, *Pedralli et al.* 3362 (CEN, HUEFS). **PARAGUAI. Assunção:** La Madelon, 28 Mai. 1984, *Billiet & Jardim* 3237 (BR). **Nova Guadalupe:** Canendiju, 28 Out. 1978, *Bernardi* 18256 (HUEFS). **Vila Rica:** 14 Fev. 1876, *Balansa* 1486 (BR) **ARGENTINA. Misiones:** Iguazu, 29 Fev. 1996, *Vanni et al.* 3546 (CTES, U).

**HÁBITAT.** Florestas estacionais, cerradão, floresta montana, mata de galeria e mata ciliar nos biomas cerrado, caatinga e mata atlântica.

**NOTAS.** Uma questão nomenclatural envolve a variedade *C. langsdorffii* var. *grandifolia* descrita por Bentham (1870). Este autor sinonimizou *C. nitida* Hayne em *C. langsdorffii* e criou a variedade *grandifolia*. Observações taxonômicas e morfométricas das populações desse táxon demonstraram uma grande variação morfológica que sobrepõe os caracteres atribuídos aos dois nomes (ver Costa et al., CAP. 3). *Copaiifera nitida* foi descrita por Hayne (1927), mas segundo o Art. 11.2 o Código Internacional de Nomenclatura Botânica (Greuter et al. 2000), em nenhuma circunstância um nome tem prioridade fora do nível em que foi publicado. Por isso, é proposto aqui o reconhecimento de *C. langsdorffii* var. *grandifolia* e a sinonimização de *C. nitida*.

Uma questão taxonômica envolve *C. brasiliensis*. Esta espécie foi descrita por Dwyer (1951) como um táxon sem pontuações nos folíolos, única característica que a separaria de *C. langsdorffii*. Contudo, uma análise do material tipo demonstra que o espécime possui pontuações. Estudos recentes também têm demonstrado que a presença ou não de pontuações não constitui um bom caráter diagnóstico para separar grupos de

espécies nesse gênero (Costa *et al.*, CAP. 1 e 3; Martins da Silva 2006). Assim, é proposta a sinonimização de *C. brasiliensis* em *C. langsdorffii* var. *nitida*.

*Copaifera langsdorffii* var. *grandifolia* pode ser distinta das demais variedades por apresentar folhas geralmente com 4 -5 pares de folíolos, 3 – 5,5(- 8) x 1,4 – 3(- 4,5), raque foliar e folíolos glabrescentes e ovário com margens pubescentes.

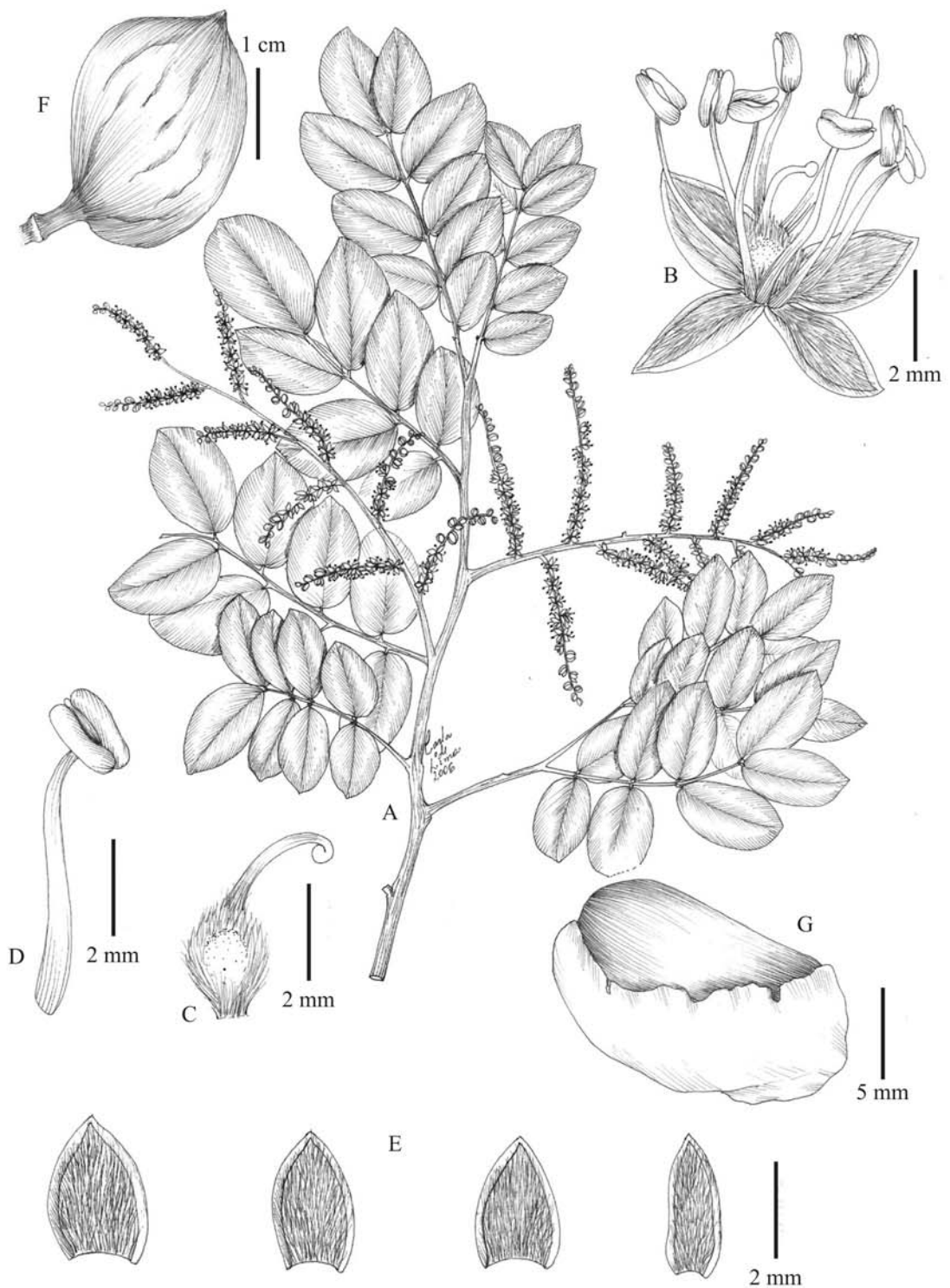


Figura 15. *Copaifera langsdorffii* var. *grandifolia*. A – Ramo com inflorescências; B – Flor; C – Gineceu; D – Estame, vista frontal; E – Sépalas, face interna; F – Fruto; G – Semente com arilo. (A – E, *Costa & Costa* 1280; F, G, *Bautista* 1518).

**6.4. *Copaifera langsdorffii* var. *krukovii* Dwyer (1951: 166).** Tipo: Brasil, Amazonas, foz do rio Embira, *Krukoff* 4809 (Holótipo NY; Isótipos A, n.v., US).

**Árvore** 38 - 40 m alt. **Raque** glabra a pubescente, 3,5 - 5(- 8) **Folíolos** 5 - 6(7), elíptico-oblongas, 2 - 3(- 4) x 1,5 - 2 cm; superfície glabra ou pubescente na face adaxial, glabra ou pubescente na abaxial; nervura principal central, glabra na face adaxial, glabra ou pubérula na abaxial. **Panícula** comprimento o dobro até três vezes maiores que a folha subjacente, 7,5 - 9 cm compr., pedúnculo glabro ou glabrescente. **Legume** (3 -)3,2 - 3,5 x (2 -)2,2 - 2,5 cm, margem glabra ou espaçadamente pubescente; semente oblonga, 1,5 - 1,7 x 1 - 1,2; arilo cobrindo 2/3 a quase toda a semente.

**DISTRIBUIÇÃO.** Acre, Amazonas (Mapa 2).

**ESPÉCIMES EXAMINADOS. BRASIL. Acre:** Rio Branco, Km 68, 10 Jan. 1991, *Rego & Walter* 730 (NY). **Amazonas:** foz do Rio Embira, *Krukoff* 4809 (NY; US).

**HABITAT.** Floresta amazônica.

**NOTAS.** Esta é a única variedade de *C. langsdorffii* que ocorre na região amazônica. Contudo, a observação dos materiais aqui citados deixa dúvidas sobre seu posicionamento. Esses espécimes têm uma tendência a apresentar um número maior de folíolos (6 a 7 pares ou mais), o que é comumente observado em outras espécies amazônicas. *Copaifera langsdorffii* tem uma variação mais limitada no número de folíolos, fora da região amazônica (3 a 5 pares). Embora alguns indivíduos de variedades extra-amazônicas de *C. langsdorffii* apresentem folhas com até 6 pares de folíolos, essa quantidade aparece sempre em poucas folhas nos indivíduos que as possuem. Observações do Tipo de *C. langsdorffii* var. *krukovii* indicam que pode se tratar de *C. reticulata* Ducke. No entanto, apenas com a análise de mais materiais de *C. reticulata* será possível confirmar esta hipótese.

**7. *Copaifera lucens* Dwyer (1951: 160).** Tipo: Brasil, Rio de Janeiro, Jardim Botânico, 4 Mar. 1922, *Constantino* 2235 (Holótipo RB, n.v; Isótipo US).

**Árvore** (12 -)15 - 25(- 30) m alt. **Pecíolo** 1 - 1,5(- 2,2) cm compr.; raque glabra a pubescente-tomentosa, (3,9 -)5,5 - 9,5(- 10,5) cm compr.; folíolos 3 - 5(-7) pares, peciólulos 2 - 5 mm compr., lâminas com pontuações presentes, papiráceas a cartáceas, raramente coriáceas, oval-elípticas ou elíptico-oblongas, (5 -)6 - 8(- 10,6) x (2,1 -)3 - 4,5(- 5,1) cm, margens planas, ápice agudo, caudado a falcado-caudado, base obtusa; glabras na face adaxial, glabras a pubescentes na abaxial, nervura principal deslocada para um dos lados, glabra na face adaxial, raramente pubérula ou pubescente na abaxial. **Panícula** comprimento pouco maior que a folha subjacente, 8 - 15(- 20) cm compr, pedúnculo glabrescente a pubescente. **Flores** subsésseis; sépalas 3 - 4 x 1,5(- 3) mm, face externa glabra, face interna tomentoso-hirsuta; estames 10, filetes 4 - 7(-9) mm compr., anteras 1 - 1,5 mm compr.; ovário oblongo a orbicular, 1,5 - 2 x 0,8 - 1(- 1,5) mm, margens pubescentes, estilete 1 - 1,5(- 2) mm compr. **Legume** (3 -)3,5 - 3,8 (- 4) x 2,3 - 2,5 cm, margens glabrescentes a glabras. **Semente** oblonga, 1,3 - 2,2 x 0,5 - 1,1 cm; arilo purpúreo, cobrindo c. 2/3 da semente.

**DISTRIBUIÇÃO.** Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo (Mapa 2).

**ESPÉCIMES EXAMINADOS. BRASIL. Bahia:** Santa Cruz de Cabralia, *Santos* 188 (CEPEC); estação Vera Cruz, 22 Nov. 2001, *Pacheco* 103 (ALCB); estrada Itapitanga, 24 Jan 2004, *Costa et al.* 485 (HUEFS); Gongogi, 25 Jan. 2004, *Costa et al.* 486 (HUEFS); 25 Jan. 2004, *Costa et al.* 487 (HUEFS); Una, 27 Jul. 2005, *Jardim et al.* 4740 (HUEFS); 27 Jul. 2005, *Jardim et al.* 4741 (HUEFS); Uruçuca, Faz. Santa Cruz, 12 Jul. 1991, *Thomas et al.* 8009 (NY). **Espírito Santo:** Linhares, Reserva Florestal da C.V.R.D., 19 Jan. 1978, *J.S.* 24/78 (HRB). **Minas Gerais:** Parque do Rio Doce, 03 Abr. 1981, *Silva* 33 (HRB). **Rio de Janeiro:** *Glaziou* 2541 (BR); *Glaziou* 2985 (BR); Alto da Boa Vista, 14 Mar. 2000, *Oliveira & Santos* 1589 (GUA); Quissamã, Mata da Fazendinha, 28 Out. 1994, *Araújo* 42610 (GUA); Rio de Janeiro, Jardim Botânico, 4 Mar. 1922, *Constantino* 2235 (US); 6 Abr. 1942, *Kuhlman* s.n. (NY, RB); Sumaré, 17 Jul. 1928, *Ducke* 2431 (RB, U); Saquarema, Praia de Itaunas, 05 Mai. 1987, *Lima et al.* 2852 (NY, RB). **São Paulo:** Caraguatatuba, 15 Jan. 2006, *Jardim et al.* s.n. (HUEFS).

**HABITAT.** Floresta ombrófila e restinga (mata atlântica).

**NOTAS.** *Copaifera lucens* é afim de *C. langsdorffii*, mas distingue-se por possuir folhas com os folíolos intermediários (entre os distais e os proximais) maiores ou do mesmo tamanho dos distais, ápice dos folíolos caudados e arilo purpúreo, enquanto *C. langsdorffii* possui o ápice dos folíolos agudo ou obtuso, possui arilo amarelo, laranja ou vermelho e apresenta uma progressão no tamanho dos folíolos, sempre os proximais são duas vezes menores que os distais e os intermediários possuem tamanhos diferentes desses dois extremos.



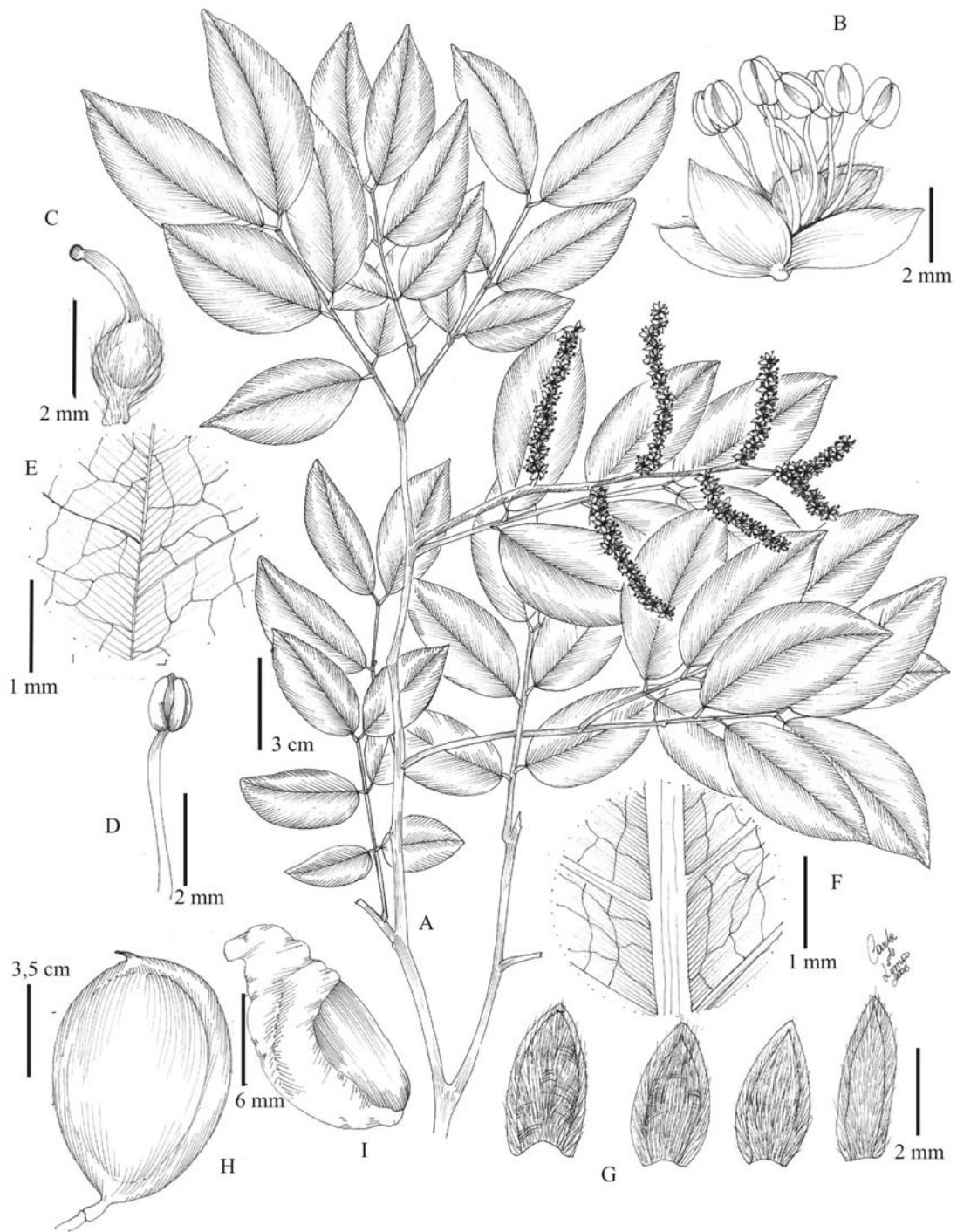


Figura 16. *Copaiifera lucens*. A – Ramo com inflorescência; B – Flor; C – Gineceu; D – Estame, vista frontal; E, F - Detalhe da venação dos folíolos na face adaxial e abaxial, respectivamente G – Sépalas, face interna; H – Fruto; I – Semente com arilo. (A – G, *Oliveira & Santos 1589*; H, I, *Ducke 2431*).

**8. *Copaifera luetzelburgii* Harms** (1924: 713). Lectótipo (designado por Ducke 1959): Brasil, Piauí (*non* Bahia), Zapata de Bom Jesus do Rio Gurgéia [Bom Jesus], 1912-1913, *Ph. von Luetzelburg*, 201 (Lectótipo M).

**Arbusto** 1 – 3(- 4) m alt. **Pecíolo** 2 – 1(- 1,6), raque hirsuta ou raramente tomentoso-hirsuta, 2,1 – 6 (- 9) cm compr.; folíolos 3 – 4(- 5) pares, os proximais quase do mesmo tamanho dos distais; peciólulos 1 -3 mm; lâminas com pontuações ausentes ou raramente opacas, papiráceas a coriáceas, raramente rígido-coriáceas, geralmente glaucas, elíptico-lanceoladas ou elípticas, 2,2 – 4,5 (- 7,9) x 1 – 2,3(- 4,1) cm; ápice agudo, raramente obtuso e mucronado; base obtusa a cuneada; superfície tomentosa ou serícea, raramente glabra na face adaxial, hirsuta, tomentosa ou serícea na face abaxial; nervura principal central, pubérula ou raramente glabra na face adaxial, hirsuta ou raramente tomentoso-hirsuta na abaxial. **Panícula** comprimento pouco maior que a folha subjacente, 8 - 12 cm compr, pedúnculo hirsuto ou raramente tomentoso. **Flores** sésseis, sépalas 3 – 4 x 2(- 2,5) mm, face externa tomentosa, pubescente, raramente glabra, face interna hirsuta ou tomentosa. Estames 10, filetes 5 – 8(-9) mm compr., anteras 1 - 1,2 mm compr.; ovário oblongo-orbicular ou orbicular, (1 -)1,5 – 1,7 x 0,8 - 1(- 1,5) mm, margem hirsuta; estilete 2 – 5 mm compr. **Legume** 2 – 2,5 x 1,5 – 2 cm, margem pubescente. **Semente** oblonga, 1 – 1,3 x 0,6 x 1 cm; arilo branco cobrindo 2/3 da semente.

**DISTRIBUIÇÃO.** Bahia, Piauí, Goiás e Tocantins (Mapa 1).

**ESPÉCIMES EXAMINADOS. BRASIL. Bahia:** Serra da Tabatinga, 6 Abr. 1978, *Fonseca* 218 (HRB); Barreiras, 4 Mar. 1971, *Irwin et al.* 31475 (NY); 2 Mar. 1972, *Anderson et al.* 36483 (NY); 13 Abr. 2005, *Costa et al.* 1000 (HUEFS); faz. Jatobá, 3 Fev. 1991, *Rtter et al.* 6521 (NY); 16 Out. 1994, *Queiroz & Nascimento* 4197 (HUEFS); Cachoeira, Chapada Grande, 3 Abr. 1978, *Miranda* 216 (HRB); Cocos, estrada para tamanduá, 13 Out. 2005, *Queiroz & Carvalho-Sobrinho* 11022 (HUEFS); Coribe, 16 Jan. 2004, *Machado & Oliveira* 147 (HUEFS); Correntina, 25 Abr. 1980, *Harley* 21725 (K, NY); 25 Abr. 1980, *Harley* 21762 (K, U); 27 Abr. 1980, *Harley* 21832 (K, NY); 07 Mai. 1990, *Bautista* 1518 (HRB, HUEFS); 24 Ago. 1995, *Mendonça et al.* 2318 (IBGE); 1 Abr. 1997, *Harley et al.* 28583 (HUEFS); 15 Fev. 2000, *Queiroz et al.* 6045 (HUEFS); 16 Fev. 2000, *Queiroz et al.* 6082 (HUEFS); 16 Jul. 2003, *Costa* 417 (HUEFS); Riachão das Neves, próximo a Cariporé, 5 Abr. 1978 (HRB); Formosa do Rio Preto, 28 Mar. 2000,

*Harley et al.* 53717 (HUEFS); 28 Mar.2000, *Harley et al.* 53751 (HUEFS); 31 Mar. 2000, *Harley et al.* 53801 (HUEFS); Jussari, 5 Jul. 2005, *Jardim & Paixão* 4653 (HUEFS); São Desidério, 2 Abr. 1984, *Collares* 130 (HRB); 16 Jan. 2001, *Miranda & Esteves*, 3751 (HUEFS). **Piauí:** Aroazes, 9 Jun. 1980, *Filho* 123 (HRB); Gilbués, 28 Abr. 1979, *Del'Arco* s.n. (TEPB); Puçá, *Luetzelburg* 1383 (RB, U); Zapata de Bom Jesus do Rio Gurgéia 1912-1913, *Ph. von Luetzelburg*, 201 (M); Serra do Bom Jesus, 14 Nov. 1979, *Santino* 231 (HRB); Serra das Mangabeiras, 8 Abr. 1978, *Orlandi* 28 (HRB); Uruçuí, Faz. São Joaquim, 26 Jan. 2005, *Miranda et al.* 4856 (HUEFS); 25 Jan. 2005, *Miranda et al.* 4820 (HUEFS); São José do Piauí, 28 Abr. 2002, *Barros* 1512 (HUEFS). **Goiás:** Pirenópolis, 15 Mar. 1995, *Pereira et al.* 2732 (HUEFS); Posse, Rio da Prata, 5 Abr. 1966, *Irwin et al.* 14396 (HUEFS); **Tocantins:** Itacajá, 19 Mar. 1978, *Fonseca* 106 (HRB); Ponte Alta do Tocantins, 22 Abr. 1978, *Orlandi* 93 (HRB).

**HABITAT.** Cerrado e cerrado preferencialmente sobre solo com areia quartzosa branca.

**NOME(S) POPULAR(ES):** Pau-dói, podói.

**NOTAS.** *Copaifera luetzelburgii* é afim de *C. coriacea*, mas distingue-se desta por apresentar por apresentar tricomas hirsutos no pedúnculo da inflorescência e na face abaxial dos folíolos, principalmente na nervura principal dos folíolos, bem como ápice dos folíolos mucronados. Outra espécie afim de *C. luetzelburgii* é *C. depilis* (ver Costa et al., CAPs. 1 e 4), mas distingue-se desta principalmente por apresentar tricomas nas inflorescências e flores, enquanto *C. depilis* é completamente glabra.

*Copaifera oblongifolia* var. *comosa*, *C. malmei*, *C. langsdorffii* var. *langsdorffii* e *C. marginata* compartilham com *C. luetzelburgii* a condição de táxons muito pilosos, mas a primeira possui folhas com 4 – 7 (- 12) pares de folíolos oblongos e base assimétrica. *Copaifera malmei* possui tricomas glandulares bulbosos. *Copaifera marginata* possui folíolos 7 – 12 cm compr., subcrassos a crassos e inflorescências duas a três vezes maiores que as folhas subjacentes (15 – 35 cm compr.). *Copaifera langsdorffii* possui ápice dos folíolos agudo ou obtuso e geralmente emarginado, folíolos distais duas vezes maiores que os proximais e sementes com arilos de cor amarela, laranja ou vermelha. *Copaifera luetzelburgii* possui 3 - 5 pares de folíolos, os proximais quase do mesmo tamanho dos distais, 2,2 – 4,5(- 7,9) cm compr., elípticos a elíptico-lanceolados, papiráceos a coriáceos,

ápice mucronado; inflorescências pouco maiores que as folhas subjacentes (8 - 12 cm compr.); sementes com arilo branco.

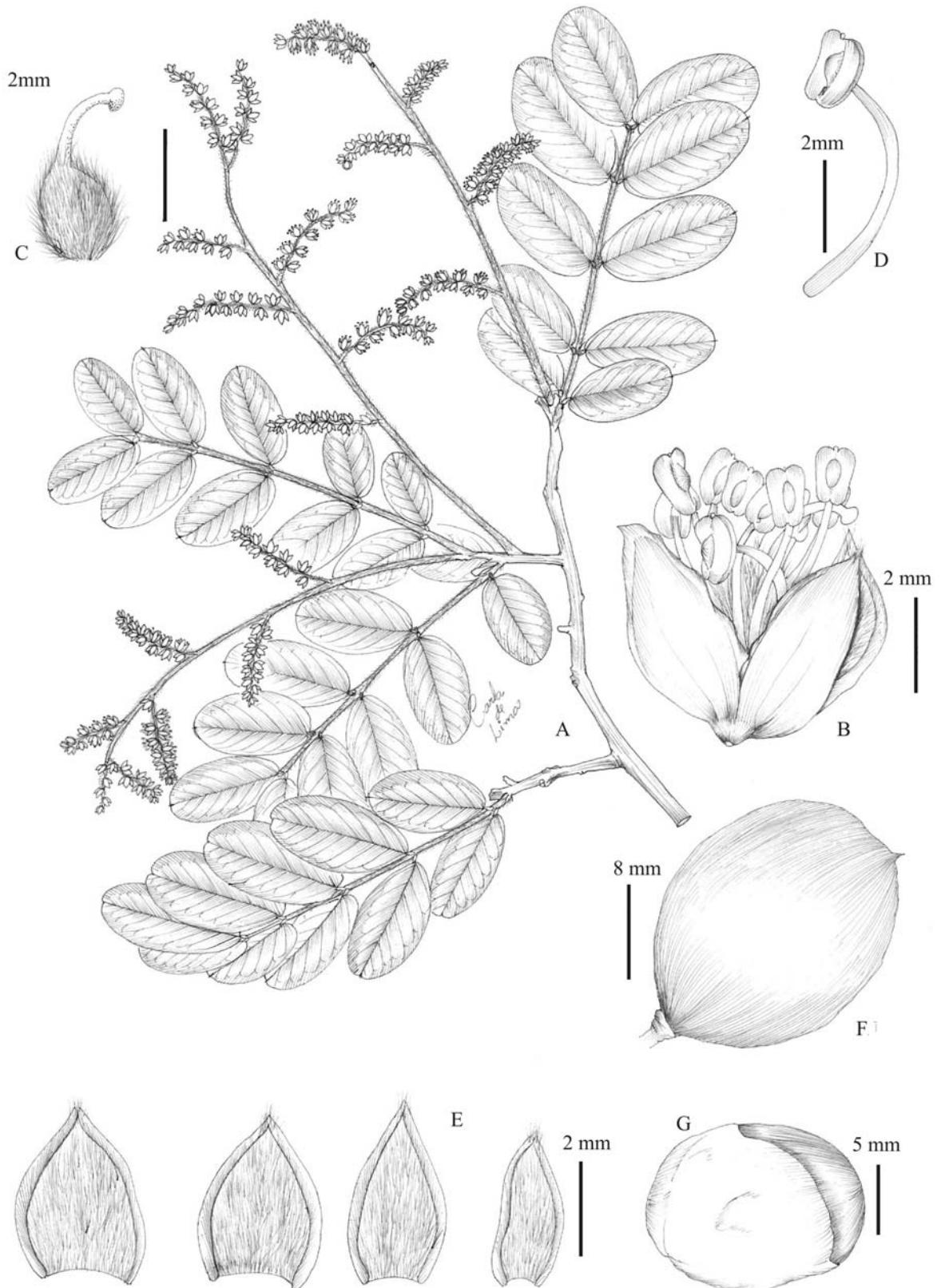


Figura 17. *Copaifera luetzelburgii*. A – Ramo com inflorescências; B – Flor; C – Gineceu; D – Estame; E – Sépalas, face interna; F – Fruto; G - Semente com arilo. (A – E, Harley et al. 21725; F, G, Mendonça et al. 2318).

**9. *Copaifera magnifolia* Dwyer (1954: 184).** Tipo: Brasil, *St. Hilaire* 678 [“698”]  
(Holótipo P).

**Arbusto** (0,5 -)1 - 2,5 m alt. **Pecíolo** (0,6 -)1,5 – 2,3 mm compr.; raque glabra, 3 – 11 cm compr.; folíolos 2 - 4 pares, os proximais quase do mesmo tamanho dos distais; peciólulos 2 – 5 mm compr.; lâminas com pontuações opacas, raramente ausentes, subcrassas a crassas, elíptico-oblongas ou elíptico-orbiculares, (4 -)5,4 - 6,5(- 7) x (2,5 -)3,4 – 6,6 cm, margens planas, ápice obtuso ou agudo, raramente pouco-emarginado, base obtusa; nervura principal central ou levemente deslocada, glabra em ambas as faces. **Panícula** comprimento duas a três vezes maior que a folha subjacente, 5 - 13 cm compr., pedúnculo glabro. **Flores** sésseis, sépalas (2,5 -)3,5 – 4(- 5) x 2,5(- 3,5) mm, glabras em ambas as faces. Estames 10, filetes (5 -)6 – 7(- 8), anteras 1,3 - 1,5 mm compr. Ovário oblongo-orbicular, 2 – 2,2 x 1,8 – 2,1 mm; estilete 2,5 – 5 mm compr. **Legume** 3 – 3,5 x 2 – 2,5 cm, margem glabra. **Semente** oblonga, 1,5 – 1,8 x 1,2 – 1,5 cm; arilo branco, cobrindo ca. 2/3 da semente.

**DISTRIBUIÇÃO.** Bahia, Mato Grosso (Mapa 1).

**ESPÉCIMES EXAMINADOS. BRASIL.** Local não indicado, *St. Hilaire* 678 (P). **Bahia:** Barreiras, vale do Rio de Ondas, 5 Mar. 1971, *Irwin et al.* 31558 (IBGE, NY); 13 Abr. 2005, *Costa et al.* 1010 (HUEFS). **Mato Grosso:** Chapada dos Guimarães, 12 Ago. 1997, *Hatschbach et al.* 66715 (MBM); 19 Abr. 2005, *Costa et al.* 1103 (HUEFS); 19 Abr. 2005, *Costa & Queiroz* 1107 (HUEFS); Nova Xavantina. 19 Ago. 1967, *Ratter et al.* 393 (NY, K); 10 Mar. 1968, *Philcox & Ferreira* 4505 (NY, K); Luciara, 19 Mar. 1997, *Souza et al.* 14514 (ESA, HUEFS); São Félix do Araguaia, 14 Mar. 1997, *Souza et al.* 14087 (ESA, HUEFS); São José do Rio Claro, 14 Jun. 1997, *Souza et al.* 18079 (ESA, HUEFS).

**HABITAT.** Cerrado aberto sobre solo de textura argilosa ou argilo-arenosa.

**NOME(S) POPULAR(ES).** Guaranazinho.

**NOTAS.** Dwyer (1954) ao descrever esta espécie, citou o número 698 para seu material tipo. Contudo, um exame do material mostra que o número correto é 678. Essa correção já havia sido indicada por R. Barneby, consultando o tipo dessa espécie (R. Barneby 1995, *in sched.*).

Esta espécie é afim de *C. elliptica* e *C. depilis* por possuir folhas, folíolos e ovário inteiramente glabros (ver comentários em *C. depilis*). A distribuição de *C. magnifolia* poderá ser diferente com a inclusão de novas coletas em Goiás, mas as duas excursões realizadas para este estado durante a execução da tese não obtiveram sucesso em coletar material da espécie.

**10. *Copaifera majorina* Dwyer (1951: 162).** Tipo: Brasil, Bahia, [Gongogi], rio Congogi [rio Gongogi] *Curran 27* (Holótipo US; Isótipos G, n.v.; Y, n.v.).

**Árvore** (3,5 -)6 – 20(- 30) m alt. **Pecíolo** 1 – 2 cm compr.; raque glabra ou pubescente, 12 – 17 cm compr.; folíolos (5 -)8 – 10(- 11) pares, os proximais quase do mesmo tamanho dos distais, peciólulos 2 – 4; lâminas com pontuações ausentes ou raramente opacas, 2 – 5 x 1,5 – 2,5 cm, papiráceas, elíptico-lanceoladas ou elípticas, margens planas, ápice agudo a acuminado, raramente obtuso, base obtusa, superfície glabra em ambas as faces, nervura principal central, pubescente ou glabra na face adaxial, pubescente a hirsuta face abaxial. **Panícula** comprimento menor ou quase do mesmo tamanho que a folha subjacente, 8 – 10 cm compr., pedúnculo glabro ou pubescente. **Flores** sésses, sépalas 3 – 4 x 1,5(- 3) mm, face externa glabra, a interna pubescente ou tomentosa; estames 10, filetes 6 – 8 mm compr., anteras 1 – 1,5(- 2) mm compr.; ovário orbicular, 2 - 2,2 x 2 - 2,2 mm, margem hirsuta. **Legume** 2,5 - 4,5 x 2,5 - 3,0 cm, margem glabra a glabrescente. **Semente** oblonga, 1,5 - 2,2(-2,4) x 0,7 - 1,5 cm; arilo laranja, cobrindo 1/2 da semente.

**DISTRIBUIÇÃO.** Bahia (Mapa 3).

**ESPÉCIMES EXAMINADOS. BRASIL. Bahia:** Entre Rios, Faz. Buri, 25 Nov. 2002, *Guedes et al.* 7685 (ALCB); Ilhéus, 18 Mai. 1979, *Langenheim & Silva* 6453 (MBM); Km 22 da rodovia BR 415, 22 Dez. 1982, *Santos* 3836 (CEPEC, K); Ituberá, 2 Nov. 1995, *Silva* 3276 (ALCB); 24 Jun. 2006, *Santos* 05 (ALCB); Gongogi, rio Congogi *Curran 27* (US); Prado, 22 Out. 1993, *Thomas et al.* 10148 (NY); Reserva Florestal, 22 Out. 1993, *Thomas et al.* 10148 (K); Santa Cruz de Cabrália, 7 Mar. 1984, *Santos* 289 (CEPEC, K); Una, faz. Maruim, 12 Mai. 1981, *Mori et al.* 13968 (NY); Uruçuca, 12 Jul. 1991, *Thomas et al.* 7642 (NY); 08 Mai. 1995, *Thomas et al.* 10815 (NY).

**HÁBITAT.** Floresta Atlântica.

**NOTAS.** *Copaifera majorina* é afim de *C. multijuga* e por causa das folhas multifolíoladas ambas são muito confundidas nas coletas da Mata Atlântica. No entanto, *C. multijuga* é uma espécie da Amazônia e a morfologia da folha e dos folíolos é marcante nos dois táxons, mostrando distinção entre eles. *Copaifera multijuga* possui folhas com 5 - 8 pares



de folíolos oblongos com ápice caudado, enquanto *C. majorina* tem folhas com vs. (5 -)6 - 11 pares de folíolos elípticos com ápice agudo ou obtuso.

Aparentemente trata-se de uma espécie endêmica da Bahia. Contudo, é possível que ela ocorra na zona da mata mineira (E.L.Borba, comunicação pessoal). Na área extra-amazônica, essa espécie pode ser facilmente diagnosticada por possuir (5 -)8 - 10(- 11) pares de folíolos elípticos, com base obtusa e legumes 2,5 - 4,5 x 2,5 - 3,0 cm, com margem glabra a glabrescente.

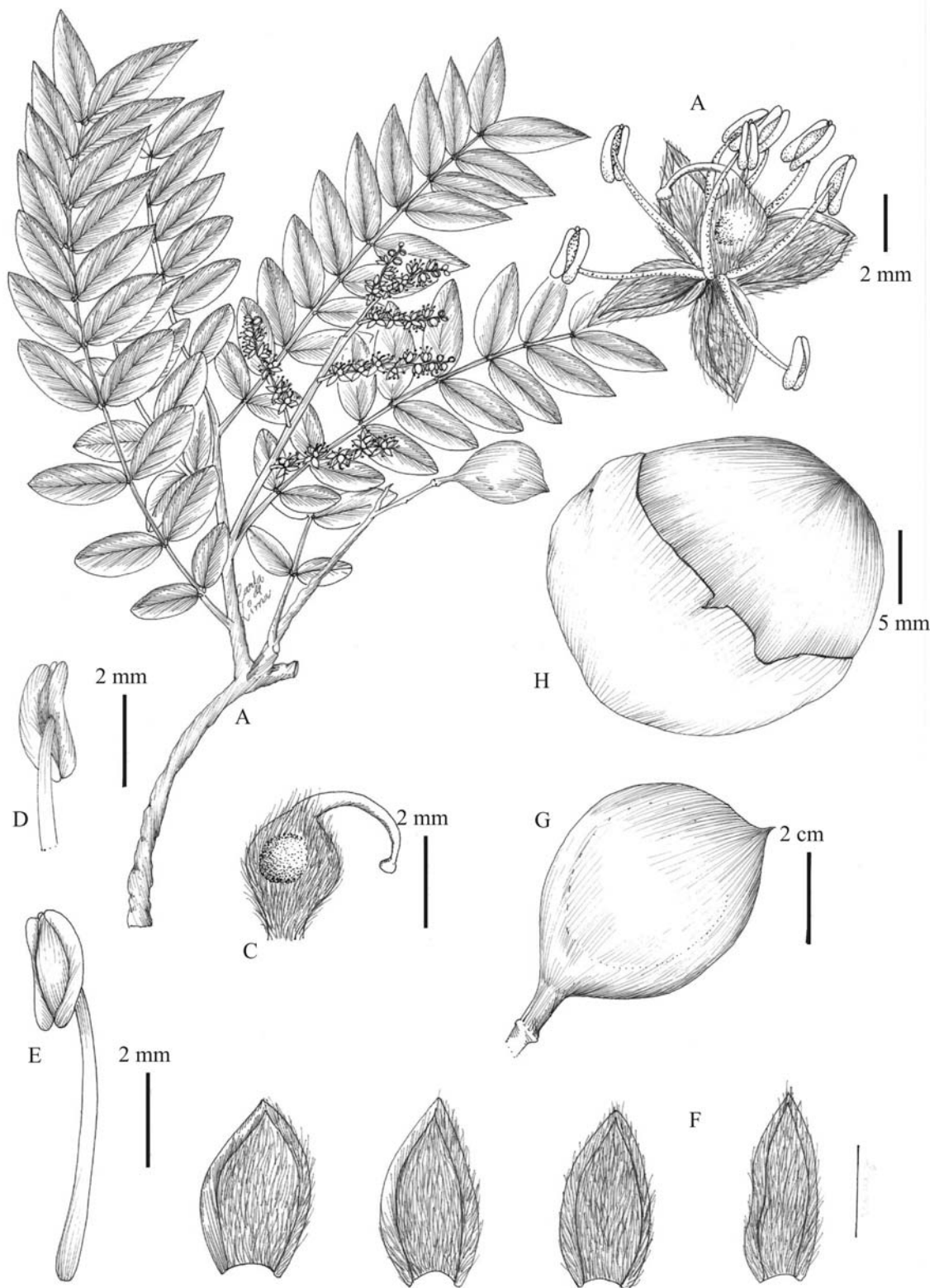
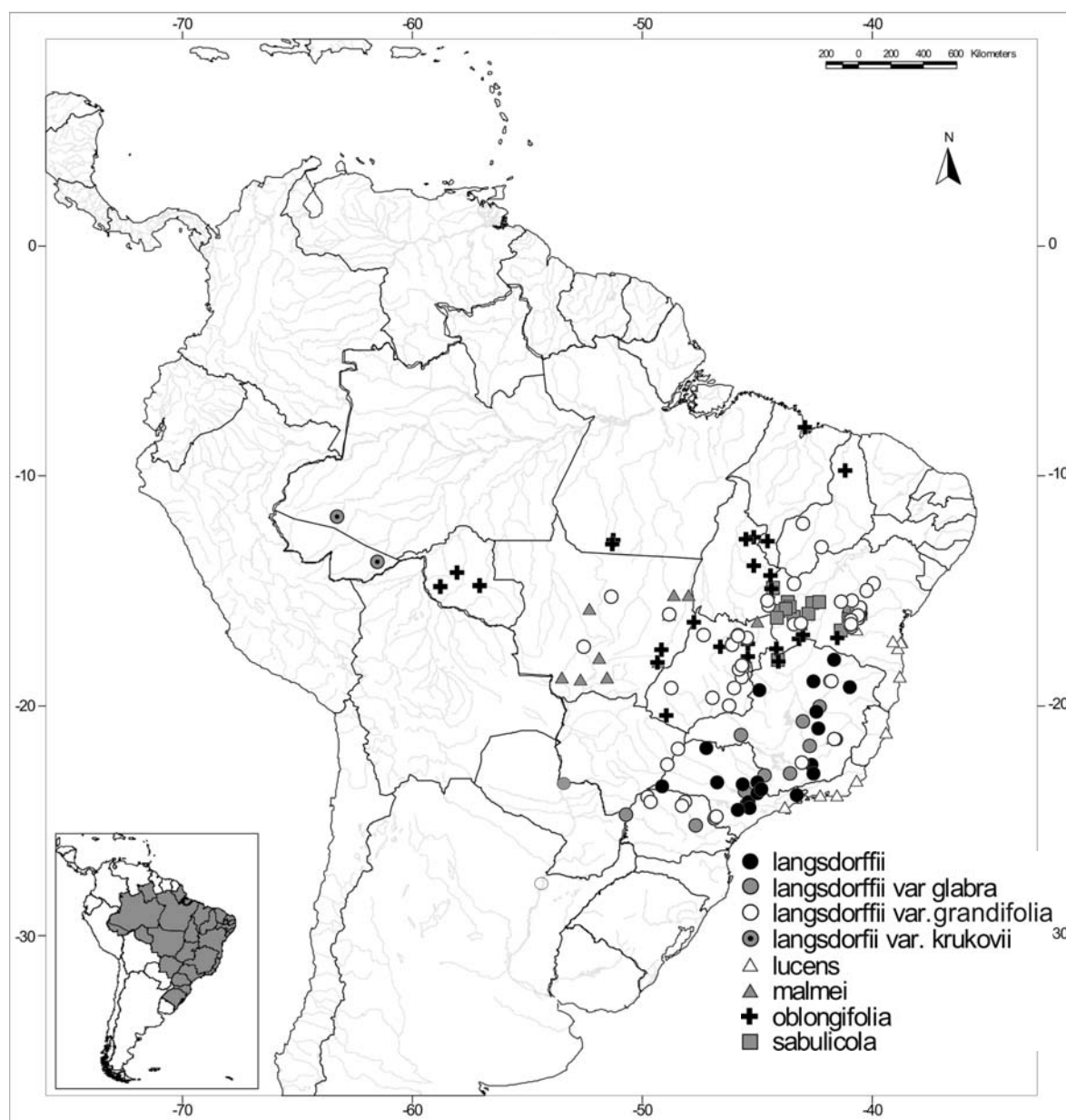


Figura 18. *Copaiifera majorina*. A – Ramo com inflorescência; B – Flor; C – Gineceu; D – Detalhe da inserção da antera; E – Estame, vista frontal; F – Sépalas, face interna; G – Fruto; H - Semente com arilo. (A, *Pinheiro* 1461; B – F, *Santos* 289; G, H, *Thomas et al.* 10148).



Mapa 2. Distribuição geográfica de *Copaifera langsdorffii* var. *langsdorffii*, *C. langsdorffii* var. *glabra*, *C. langsdorffii* var. *grandifolia*, *C. langsdorffii* var. *krukovii*, *C. lucens*, *C. malmei*, *C. oblongifolia* e *C. sabulicola*.

**11. *Copaifera malmei* Harms (1924: 713).** Tipo: Brasil, Mato Grosso, Cuiabá, Fev 1894, *Malme* 1344 (Holótipo M, n.v.; Isótipos NY, U)

*Copaifera bulbotrichia* Rizzini & Heringer (1977: 149). Tipo: Brasil, Goiás, 'culto in cerrado ad Brasilia ubi legit', 31 Mar. 1976, *Heringer* 15503 (Holótipo RB). **Syn. nov.**

**Arbusto** 1 – 3(- 5) m alt. **Peciolo** 1,3 – 2(- 3,2) cm compr.; raque tomentosa, 4 – 8 (- 13,2) cm compr., folíolos 3 – 5 pares, os proximais quase do mesmo tamanho dos distais, peciólulos 2 - 4 mm; lâminas com pontuações ausentes ou raramente opacas, papiráceas a coriáceas, raramente rígido-coriáceas, glaucas, geralmente variegadas de branco, elípticas ou elíptico-lanceoladas, (2,8 -)4 - 6(- 7,9) x (1,9 -)2 - 3(- 4,3) cm, margens planas, ápice obtuso, raramente agudo, emarginado ou obtuso, raramente mucronado, base obtusa; superfície escariosa, raramente glabra na face adaxial, denso-escariosa, raramente glabrescente na face abaxial, nervura principal central, face adaxial pubescente ou pubérula, raramente glabra, face abaxial escarioso-hirsuta. **Panícula** comprimento igual ou pouco maior, raramente o dobro, que a folha subjacente, (8 -)12 – 18(- 25) cm compr., pedúnculo tomentoso ou escarioso-hirsuto. **Flores** sésseis, sépalas 3 – 4 x 2(- 2,5) mm, face externa tomentosa, pubescente, raramente glabra, face interna hirsuta ou tomentosa; estames 10, filetes 5 – 8(-9) mm compr., anteras 1 - 1,2 mm compr; ovário oblongo-orbicular ou orbicular, (1 -)1,5 – 1,7 x 0,9 – 1,3(- 1,6) mm, margem hirsuta, estilete 2 – 5 mm compr. **Legume** (1,5 -)2 – 2,5 x 1,5 – 2 cm, margem pubescente. **Semente** oblonga, 1 – 1,5 x 0,6 x 1 cm; arilo branco, cobrindo 2/3 da semente.

**DISTRIBUIÇÃO.** Goiás, Mato Grosso (Mapa 2).

**ESPÉCIMES EXAMINADOS. BRASIL. Goiás:** Guará, 19 Mar. 1968, *Irwin et al.* 21503 (HUEFS); Monte Alegre de Goiás, 11 Mar. 1973, *Anderson* 6781 (NY, U); Xambiá, Rio Cerda, 24 Mar. 1961, *Oliveira* 1504 (HUEFS). **Mato Grosso:** Alto da Boa Vista, 24 Fev. 1998, *Macedo et al.* 5754 (UFMT); Cárceres, 27 Fev. 1986, *Ecologia Vegetal / Pólo* 1330 (UFMT); Arenápolis, Chapada dos Parecis, 4 Mai. 1995, *Hatschbach et al.* 62685 (MBM); Barra do Garças, 14 Jun. 1966, *Hunt* 5992 (HUEFS); Chapada dos Guimarães, 16 Abr. 1978, *Mileski* 48 (HRB); 9 Mar. 2001, *Macedo et al.* 7524 (UFMT); 19 Abr. 2005, *Costa et al* 1103 (HUEFS); Cuiabá, Abr. 1833, *Martii Herb Florae Brasil.* 204 (BR); Fev 1894, *Malmei* 1344 (NY, U); 07 Mar. 1982, *Miranda* 19 (UFMT); 7 Mar. 1983, *Frutuoso* 21 (UFMT); Nova Xavantina, 7 Jun 1966, *Irwin et al.* 16702 (HUEFS); 25 Jun. 1968,

*Ratter et al.* 1956 (HUEFS); Nioaque, 11 Fev. 1993, *Hatschbach et al.* 58897 (MBM); 22 Mar. 2004, *Hatschbach et al.* 77399 (MBM); Poconé, 24 Out. 1997, *Cunha & Rezende* s.n. (UFMT); 27 Mai. 1983, *Cunha et al.* 1074 (UFMT); 27 Mai. 1988, *Pantanal de Poconé* 13 (UFMT); Rondonópolis, 5 Nov. 1993, *Ratter et al.* 6993 (MBM); Santo Antonio do Leveger, 11 Jun. 1981, *de Paula* s.n. (IBGE); São Félix do Araguaia, 17 Mar. 1997, *Souza et al.* 14362 (ESA, HUEFS); Sonora, 3 Mai. 1995, *Hatschbach et al.* 62191 (MBM); Tapurah, 8 Jun. 1997, *Souza et al.* 17389 (ESA, HUEFS); Rondonópolis, 5 Nov. 1993, *Ratter et al.* 6993 (MBM).

**HÁBITAT.** Campo aberto e áreas inundáveis no bioma Cerrado.

**NOME(S) POPULAR(ES).** Guaranazinho

**NOTAS.** Rizzini & Heringer (1977) descreveram *C. bulbotrichia* por apresentar uma característica que a diferencia de todas as outras espécies de *Copaifera*: o tricoma glandular bulboso. No entanto, a análise feita no material tipo de *C. malmei* demonstra a presença desse tipo de tricoma, embora isso não tenha sido mencionado por Harms (1924) ao descrever a espécie.

*Copaifera malmei* é uma espécie endêmica do bioma Cerrado, apresentando maior semelhança a *C. elliptica* e *C. marginata*. Pode ser distinguida daquelas espécies por possuir tricomas nos folíolos, enquanto *C. elliptica* possui folíolos inteiramente glabros e por possuir folíolos papiráceos a coriáceos vs. coriáceos a crassos em *C. marginata*. A presença de tricomas glandulares bulbosos permite distinguir *C. malmei* de todas as espécies do gênero.

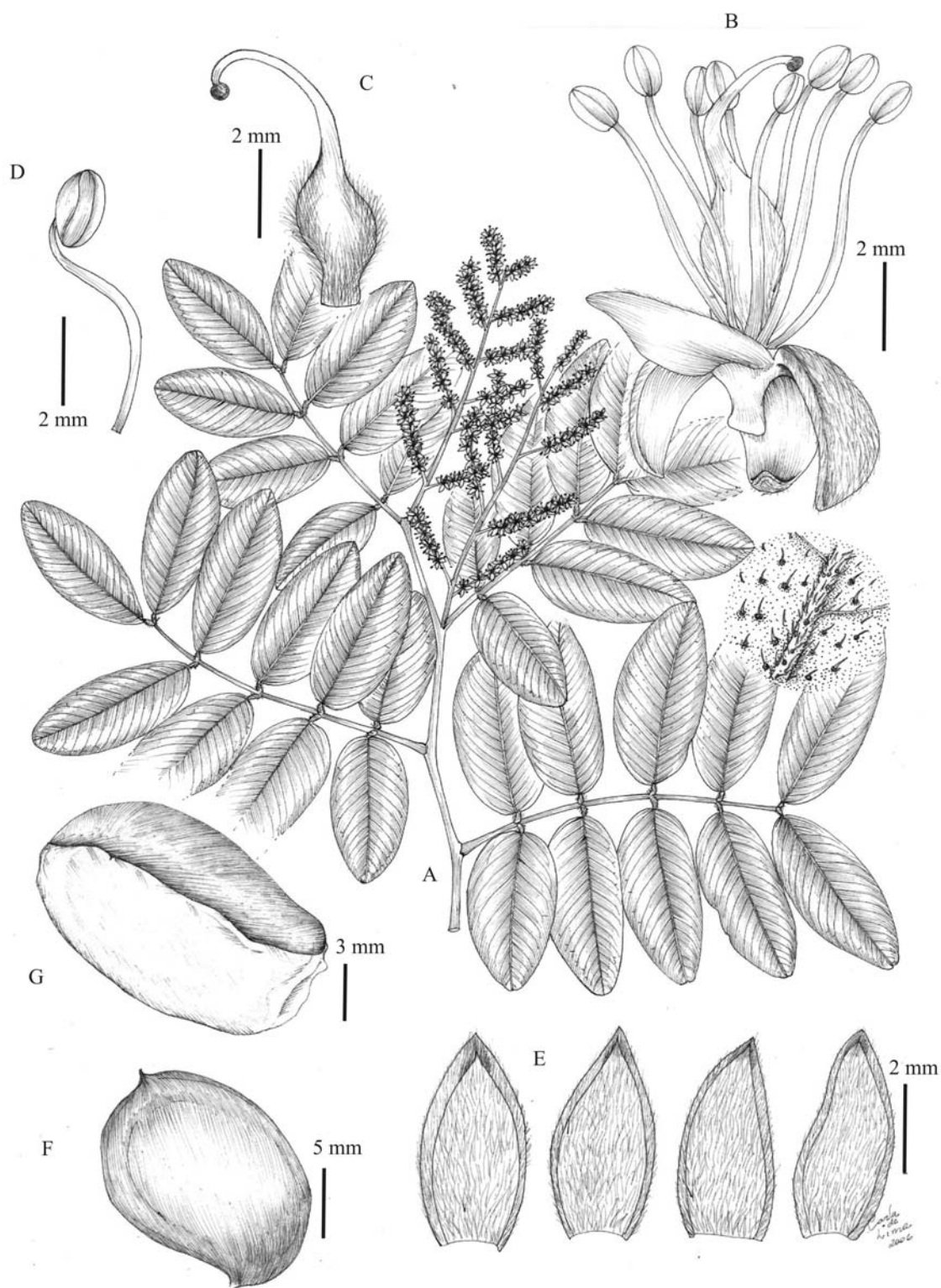


Figura 19. *Copaifera malmei*. A – Ramo com inflorescências; B – Flor; C – Gineceu; D – Estame, vista frontal; E – Sépalas, face interna; F – Fruto; G - Semente com arilo; H – Detalhe da face abaxial do folíolo mostrando tricoma glandular bulboso. (A, *Malme* 1344; B – E, *Costa et al.* 1184; F – H, *Souza et al.* 17389).

**12. *Copaifera marginata* Benth.** (1870: 240). Tipo: Brasil, Goiás, Chapada da Mangabeira, *Gardner* 3091 (Holótipo K [fotos: HUEFS, NY]).

**Arbusto** 1 – 2(- 5) m alt. **Pecíolo** 1 – 1,5 cm compr.; raque denso-tomentosa, raramente denso-pubescente, 10 – 13(- 14) cm compr., folíolos 2 – 4 pares, os proximais quase do mesmo tamanho dos distais, peciólulos 3 - 4 mm; lâminas com pontuações ausentes ou raramente opacas, rígido-coriáceas a subcrassas, raramente coriáceas, geralmente glaucas, elíptico-orbiculares ou elípticas, raramente elíptico-lanceolados, 7 - 10(- 12,5) x 4 – 6(- 6,5) cm, margens planas, ápice obtuso ou agudo, retuso ou emarginado-mucronado, base obtusa, superfície serícea ou pubescente, raramente glabra na face adaxial, denso-tomentosa; nervura principal central, face adaxial pubescente ou pubérula, raramente glabra, face abaxial serícea ou pubescente, raramente glabra. **Panícula** comprimento duas a três vezes maior que a folha subjacente, 15 – 35 cm compr, pedúnculo tomentoso. **Flores** sésseis, sépalas 4 – 5 x 2 - 4 mm, face externa tomentosa, serícea, raramente glabrescente, face interna hirsuta ou tomentosa; estames 10, filetes 5 – 7(- 8) mm compr., anteras 1,6 - 2 mm compr.; ovário oblongo-orbicular ou orbicular, 2 - 3 x 1,5 – 2,5 mm, margens pubescentes, raramente base hirsutas; estilete 2 – 5 mm compr. **Legume** 2,2 – 2,8 x 1,7 – 2 cm, margens tomentosas a pubescentes. **Semente** oblonga, 1,4 – 1,6 x 0,8 - 1,1 cm; arilo branco, cobrindo 1/2 da semente.

**DISTRIBUIÇÃO.** Bahia, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Tocantins (Mapa 3).

**ESPÉCIMES EXAMINADOS. BRASIL. Bahia:** Formosa do Rio Preto, 10 Nov. 1997, *Alvarenga et al.* 1049 (HRB, NY). **Goiás:** Chapada da Mangabeira, *Gardner* 3091 (K, foto HUEFS, foto NY); Niquelândia, 30 Jul. 1985, *Silva* 759 (FUEL); 25 Nov. 1992, *Cordovil et al.* 177 (CEN, HUEFS); 16 Jun. 1993, *Hatschbach & Barbosa* 59611 (MBM); Formosa do Rio Preto, 28 Mar. 2000, *Harley et al.* 53751 (ALCB); Uruaçu, Próximo Faz. Ouro Fino, 06 Fev. 1996, *Walter et al.* 3031 (CEN, HUEFS). **Maranhão:** 8 Jul. 1954, *Black et al.* 54-16491 (NY); **Mato Grosso:** Alto do Paraguai, Região Sul, 1 Abr. 1983, *Cunha et al.* 809 (UFMT); 21 Fev. 1984, *Monteiro & Neto* 64 (UFMT); Barra do Garças, 14 Jun. 1966, *Hunt* 5992 (NY); Guarapuru, 2 Out. 1964, *Irwin & Soderstron* 6568 (NY); Nova Xavantina, 27 Mai. 1966, *Irwin et al.* 16097 (NY); 22 Fev. 1969, *Onishi et al.* 982 (NY); São Félix do Araguaia, 14 Jul. 1994, *Silva & Kraft* 2403 (CEN, HUEFS); Tangará

da Serra, 18 Mar. 1996, *Rodrigues* 12 (UFMT). **Mato Grosso do Sul:** Nioaque, 17 Out. 2003, *Hatschbach et al.* 76416 (MBM). **Minas Gerais:** São Gonçalo do Abaeté, 20 Mar. 1980, *Hatschbach* 42814 (MBM). **Tocantins:** Mateiros, Rio Novo, 9 Mai. 2001, *Soares & Silva* 945 (MBM);

**HABITAT.** Cerrado.

**NOME(S) POPULAR(ES).** Guaranazinho.

**NOTAS.** Esta espécie é característica por ser um arbusto com folíolos rígido-coriáceos a subcrassos, inflorescência com pedúnculo grande e órgãos vegetativos densamente tomentosos. Pode ser confundida com *C. malmei*, mas distingue-se principalmente pela consistência dos folíolos e tipo de tricoma (ver comentário em *C. malmei*). *Copaifera marginata* também pode ocorrer em simpatria com *C. magnifolia*, mas distingue-se por possuir tricomas nas inflorescências, folíolos e ovário, enquanto *C. marginata* é totalmente glabra.



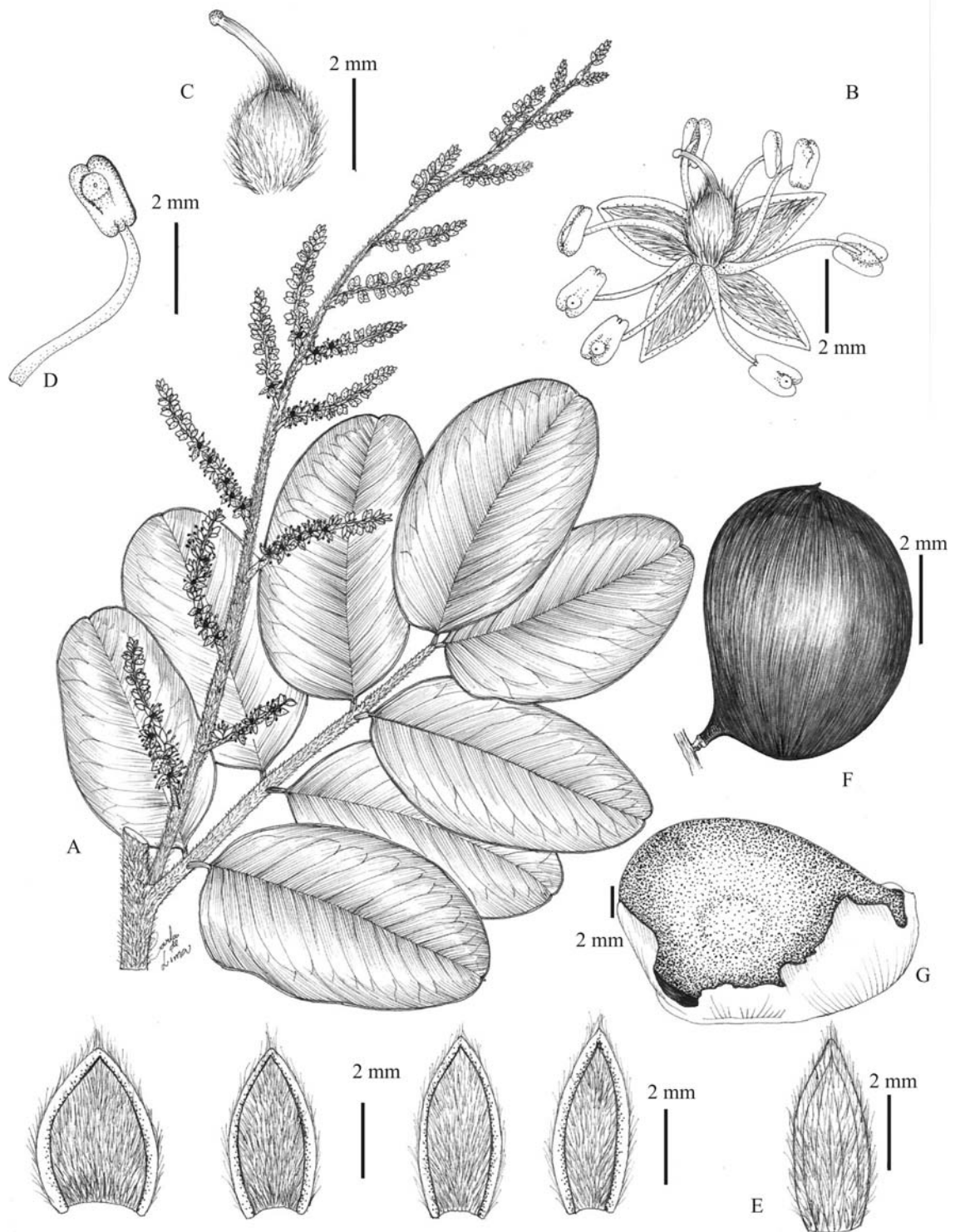


Figura 20. *Copaifera marginata*. A – Ramo com inflorescência; B – Flor; C – Gineceu; D – Estame, vista frontal; E – Sépalas, da esquerda para a direita: as quatro primeiras face interna, a isolada face externa.; F – Fruto; G - Semente com arilo. (A – E, Alvarenga et al. 1049; F, G, Irwin et al. 31558).

**13. *Copaifera martii* Hayne var. *rigida* (Benth.) Ducke** (1930: 128). Basiônimo: Wachst in 'Brasilien in den Waldern der Provinz Para am Amazonenflusse', *Martius* s.n. (Holótipo M, n.v.). Lectótipo (aqui designado): Brasil, Piauí, Oeiras, *Gardner* 2089 (Lectótipo: K, foto HUEFS, foto NY; Isótipo BR).

**Árvore** (2 -)3,5 - 10(- 17) m alt. **Pecíolo** (0,6 -)1 - 2(- 3,3) cm compr., raque glabra ou pubescente, 1,2 - 4 (- 8,8) cm compr., folíolos 2 - 3 pares, os proximais quase do mesmo tamanho dos distais, peciólulos 2 - 5 mm, lâminas com pontuações ausentes ou raramente opacas, rígido-coriáceas, raramente coriáceas, elípticas ou elíptico-orbiculares, (3,5 -)6 - 9(- 11) x (1,9)4 - 5(- 6) cm, margens revolutas, ápice obtuso ou levemente agudo, raramente emarginado, base obtusa; superfície glabra na face adaxial e glabra, raramente espaçado-pubescente na abaxial, nervura principal central, face adaxial glabra ou pubérula, face abaxial pubérula, pubescente ou glabra. **Panícula** comprimento menor até pouco maior que a folha subjacente, 5 - 8 cm compr, pedúnculo pubérulo ou pubescente. **Flores** sésses, sépalas 3 - 4 x 1,6 - 3 mm, face externa glabra, raramente espaçado-pubescente, face interna tomentosa; estames 10, filetes 4 - 5(- 7) mm compr., anteras 1,2 - 1,6 mm compr.; ovário orbicular ou elíptico-orbicular, 3 - 4 (-5) x 3 - 3,5(- 4,8) mm, margens pubescentes ou hirsutas; estilete 2 - 4 mm compr. **Legume** 1,5 - 2,5 x 1,3 - 2,2 cm, margens pubescentes. **Semente** oblonga, 1,2 - 1,4 x 0,8 - 1,0 cm; arilo branco, cobrindo 1/2 da semente.

**DISTRIBUIÇÃO.** Ceará, Maranhão, Pará, Piauí e Tocantins (Mapa 1).

**ESPÉCIMES EXAMINADOS. BRASIL.** 1839, *Pohl* s.n. (BR). **Ceará:** Novo Oriente, Planalto de Ibiapaba, 09 Mar. 1991, *Araújo* s.n. (EAC, HUEFS). **Maranhão:** Grajaú, 21 Abr. 1983, *Silva et al.* 1161 (HRB, INPA); Rio Bonito, Serra da Cangalha, 20 Mar. 1978, *Miranda* 69 (HRB); São Raimundo das Mangabeiras, 19 Mar. 1983, *Miranda & Ferreira*, 352 (HRB); Tuntum, 26 Fev. 1983, *Taylor et al.* 1041 (NY); fazenda Bacaba, 5 Out. 1980, *Daly et al.* s.n. (HRB). **Pará:** Santarém, Abr. 1850, *Spruce* s.n. (NY); 17 Abr. 2005, *Jardim & Silva* 4518 (HUEFS); 15 Abr. 2005, *Jardim et al.* 4554 (HUEFS). **Piauí:** Fazenda Palmares, Jul. 1996, *Ribeiro* (HUEFS); Almarante, 3 Mar. 2005, *Miranda et al.* 4985 (HUEFS); Campo Maior, Santa Adelaide, 30 Jul. 1979, *Filho* 73 (HRB); Carolina, 14 abr. 1983, *Taylor et al.* 1252 (NY); Castelo do Piauí, 14 Set. 2003, *Costa et al.* M91 (HUEFS); Esperantina, 8 Jun. 2003, *Franco* 60 (HUEFS); Landri-Sales, 7 Jul. 1980,

*Fernandes et al.* s.n. (HUEFS); Luiz Corrêa, *Montes et al.* 08 (HRB); Piracuruca, 17 Set. 1977, *Souza* s.n. (HUEFS); 30 Set. 1998, *Alencar* 313 (HUEFS); 26 Mar. 1999, *Alencar* 556 (HUEFS); 26 Jun. 1999, *Alencar et al.* 638 (HUEFS); 17 Abr. 2001, *Alencar* 1263 (HUEFS); Piripiri, 27 Jun. 1999, *Alencar* 680 (HUEFS); Oeiras, *Gardner* 2089 (BR, K, foto HUEFS, foto NY); 2 mai. 1987, *Castro* s.n. (HUEFS); São José do Piauí, 28 Abr. 2002, *Barros* s.n. (HUEFS); Teresina, 15 Mar. 1983, *Fernandes* s.n. (EAC, HUEFS); 4 Abr. 1986, *Souza* s.n. (HUEFS). **Tocantins:** Lizarda, 21 Mar. 1978, *Assis* 58 (HRB); Igrajauá, 06 Ago, 1978, *Fernandes & Matos* s.n. (EAC, HUEFS).

**HÁBITAT.** Enclaves de Cerrado e cerradão presentes em regiões de clima semi-árido e equatorial, dominadas pelos biomas Caatinga e Floresta Amazônica.

**NOME(S) POPULAR(ES).** Copaíba-mirim

**NOTAS.** *Copaifera martii* é representada na porção extra-amazônica do Brasil apenas pela variedade *rigida*. Essa variedade difere da variedade típica por apresentar folíolos rígido-coriáceo, geralmente com ápice obtuso e margens revolutas, e inflorescências de comprimento menor a pouco maior que as folhas subjacentes (vs. folíolos cartáceos a coriáceos, ápice agudo e margem plana, e inflorescências com o dobro ou mais de comprimento que o das folhas subjacentes na variedade típica). Além disso, parece haver uma preferência ecológica distinta entre as duas variedades (ver Costa *et al.* CAP. 1). *Copaifera martii* var. *martii* parece ter preferência por floresta úmida e *C. martii* var. *rigida* por áreas de cerrado.

*Copaifera martii* var. *rigida* é muito confundida com *C. malmei*, *C. marginata* e *C. magnifolia*, devido ao número de pares de folíolos. No entanto, o indumento permite a distinção desses táxons. *Copaifera malmei* possui tricomas glandulares bulboso nos folíolos, condição ausente em *C. martii* var. *rigida*. *Copaifera magnifolia* possui folíolo e ovário glabros, enquanto *C. martii* var. *rigida* possui folíolo e ovário pilosos. *Copaifera marginata* tem inflorescências com o comprimento duas a três vezes maiores que as folhas subjacentes (15 – 35 cm compr.), enquanto *C. martii* var. *rigida* possui inflorescências menores (5 - 8 cm compr.).

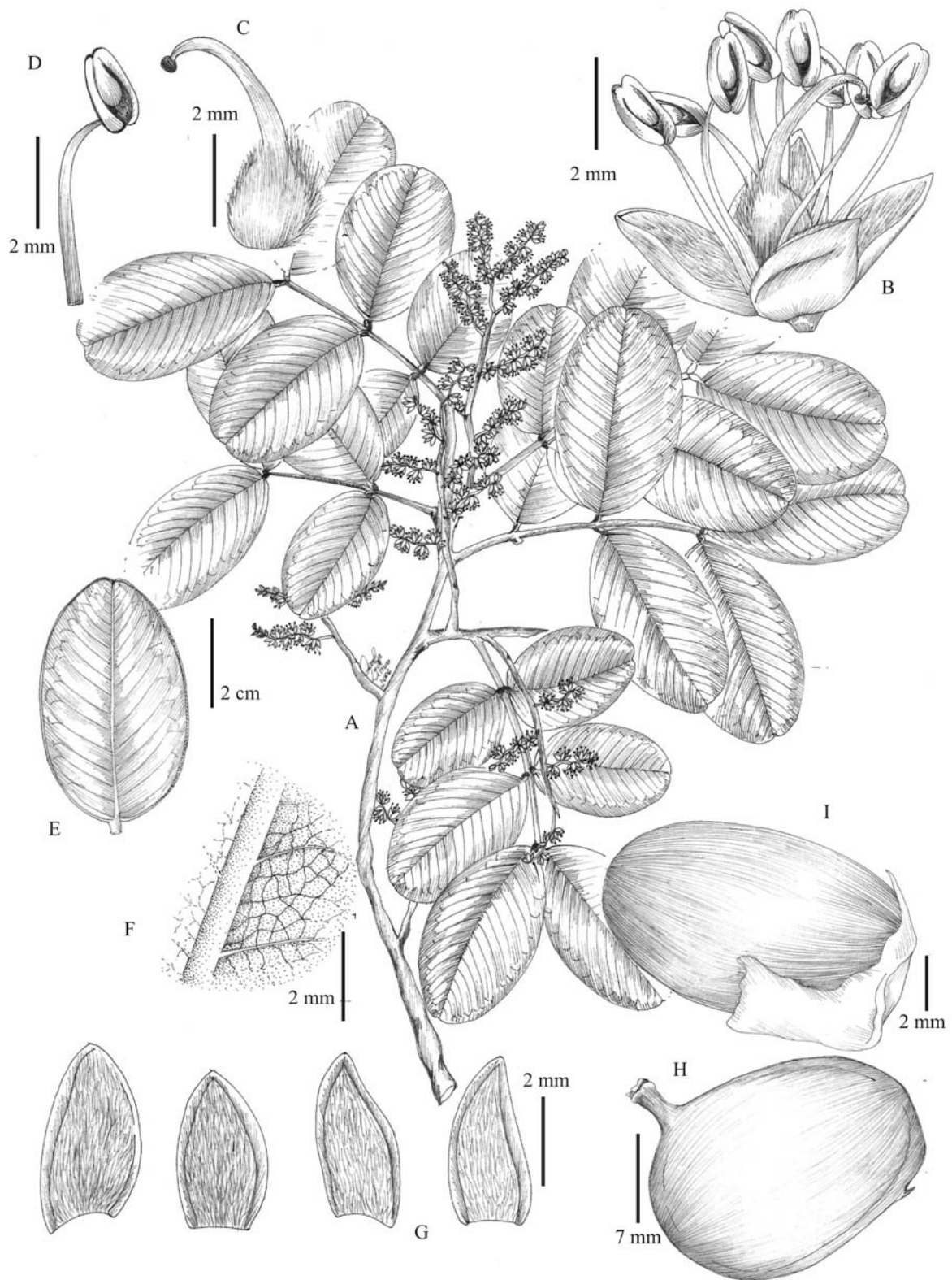


Figura 21. *Copaifera martii* var. *rigida*. A – Ramo com inflorescências; B – Flor; C – Gineceu; D – Estame, vista frontal; E – Foliolo; F – Detalhe da face abaxial do folíolo mostrando a venação; G – Sépalas, face interna; H - Fruto; I - Semente com arilo. (A – G, *Costa et al.* 882; H, I, *Fernandes & Bezerra* 4085).

**14. *Copaifera nana* Rizzini (1971: 192).** Tipo: Brasil, Goiás, Rodovia Brasília-Anápolis, *Heringer* 11842 (Holótipo RB, n.v.).

**Subarbusto** (0,3)0,5-1(- 2) m alt. **Pecíolo** 1 – 2 cm compr., raque glabra, 4 – 8(- 10) cm compr., folíolos 2 – 3(- 4) pares, os proximais do mesmo tamanho dos distais, peciólulos 1 – 3 mm, lâminas com pontuações presentes, coriáceas, estreito-oblongas ou estreito-obovais, 5 - 8 x 2,2 – 4 cm, margens planas, ápice obtuso, levemente emarginando ou raramente obtuso, base cuneada, superfície glabra em ambas as faces, nervura principal central, face adaxial glabra, face abaxial glabra ou pubescente. **Panícula** comprimento menor até pouco maior que a folha subjacente, 5 - 15 cm compr, pedúnculo glabro. **Flores** sésseis, sépalas 4 – 5 x 2 – 4,3 mm, face externa glabra, face interna serícea; estames 10, filetes 5 – 6 mm compr., anteras 1,5 - 2 mm compr.; ovário orbicular, 1,8 - 2 x 1-3 - 1,5 mm, margem sericea ou sericeo-vilosa, raramente base hirsuta; estilete 3 – 4(- 5) mm compr. **Legume** 2,5 – 3 x 1,5 – 2 cm, margem pubescente. **Semente** oblonga, 1,4 – 1,6 x 0,8 - 1,1 cm; arilo n.v.

**DISTRIBUIÇÃO.** Mato Grosso e Goiás (Mapa 3).

**ESPÉCIMES EXAMINADOS. BRASIL. Goiás:** Campinorte, 30 Mar. 1978, *Guimarães* 142 (HRB); Nova Roma, 3 Fev. 1999, *Machado et al.* 314 (CEN, HUEFS). **Mato Grosso:** Nova Xavantina, *Irwin et al* 16702 (BR, NY).

**HABITAT.** Cerrado aberto.

**NOTAS.** Esta espécie distingue-se das demais por ser um subarbusto, característica única no gênero. Pode ser confundida com *C. marginata*, *C. magnifolia* ou *C. martii* por causa do número de pares de folíolos 2 – 3 (- 4), mas todas estas espécies possuem folíolos elípticos ou elíptico-orbitulares com base obtusa vs. folíolos estreito-oblongos ou estreito-obovais com base cuneada em *C. nana*.

**15. *Copaifera oblongifolia* Mart. ex Hayne (1827: 23)** [Tipo citado em *Copaifera oblongifolia* var. *oblongifolia*].

**Arbusto** ou **árvore** (0,5 -)1 – 2(- 12) m alt. **Pecíolo** 0,1 – 0,4(- 1,5) mm compr., raque glabra, pubérula, pubescente ou tomento-hirsuta, 1,7 – 6,2(- 13) cm compr., folíolos (3 -) 4 - 8(- 12) pares, os proximais quase do mesmo tamanho dos distais, peciólulos 0,5 – 1 mm compr.; lâminas com pontuações presentes, cartáceas ou raramente coriáceas, oblongas, raramente elíptico-oblongas, 1,4 – 2,4 (- 3,6) x 0,6 - 1,4(- 1,8) cm, ápice obtuso, levemente emarginado ou curto-mucronado; base assimétrica, superfície glabra, pubérula, serícea ou tomentosa na face adaxial, glabra, pubérula, serícea ou tomento-hirsuta na face abaxial, nervura principal central, amabas as faces glabras, pubérulas, pubescentes ou tomento-hirsuta. **Panícula** comprimento pouco maior até o dobro do tamanho da folha subjacente, 4 – 18 cm compr., pedúnculo pubescente a tomentoso, **Flores** sésses; sépalas 4 - 5 x (1,5 -)2,5 - 2,8 mm, face externa glabra ou serícea, face interna tomentosa ou hirsuta; estames 10, filete 3 - 4 mm compr., anteras 0,8 - 1,2 mm compr.; ovário orbicular-elíptico 1 - 1,5(- 3) x 1 - 1,5(- 2) mm, margens hirsutas, estilete 3 - 4 mm compr. **Legume** 2 - 2,5 x 1,7 - 2,2 cm, margens glabrescentes a glabras ou pubescentes. **Semente** oblonga, 0,8 - 1,4 0,5 - 0,7 cm; arilo laranja, cobrindo 1/2 da semente.

**NOTAS.** Esta espécie é geralmente confundida com *C. trapezifolia*, mas distingue-se por possuir principalmente frutos menores (1 – 3 x 1-2 cm) e arilo laranja, enquanto *C. trapezifolia* possui frutos 4 – 4,5 x 3,5 – 4 cm e arilo vermelho. Além disso, *C. oblongifolia* é uma espécie de cerrado, enquanto *C. trapezifolia* é uma espécie da Mata Atlântica.

#### **Chave para a identificação das variedades de *Copaifera oblongifolia***

1. Folíolos pubescentes a tomento-hirsutos em ambas as faces.....*C. oblongifolia* var. *comosa*

1'. Folíolos glabros a pubérulos, raramente pubescentes apenas na face abaxial

2. Árvore 3 – 12 m alt. Raque pubescente ou raramente tomentosa.....*C. oblongifolia* var. *dawsonii*

2'. Arbusto 0,5 – 3 m alt. Raque glabra ou pubérulo-pubescente..*C. oblongifolia* var. *oblongifolia*.

**15.1. *Copaifera oblongifolia* var. *oblongifolia*.** Tipo: Brasil, Goiás, Chapada do Paraná, Set., Martius (Holótipo M, n.v.).

**Arbusto** (0,5 -)1 – 2(- 3) m alt. **Raça** glabra ou pubérula, raramente pubescente, (1,7 -)3 – 5(- 8) cm compr. **Folículos** 4- 8 pares, 1 – 3 x 0,6 - 1,5 cm; superfície glabra na face adaxial, glabra, pubérula ou raramente pubescente na face adaxial; nervura principal central, ambas as faces glabras ou pubéras, raramente pubescente na face abaxial. **Panícula** comprimento pouco maior que a folha subjacente, 4 – 6(- 8) cm compr., pedúnculo pubérulo ou pubescente. **Legume** 2 - 2,5 x 1,5 - 2,0 cm, margens glabras a pubescentes. **Semente** oblonga, 0,8 - 1,4 x 0,5 - 0,7 cm; arilo cobrindo 1/2 da semente.

**DISTRIBUIÇÃO.** Bahia, Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso, Minas Gerais e Tocantins (Mapa 2).

**ESPÉCIMES EXAMINADOS. BRASIL. Bahia:** Caetité, Brejinho das Ametistas, 15 Abr. 1983, *Carvalho et al.* 1741 (HUEFS); 27 Out. 1993, *Queiroz & Nascimento*, 3596 (HUEFS); Cocos, 4 Jul. 2001, *Mendonça et al.* 4390 (IBGE); 13 Out. 2005, *Queiroz & Carvalho-Sobrinho* (HUEFS); Coribe, 22 Jul. 1998, *Ratter et al.* 8008 (HUEFS); Espigão Mestre, 16 Mar. 1972, *Anderson et al.* 37069 (NY); Formosa do Rio Preto, 3 Fev. 2000, *Ribeiro et al.* 44 (HUEFS). **Distrito Federal:** Brasília, 1 Mar. 1978, *Heringer* 16852 (NY). **Goiás:** Mai. 1840, *Gardner* 4111 (BR); próximo ao rio do Sono, 28 Abr. 1978, *Sacramento* 605 (HRB); Barro Alto, 8 Fev. 1996, *Walter et al.* 3126 (CEN, HUEFS); Colinas do Sul, 24 Fev. 1991, *Alvarenga et al.* 792 (IBGE); Formosa, 18 Mar. 2003, *Mendonça et al.* 5408 (IBGE); ca. 40 km da cidade, em direção a Flores de Goiás, 15 Abr. 2005, *Costa et al.* 1033 (HUEFS); Niquelândia, 21 Jan 1972, *Irwin et al.* 34632 (HUEFS, NY); 13 Abr. 1992, *Walter et al.* 1251 (CEN, HUEFS); Rio Formoso, 30 Mar. 1978, *Miranda* 191 (HRB); São João do Aliança, 22 Fev. 2003, *França et al.* 4620 (HUEFS); São Miguel do Araguaia, 30 Nov. 1983, *Dias* 96 (HRB); Serranópolis, 18 Ago. 1998, *Silva et al.* 3883 (IBGE). **Mato Grosso:** Barra do Garças, 7 Jun. 1966, *Hunt* 5857 (HUEFS, K); Casa Branca, Rio Brilhante, 15 Fev. 1970, *Hatschbach* 23672 (MBM); Nova Xavantina, 17 Abr. 2005, *Costa et al.* 1074 (HUEFS); Sindrolândia, 23 Jan. 1971, *Hatschbach* 26070 (MBM). **Minas Gerais:** Arinos, 26 Abr. 2004, *Fonseca et al.* 5445 (HUEFS, HRB); 27 Abr. 2004, *Fonseca et al.* 5522 (HUEFS, HRB). **Piauí:** Campo Maior,

Alto do Comandante, 26 Jan. 2002, *Lopes & Carvalho* 50 (NY, HUEFS); **Tocantins:** Itacajá, 9 Mai. 2000, *Santos et al.* 718 (HUEFS, CEN);

**HABITAT.** Campo aberto, preferencialmente sobre solos de areia quartzosa branca, no bioma Cerrado.

**NOME(S) POPULAR(ES).** Paudoizinho, podoizinho.

**NOTAS.** Essa variedade distingue-se por apresentar folhas menores, raque e folíolos geralmente glabra ou pubérula, enquanto as outras variedades apresentam folhas maiores, raque e folíolos pilosos.



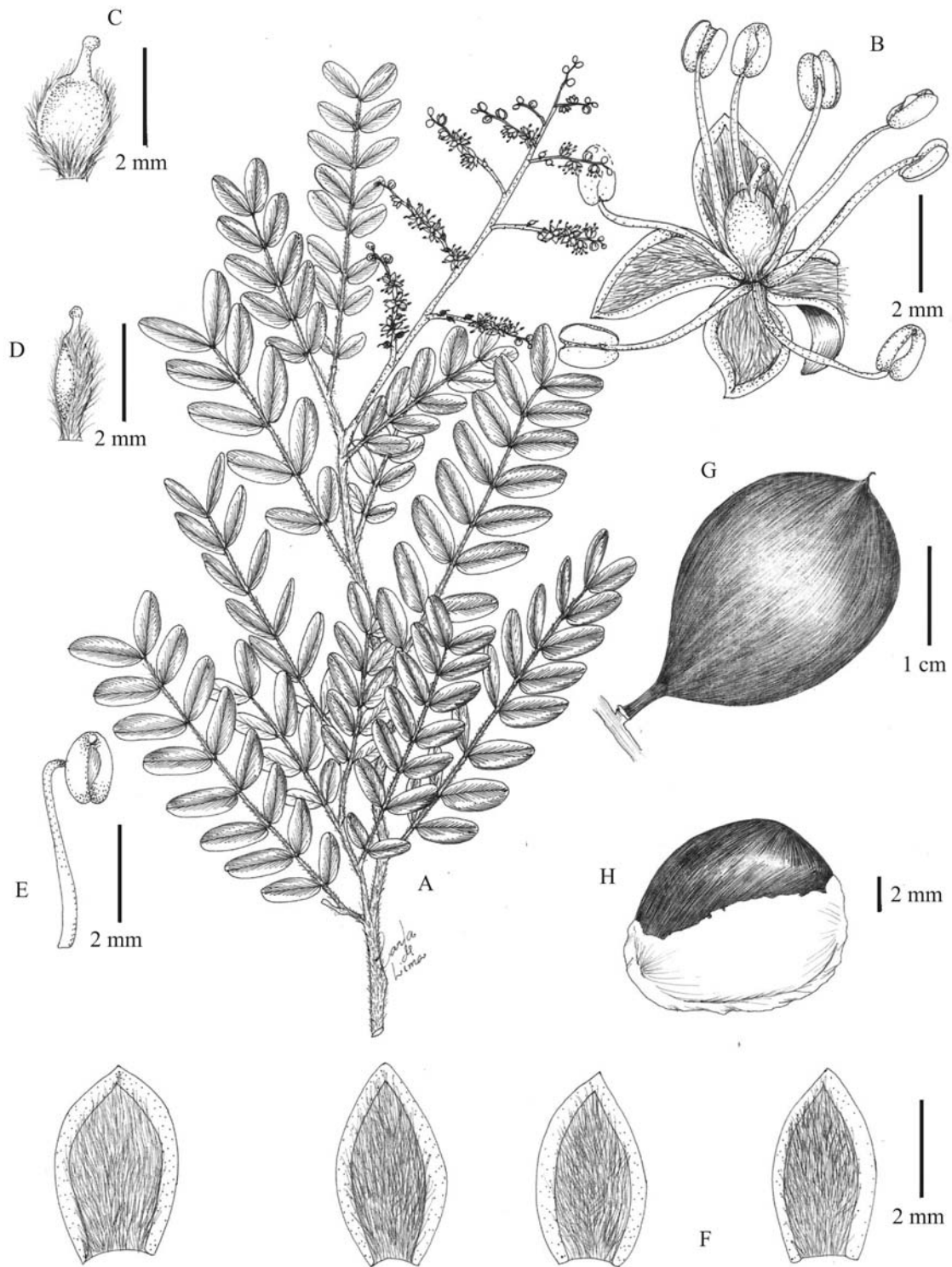


Figura 22. *Copaiifera oblongifolia*. A – Ramo com inflorescência; B – Flor; C – Gineceu; D – Vista lateral do ovário; E – Estame, vista frontal; F – Sépalas, face interna; G – Fruto; H - Semente com arilo. (A – F, *Costa et al.* 1054; G, H, *Irwin et al.* 9500).

**15.2. *Copaifera oblongifolia* var. *comosa* Dwyer (1954: 181).** Tipo: Brasil, Goiás, Serra Dourada, *Macedo* 3439 (Holótipo MO, n.v.; Isótipo US).

**Arbusto** ou árvore pequena 1 – 2,5(- 4) m alt. **Raque** tomentosa a tomentoso-hirsuta, (4 - )6 – 8 cm compr. **Folíolos** 4 - 5(- 12) pares; 2 – 3 (- 3,6) x 1 - 1,5(- 1,8) cm; superfície pubérula, serícea ou tomentosa na face adaxial e pubérula, serícea, tomentosa ou tomentoso-hirsuta na face abaxial; nervura principal central, face adaxial pubérula, pubescente ou tomentosa e face abaxial pubérula, pubescente, tomentosa ou hirsuta. **Panícula** comprimento maior até o dobro do tamanho da folha subjacente, 4 – 18 cm compr., pedúnculo tomentoso a tomentoso-hirsuto. **Legume** 2 - 2,5 x 1,5 - 2,0 cm, margens pubescentes a hirsutas. **Semente** oblonga, 0,8 - 1,4 0,5 - 0,7 cm; arilo cobrindo 1/2 da semente.

**DISTRIBUIÇÃO.** Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais e Piauí (Mapa 2).

**ESPÉCIMES EXAMINADOS. BRASIL. Goiás:** Chapada dos Veadeiros, 22 Out. 1965, *Irwin et al.* 9500 (NY); Serra Dourada, *Macedo* 3439 (US); 13 Dez. 1951, *Macedo* 3439 (NY). **Maranhão:** São Luiz, Fev. 1939, *Froes* 11597 (NY); Fev. 1939, *Froes* 11748 (NY). **Mato Grosso:** Barra do Garças, 21 Abr. 1978, *Chepherd et al.* 7507 (IBGE); ca. 35 km da cidade, em direção a Nova Xavantina, 17 Abr. 2005, *Costa et al.* 1054 (HUEFS); Planalto dos Parecis, 12 Mai. 1977, *Passos* s.n. (HRB). **Minas Gerais:** Barroco, entre São Francisco Sá e Barroco, 22 Fev. 2004, *Costa et al.* 655 (HUEFS); Ibiaí, 20 Jun. 2004, *Hatschbach et al.* 78027 (MBM); Joaquim Felício, Serra do Cabral, 14 Mai. 2001, *Hatschbach et al.* 71988 (MBM); Várzea da Palma, 14 Mai. 2001 *Hatschbach et al.* 71971 (MBM). **Piauí:** Cocal, 15 Fev. 1981, *Fernandes & Matos* s.n. (EAC, HUEFS); Oeiras, 13 Dez. 1977, *Fernandes & Bezerra* s.n. (EAC).

**HABITAT.** Cerrado, em borda de mata e próximo a campo rupestre.

**NOTAS.** Esta variedade é geralmente confundida com *C. langsdorffii* quando apresenta em média folhas com 4 – 5 pares de folíolos, mas distingue-se principalmente por possuir todos os folíolos oblongos e do mesmo tamanho, enquanto *C. langsdorffii* possui folíolos elípticos com os proximais geralmente ovais e menores que os distais. A variedade *C. oblongifolia* var. *comosa* também é muito confundida com *C. trapezifolia*, mas esta última

possui frutos maiores (4 – 4,5 x 3,5 – 4 cm) e arilo vermelho vs. 2,0 – 2,5 x 1,5 – 2,0 cm e arilo laranja em *C. oblongifolia* var. *comosa*.

**15.3. *Copaifera oblongifolia* var. *dawsonii* Cowan (1957: 17).** Tipo: Brasil, Goiás, 20 Abr. 1956, *Dawson* 14491 (Isótipo US).

**Árvore**, raramente arbusto 3 – 6(- 12) m alt. **Raque** pubescente ou raramente tomentosa, (1,5 -)3 – 6 cm compr. **Folíolos** 4 - 6(- 8) pares; 1 – 2 (- 3) x 0,6 - 1 (- 1,5) cm; superfície glabra ou pubérula na face adaxial, glabra, pubérula ou serícea na abaxial, nervura principal central, ambas as faces glabras, pubérulas ou pubescentes. **Panícula** comprimento pouco maior até o dobro do tamanho da folha subjacente, 5 – 7(- 12) cm compr., pedúnculo pubescente a tomentoso. **Legume** (1,5)1,8 – 2,5 x 0,7 - 1,5 cm, margens glabrescentes a glabras ou pubescentes. **Semente** oblonga, 0,8 - 1,4 0,5 - 0,7 cm; arilo cobrindo 1/2 da semente.

**DISTRIBUIÇÃO.** Distrito Federal, Goiás, Maranhão, Pará, Piauí, Rondônia e Tocantins (Mapa 2).

**ESPÉCIMES EXAMINADOS. BRASIL. Distrito Federal:** Brasília, 10 Fev. 1962, *Heringer* 8867/1061 (SP). **Goiás:** 20 Abr. 1956, *Dawson* 14491 (US). **Maranhão:** Alto Parnaíba, 20 Mar. 1978, *Miranda* 115 (HRB); São Luiz, Fev. 1959, *Froes et al.* 11748 (SP); Sobradinho, estrada de Barreirinhas, 28 Nov. 1985, *Prance & Henriques* 29907(NY). **Pará:** Altamira, 16 Mai. 2001, *Loureiro* 205 (HRB); Itaituba, 6 Mai. 1983, *Amaral et al.* 1183 (NY); **Piauí:** Campo Maior, Baixão da Cobra, 25 mai. 2002, *Lopes et al.* 152 (HUEFS, TEPB). **Rondônia:** Alvorada do Oeste, 29 Abr. 1987, *Ferreira* 8946 (NY); Ariquemes, 18 Mai. 1982, *Teixeira et al.* 599 (NY). Guajará, 25 Abr. 1976, *Cordeiro* 877 (NY); **Tocantins:** Itacajá, 09 Mai. 2000, *Santos et al.* 718 (CEN, HUEFS); Serra do Gomes, 18 Mar. 1978, *Fonseca* 70 (HRB); 18 Mar. 1978, *Fonseca* 67 (HRB).

**HÁBITAT.** Floresta estacional ou úmida, mata de galeria e mata ciliar, principalmente das Regiões Norte e Nordeste do Brasil.

**NOTAS.** Esta variedade é geralmente confundida com *C. langsdorffii* por apresentar em média folhas com 4 – 6 pares de folíolos, mas distingue-se principalmente por possuir todos os folíolos oblongos e do mesmo tamanho, enquanto *C. langsdorffii* possui folíolos elípticos com os proximais geralmente ovais e menores que os distais. A variedade *C. oblongifolia* var. *dawsonii* também é muito confundida com *C. trapezifolia*, mas esta

última possui frutos maiores (4 – 4,5 x 3,5 – 4 cm) e arilo vermelho vs. frutos 1,5 – 1,2 x 0,7 – 1,5 cm e arilo laranja em *C. oblongifolia* var. *dawsonii*.

**16. *Copaifera sabulicola* J.A.S. Costa & L.P. Queiroz** (Ver Apêndice 1). Tipo: Brasil, Bahia: Barreiras, ca. 40 km W de Barreiras na BR 242, 9 Jun. 1994, *L.P. Queiroz & N.S. Nascimento* 4107 (Holótipo HUEFS; Isótipos CEPEC, IAN, K, MBM, NY, RB, SP).

**Arbusto** ou raramente árvore 1-4 (-8) m alt. **Folhas** sésseis ou pecíolo 1,0-6,0 (-12) mm compr.; raque pubérula a glabra, (1-)1,5 - 5,5(-7) cm compr.; folíolos (1-) 2-3 pares, os proximais quase do mesmo tamanho dos distais; peciólulo 1 - 2(-3) mm; lâminas com pontuações presentes (2,5-) 3-7,5 (-8,5) cm, margens planas, coriáceas, elíptico-oblongas, ápice obtuso e emarginado, base obtusa ou levemente cuneada, superfície glabrescente a glabra na face adaxial, glabra na abaxial, nervura principal central, glabra em ambas as faces. **Panicula** comprimento menor ou pouco maior que a folha subjacente, (4 -)6 - 12(-13) cm compr., pedúnculo pubérulo ou glabro. **Flores** pediceladas, pedicelo (0,5 -)1 - 1,5 mm compr., raramente subsésseis, sépalas 4,5 - 5 x (2 -)2,5 - 3 mm; estames (8 -) 10, filetes (5 -)7 - 8 mm compr., anteras (1 -)1,2 - 1,5 mm; ovário oblongo-orbicular, 1 - 2 x 0,5 - 1,5 mm, margens pubescentes ou hirsutas; estilete 2 - 4 mm compr. **Legume** 2 - 2,6 x 1,7 - 2,2 cm, margens glabras ou raramente pubescentes. **Sementes** oblongo-orbiculares, 8 - 10 x 6 - 7 mm; arilo vermelho (?), cobrindo 2/3 da semente.

**DISTRIBUIÇÃO.** Bahia e Minas Gerais (Mapa 2).

**ESPÉCIMES EXAMINADOS. BRASIL. Bahia:** Abaíra, 20 Nov. 1992, *Ganev* 1507 (HUEFS); 20 Nov. 1992, *Ganev* 1516 (HUEFS); 22 Nov. 1992, *Ganev* 2557 (HUEFS); 27 Abr. 1995, *Ganev* 3155 (HUEFS). Andaraí, 14 Fev. 1997, *Passos et al.* PCD 5661 (HRB); Barreiras, km 87 Rod. Barreiras-Ibotirama, 10.Fev. 1991, *Pereira et al.* 1571 (IBGE, NY, RB, UB); 40 km W de Barreiras na BR 242, 9 Jun 1994, *L.P. de Queiroz & N.S. Nascimento* 4107 (HUEFS, CEPEC, IAN, K, MBM, NY, RB, SP); Caetité, 14 km N de Caetité, 12 Jun. 2005, *Miranda et al.* 771 (HUEFS); Correntina, 1 Nov. 1991, *Vieira et al.* 1132 (HUEFS); fazenda Jatobá, Mar. 1991, *Viollati et al.* 163 (IBGE, K); 19 Nov. 1991, *Machado & Viollati* 315 (IBGE, K, RB, SFV); 07 Dez. 1999, *Melo & França* 3239 (HUEFS); 12 km N de Correntina na estrada para Inhaúmas, *Harley et al.* 21886 (CEPEC, K); estrada para Mucambo, 15 Jul. 2003, *Costa et al.* 418 (HUEFS); 16 Mai. 2000, *Hatschbach et al.* 71236 (MBM); 30 jun. 2004, *Fonseca et al.* 5628 (HUEFS); Cocos, estrada para Itaguari, *França et al.* 3570 (HUEFS); Mucugê, estrada de Guiné para Palmeiras, 18 Jun 2005, *Carvalho & Conceição* 96 (HUEFS); 20.Jun. 2005, *Cardoso &*

*Conceição* 594 (HUEFS); São Desidério, 05 Abr. 1984, *Collares & Fernandes* 137 (HRB); 10 Abr. 1989, *Scariot et al.* 497 (IBGE, CEN, INPA, RB); a 31 km de Estiva, 15 Out. 1989, *Walter et al.* 499 (IBGE); 7 Nov. 1997, *Mendonça et al.* 3223 (IBGE, NY); 7 Nov. 1997, *Alvarenga et al.* 1032 (NY, IBGE); 07 Nov. 1997, *Silva et al.* 3504 (EAC, IBGE, MO, NY, RB); Seabra, 21 Mar 1980, *Brazão* 182 (HRB); 14 Jun. 1980, *Araújo* 321 (HUEFS); 12 Ago. 1997, *Mayworm* 93 (HUEFS); Formosa do Rio Preto, 7 Dez. 1999, *Melo & França* 3241 (HUEFS); 3 Fev. 2000, *Ribeiro et al.* 44 (ALCB, HUEFS); 1 Jan. 2001, *Silva et al.* 3172 (CEN, HUEFS); Piatã, 11 Nov. 1996, *Hind & Bautista* PCD 4210 (HUEFS); Rio de Contas, 14 Set. 1993, *Ganev* 1845 (HUEFS); 24 Jan 1994, *Ganev* 2864 (HUEFS); 4 Mar. 1994, *Sano et al.* CFCR14839 (NY); 3 Fev. 1997, *Harley et al.* PCD 5000 (HUEFS); 16 Fev. 1997, *Harley & Giulietti* PCD 5868 (HUEFS); Santana, 20 Nov. 1980, *Silva* s.n. (HRB); Tabocas do Brejo Velho, 11 Nov. 1994, *Queiroz & Nascimento* 4074 (HUEFS). **Minas Gerais:** Formoso, Parque Nacional Grande Sertão Veredas, 2 Dez. 1997, *Silva et al.* 3663 (IBGE, NY, RB).

**HÁBITAT.** Cerrado preferencialmente sobre solo de areia quartzosa branca, restrita à porção oeste da Bahia e extremo norte de Minas Gerais.

**NOTAS.** *Copaifera sabulicola* é provavelmente endêmica do cerrado do centro-oeste e oeste da Bahia e extremo norte de Minas Gerais, ocorrendo em solo com textura arenosa, especialmente de areias quartzosas brancas. Floresce de outubro a dezembro e frutifica de fevereiro a julho. *Copaifera sabulicola* é distinta de todos os demais táxons incluídos em *Copaifera* por apresentar uma combinação de caracteres tais como, ramos, folhas e folíolos glabros a glabrescentes, raramente pubérulo; folhas geralmente sésseis a curtamente pecioladas (no mesmo espécime), folíolos em (1 -)2 - 3 pares com ápice obtuso e emarginado e pontuações translúcidas presentes em toda a lâmina; flores e frutos em geral pedicelados. Esta espécie assemelha-se mais a *Copaifera rondonii* F.C. Hoehne da qual difere por apresentar folhas geralmente sésseis ou com pecíolo 1 - 6 (- 12) mm compr, folíolos peciolulados (1 - 3 mm compr.) e inflorescências menores ou iguais ao tamanho das folhas, enquanto *C. rondonii* com pecíolo ca. 2 cm compr., folíolos sésseis e inflorescências duas a três vezes maiores que as folhas. *C. rondonii* ocorre na região amazônica distante, portanto, da área de ocorrência de *C. sabulicola*. Na exsicata *Mayworm* 93 a cor da semente é vermelha e preta indicando que o arilo é vermelho.

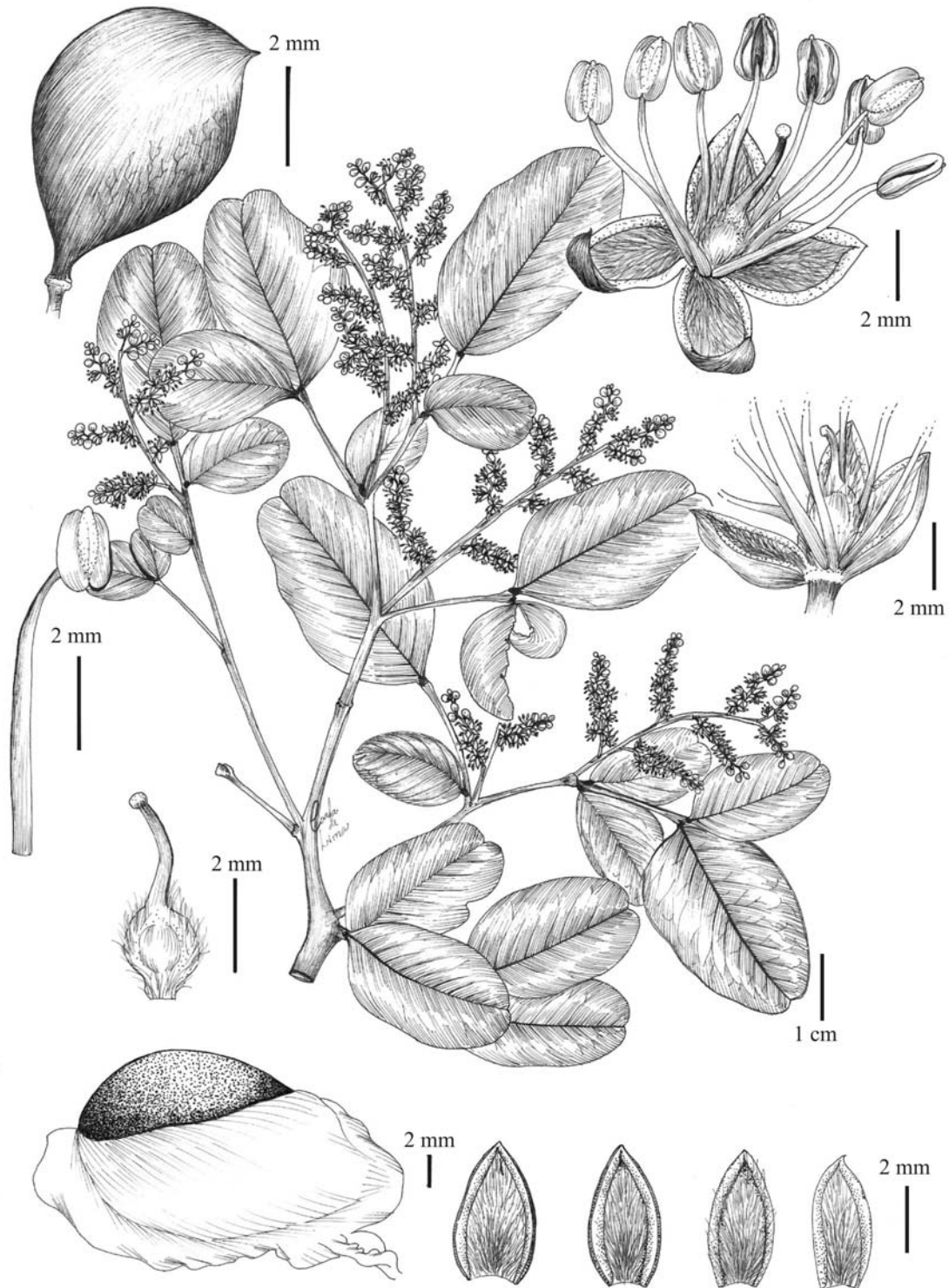


Figura 23. *Copaifera sabulicola*. A – Ramo com inflorescências; B – Flor; C – Flores, vista lateral mostrando uma pequena porção do pedicelo; D – Gineceu; E – Estame; F – Sépalas, face interna; G – Fruto; H - Semente com arilo. (A – F, *Silva et al.* 3504; G, H, *França et al.* 3570).



**17. *Copaifera trapezifolia* Hayne (1827: 23).** Lectótipo (aqui designado): Brasil, local não indicado, *Sellow* s.n. (Lectótipo K; Isolectótipo BR).

*Copaifera trapezifolia* var. *crassiuscula* Hayne (1827: 23, Fig. b). Lectótipo (aqui designado): 'Brasília Tropical', *Sellow* s.n. (Lectótipo: K; Isolectótipo BR). **Syn. non.**

*Copaifera trapezifolia* var. *tenella* Hayne, OBRA: 23, Fig c (1827). Lectótipo (aqui designado): 'Brasília', *Sellow* s.n. (K). **Syn. non.**

**Árvore** (8 -)10 - 20 m alt. **Pecíolo** 1 - 2 mm compr., raque tomentosa, 2,5 - 5 cm compr., folíolos 6 - 10 pares, os proximais quase do mesmo tamanho dos distais, raramente menores, peciólulo 0,3 - 0,7(- 1) mm; lâminas com pontuações presentes, trapezoidais ou oblonga a obovais, 1 - 2 x 0,5 - 1 cm, margens planas, ápice obtuso e obtuso; base assimétrica; superfície glabra na face adaxial, glabra ou pubescente na adaxial; nervura principal central, face adaxial glabra e face abaxial glabra, pubescente ou tomentosa. **Panícula** comprimento menor ou raramente do mesmo tamanho da folha subjacente, 3 - 6 cm compr., pedúnculo tomentoso. **Flores** sésséis, sépalas (2 -)3 - 4 x (1 -)2,5 - 3 mm, face externa glabra, face interna tomentosa ou hirsuta; estames 10, filetes 5 - 8 mm compr., anteras 1 - 1,2 mm compr.; ovário orbicular, 1 - 1,2 x 0,8 - 1 mm, margens hirsutas. **Legume** 4 - 4,5 x 3,5 - 4 (4,3) cm, margem pubescente. **Semente** com arilo vermelho cobrindo 1/2 da semente.

**DISTRIBUIÇÃO.** Bahia, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro, Santa Catarina, São Paulo e Pernambuco (Mapa 3).

**ESPÉCIMES EXAMINADOS. BRASIL.** Local não indicado, *Sellow* s.n. (BR); 27 Jun. 1999, *Queluz* s.n. (SP). **Bahia:** Arataca, Serra do Peito de Moça, *Jardim et al.* 4704 (CEPEC, HUEFS); Castro Alves, Serra da Jibóia, Mar. 2005, *Jardim* s.n. (HUEFS); **Minas Gerais:** Espera Feliz, 12 Jun. 1994, *Leoni & Cosenga* 2588 (HUEFS, GFJP). **Paraná:** Bocaiúva do Sul, 14 Jul. 1986, *Silva et al.* 130 (HRB); 1 Set. 1994, *Silva & Ribas* 1386 (HUEFS, MBM); Bom Sucesso, 17, Jul. 1984, *Hatschbach* 48084 (HRB); Cerro Azul, Morro Grande, 04 Mar. 1963, *Hatschbach* s.n. (HAS); Rio Capivari, 14 Jul. 1986, *Silva & Cordeiro* 130 (BR); Rio Ponta Grossa, 23 Jun 1992, *Hatschbach & Kummrow* 57097 (HUEFS); Morretes, Rio Brumado, 13 Set. 1979, *Hatschbach* 42491 (MBM). **Rio de Janeiro:** 1867, *Glaziou* 2984 (BR); 1868, *Glaziou* 2542 (BR); Rio de Janeiro, *Schott* s.n. (NY, HRB). **Santa Catarina:** Vidal Ramos, 6 Mar. 1958, *Reitz & Klein* 6564 (HRB);

**São Paulo:** Barra do Turvo, 15 Jan 1999, *Silva et al.* 2853 (HRB); São Paulo, Out 1947, *Kuhlmann* 3236 (SP). **Pernambuco:** Brejo de Madre de Deus, 18 jan. 2000, *Silva et al.* 68 (HUEFS); 28 Abr. 2000, *Nascimento & Silva* 412 (HUEFS); 21 Abr. 2001, *Nascimento et al.* 506 (HUEFS); 26 Abr. 2001, *Nascimento & Silva* 519 (HUEFS).

**HÁBITAT.** Floresta atlântica e regiões serranas acima de 600 m.

**NOTAS.** A análise dos tipos não sustenta a distinção das variedades propostas por Hayne (1827). Este autor criou as variedades de *C. trapezifolia* diferenciando-as por ter folíolos opostos (var. *tenella*) e alternos (var. *crassiuscula*). Ele também cita apenas um material (*Sellow* s.n. – ‘Brasilien’). As observações do tipo mostram que existem duas coletas diferentes em uma mesma exsicata e que há variação da disposição dos folíolos em folhas de um mesmo ramo. Também não há diferença marcante na forma e tamanho dos folíolos. Novos caracteres que pudessem ajudar a distinguir as variedades também não foram encontrados, demonstrando que os caracteres utilizados eram artificiais para esse fim.

Esta espécie é confundida com *C. oblongifolia*. Contudo, *C. trapezifolia* é uma árvore de Mata Atlântica e *C. oblongifolia* um arbusto ou árvore baixa do cerrado. Também são diferenciados pelo tamanho do fruto e cor do arilo. Os frutos são maiores (4 – 4,5 x 3,5 – 4 cm) e o arilo é vermelho em *C. trapezifolia* vs. frutos 1,5 – 2 x 0,7 – 2 cm e arilo laranja em *C. oblongifolia*.

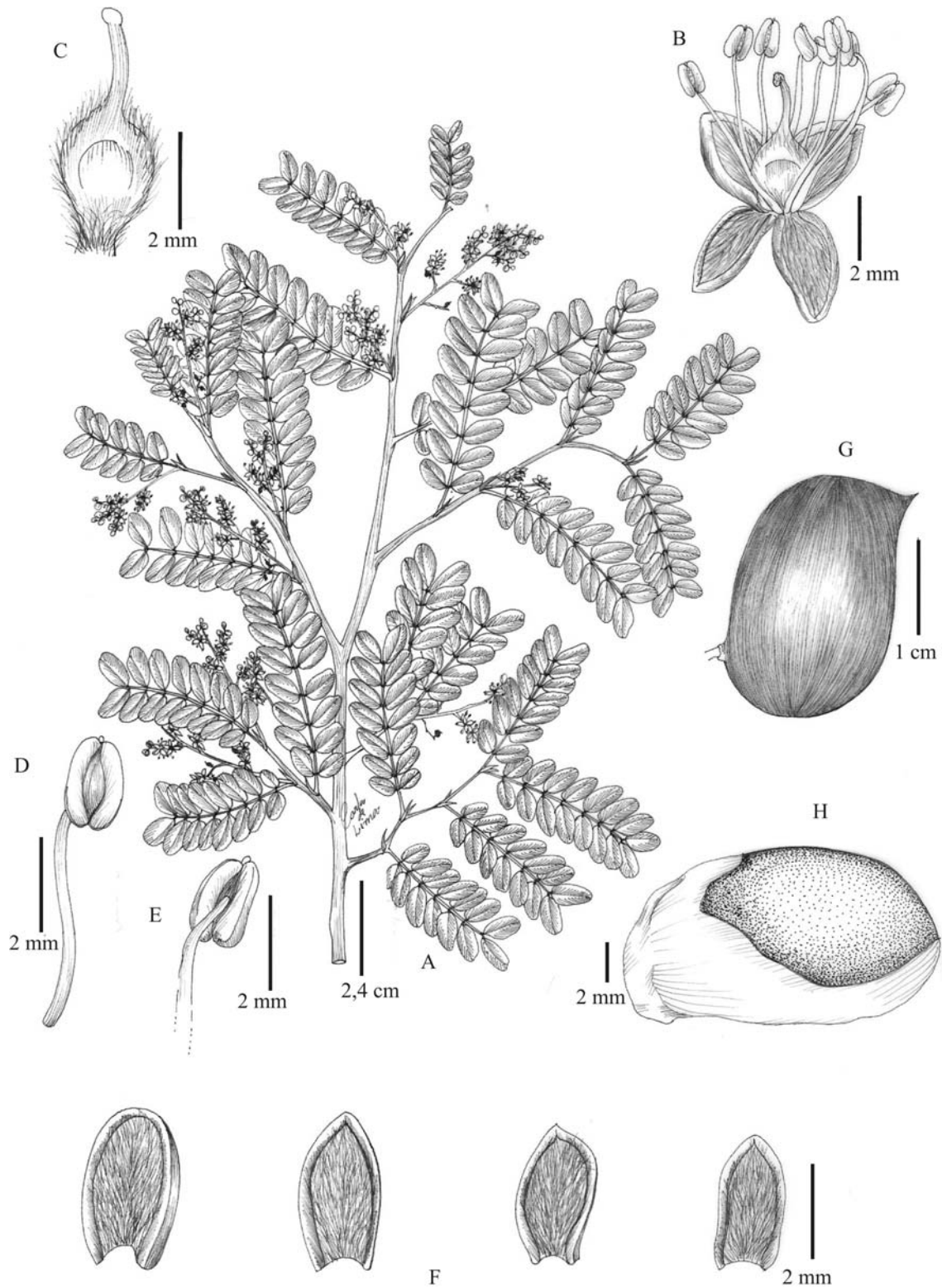


Figura 24. *Copaifera trapezifolia*. A – Ramo com inflorescências; B – Flor; C – Gineceu; D – Estame, vista frontal; E – Estame, detalhe da inserção da antera; F – Sépalas, face interna; G – Fruto; H - Semente com arilo. (A – F, *Silva et al.* 2853; G, H, *Hatschbach* 42491).



Mapa 3. Distribuição geográfica das espécies *Copaifera arenicola*, *C. depilis*, *C. duckei*, *C. elliptica*, *C. majorina*, *C. marginata*, *C. nana* e *C. trapezifolia*

## Agradecimentos

Nos agradecemos a Cecília O. de Azevedo e Cássio van den Berg pelos valiosos comentários e aos curadores dos herbários citados no texto por disponibilizar o material durante o período de estudo. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelo suporte financeiro (nº 1431040045982). J.A.S. Costa agradece a CAPES pela bolsa de doutorado. Luciano P. de Queiroz agradece pela bolsa (PQ2) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

## Referências Bibliográficas

- Amshoff, G. J. H. (1939). Mededeelingen van het Botanisch Museum en Herbarium van de Rijks Universiteit te Utrecht. Utrecht. 52: 9.
- Arroyo, M.T.K. 1981. Breeding systems and pollination biology in Leguminosae. *In*: POLHILL, R.M. & RAVEN, P.H. (eds.) Advances in legume systematics, 2. Royal Botanic Gardens, Kew. p. 723-769.
- Basile, A.C.; Sertié, J.A.A.; Freitas, P.C.D. and Zanini, A.C. 1988. Anti-inflammatory activity of oleoresin from brazilian *Copaifera*. *Journal of Ethnopharmacology* 22: 101-109.
- Bentham, G. (1865). Description of some new genera and species of tropical Leguminosae. Transactions Linnean Society of London, London, v. 25, p. 297-320.
- Bentham, G. (1870). Leguminosae II et III. Swartzieae, Caesalpinieae, Mimoseae - tribus XVII. Cynometreae. *In*: C.E.P. von Martius (ed.). Flora Brasiliensis, 15(2): 239 - 248.
- Britton, N.L., Willson, P. (1929). Expedition to the Peruvian Amavon. Tropical Woods, New Haven v.20, p.20.
- Britton, N. L. (1930). North American Flora. New York Botanical Garden. 23: 222.
- Candolle, A.P. De. (1825). *Copaifera*. *In*: Prod. Syst. Nat. Reg. Veg., 2: 509.
- Ciampi, A.Y. and Grattapaglia. 2001. Variabilidade genética em populações de copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf. - Caesalpinioideae) estimada com polimorfismos de AFLP, microssatélite e sequenciamento de cpDNA. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Embrapa 12: 1-33.
- Conama (Conselho Nacional de Meio Ambiente). 1994. Resolução CONAMA Nº 29
- Costa-Lotufo, L.V.; Cunha, G.M.A.; Farias, P.A.M.; Viana, G.S.B.; Cunha, K.M.A.; Pessoa, C.; Moraes, M.O.; Silveira, E.R.; Gramosa, N.V. and Rao, V.S.N. 2002. The

- cytotoxic and embryotoxic effects of kaurenoic acid, a diterpene isolated from *Copaifera langsdorffii* oleo-resin. *Toxicon* 40: 1231-1234.
- Cowan, R.S. 1957. *Copaifera oblongifolia* var. *dawsonii*. Los Angeles Country Mus. Contr. Sci. 13:17.
- Desfontaines, M. (1821). Observations sur le genre *Copaifera*; description de deux nouvelles espèces qui lui appartiennent. Mèm. Mus. Hist. Nat. Paris. 7: 377 - 378.
- Ducke, A. (1915). Plantas novas ou pouco conhecidas da região amazônica (I). Arquivos do Jardim Botânico [do] Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, v.3, p.22.
- Ducke, A. (1930). Plantas novas ou pouco conhecidas da região amazônica (IV). Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, v.5, p.127-129.
- Dwyer, J. D. (1945). Tropical Woods; a Technical Journal Devoted to the Furtherance of Knowledge of Tropical Woods and Forests and to the Promotion of Forestry in the Tropics. 83: 15.
- Ducke, A. (1959). Estudos botânicos no Ceará. Notas sobre sistemática. Anais [da] Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, v.31, n.2, p.291.
- Dwyer, J.D. (1951). The Central American, West Indian, and South American species of *Copaifera* (Caesalpinioideae). *Brittonia*. 7(3): 143 - 172.
- Dwyer, J.D. (1954). Further Studies on the New World Species of *Copaifera*. Bulletin of the Torrey Botanical Club. 81(3): 179 - 187.
- Exell, M.A. 1939. *Copaifera gossweileri*. Bulletin Soc. Brot. Ser.2. n.13:324.
- Feibert, E.B. & Langenheim, J.H. (1988). Leaf resin variation in *Copaifera langsdorffii*: Relation to irradiance and herbivory. *Phytochemistry*. 27(8): 2527 - 2532.
- Freitas, C.V. & Oliveira, P.E. (2002). Biologia reprodutiva de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae, Caesalpinioideae). *Revista Brail. Bot.* 25: 311-321.
- Heckel, 1891. *Annals Fascicule Science Marseille*, III 4 t. 16.
- Greuter, W., McNeill, J., Barrie, F.R., Burdet, H.M., Demoulin, V., Filgueiras, T.S., Nicolson, D.H., Silva, P.C., Skog, L.E., Thehane, P., Turland, N.J. & Hawksworth, D.L. (2000). International Code of Botanical Nomenclature (Saint Louis Code). *Regnum Veg.*, 138: 1 - 474
- Harley, R.M. (1995). Introdução. In: Stannard B.L., ed. *Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina, Bahia, Brazil*. Richmond: Royal Botanic Garden, Kew, pp. 43 - 78.

- Harms, H. (1922). In: Pilger, R. *Plantae Luetzelburgianae brasiliensis* III. Notizblatt des Konigl, botanischen Gartens und Museums zu Berlin-Dahlem, Berlin v.8, n.72, p.147-148.
- Harms, H. (1924). *Plantae Luetzelburianae brasilienses* III – Leguminosae. Notiz. Bot. Gart. Berlin, 8: 713.
- Harms, H. (1936). Leguminosae VI. In: Mildbraed. J. Neue und seltene Arten aus Ostafrika (Tanganyika – Territ. Mandat) leg. H.J. Schlieben, XII. Notizblatt des Botanischen Gartens und Museums zu Berlin-Dahlem, Berlin, v.13. n.118, p.415-416.
- Hayne, F.C. (1827). *Copaifera*. In: *Arzneikunde gebräuchlicher Gewächse*, 10: 12 - 23.
- Holmgren, P.K.; Holmgren, N.H. & Barret, L.C. (eds.). (1990). *Index Herbariorum*, part 1: the Herbaria of the World (Regnum Veg. 120). New York: New York Botanical Garden.
- Jacquin, N.J. (1760). *Enumeratio Systematica Plantarum* [S.l; s.n.]. p. 21.
- Jacquin, N.J. (1763). *Selectarum Stirpium Americanarum Historia*. Viennae: Ex officina Krausiana, 284p.
- Kuntze, O. (1891). *Copaifera*. In: *Rev. Gen.* 1: 172.
- Leite, A, Alechandre, A., Rigamonte-Azevedo, C, Oliveira, A. (2001). *Recomendações para o manejo sustentável do óleo de copaíba*. Rio Branco: UFAC/SEFE. 38 pp.
- Leite, A.M.C. & Salomão, A.N. (1992). Estrutura populacional de regenerantes de copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) em Mata Ciliar do Distrito Federal. *Acta Bot. Bras.* 6: 123 – 134.
- Leonard, J. (1949). *Notulae Systematicae* IV (Caesalpiniaceae – Amherstieae africanae americanaeque). *Bulletin du Jardin Botanique de l'Etat Bruxelles*, Bruxelles, v.19, n.4, p.383-407.
- Lewis, G.P. (1987). *Legumes of Bahia*. Royal Botanic Gardens, Kew. pp. 102 - 104.
- Lewis, G.P. (1995). *Leguminosae*. In: Stannard, B. (ed.). *Flora of the Pico das Almas: Chapada Diamantina - Bahia, Brazil*, Royal Bot. Gard., Kew, 368 - 394pp.
- Lewis, G.P. Simpson, B.B. & Neff, J. (2003). Progress in Understanding the reproductive biology of the Caesalpinioideae (Leguminosae). In: P.S. Herendeen and A. Bruneau (editors). *Advances in Legume Systematics*. Royal Botanical Garden, Kew, 65-78 pp.
- Linnaeus, C.(1749). *Materia medica, Liber I. de Plantis*. Holmie: Typ. Ac fumptibus Laurentii Salvii, p.181.
- Linnaeus, C. (1762). *Spec. Plant.* 2.ed. 1: 557.

- Lloyd, J.U. (1898). *Copaifera officinalis*: botanical description and historical notes.[reprinted from] Chicago: The Western Druggist. 5p.
- Luetzelburg, P. von. (1922-1923). Estudo Botânico do Nordeste. Rio de Janeiro: Inspetoria Federal de Obras contra as Secas, sér. I-A, 57(1): 1 - 108.
- Macbride, J.F. (1943). Flora do Peru; Leguminosae. The Field Museum of Natural History, Bot. Sér, Chicago. v.13, part. 3, n.1, 1943. p.120-121.
- Marcgravi, G. (1648). *Historiae Renum Naturalium Brasiliae* In: Piso, W. *Historia naturalis Brasiliae*, Amsterdam: Dud Elzevirium, 6f, prel., 122p.
- Martins-da-Silva. (2006). Taxonomia das espécies de *Copaifera* L. (leguminosae – Caesalpinioideae) ocorrentes na Amazônia Brasileira. Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 260p.
- Martius, C.F.P. (1823). In Spix, J.B., Martius, K.F.P. *Reise in Brasilien*. Munchen: Lindauer. p.285.
- Meguro, M., Pirani, J.R., Mello-Silva, R. de & Giulietti, A.M. (1996). Caracterização Florística e Estrutural de Matas Ripárias e Capões de Altitude da Serra do Cipó, Minas Gerais. *Bol. Bot. Univ. São Paulo*. 15: 13 - 29.
- Mendonça Filho, C.V. (1996). *Braúna, Angico, Jaracarandá e outras Leguminosas de Mata Atlântica: Estação Biológica de Caratinga, Minas Gerais*. Belo Horizonte: Fundação Botânica Margaret Mee/Fundação Biodiversitas/AP.EBC/IEF/FZB-BH/SB-MG, 100 p. il.
- Mendonça, R.C. de, Felfili, J.M., Fagg, C.W., Silva, M.A. da, Filgueiras, T.S. & Walter, B.M.T. (2000). Florística da Região do Espigão Mestre do São Francisco, Bahia e Minas Gerais. *B. Herb. Ezechias Heringer, Brasília*, 6: 38 - 94.
- Mota-Júnior, J.C. & Lombardi, J.A. (1990). Aves como agentes dispersores da copaíba (*Copaifera langsdorffii*, Caesalpinaceae) em São Paulo. *Ararajuba*. 1: 105 – 106.
- Ohsaki, A., Yan, L.T., Ito, S., Edatsugi, H., Iwata, D. & Komoda, Y. (1994). The isolation and *in vivo* Potent Antitumor Activity of Clerodane Diterpenoid from the Oleoresin of the Brazilian Medicinal Plant, *Copaifera langsdorffii* Desfon. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*. 4(24): 2889 - 2892.



- Oliveira, A.F., Carvalho, D. & Rosado, S.C.S. 2002. Taxa de cruzamento e sistema reprodutivo de uma população natural de *Copaifera langsdorffii* Desf. na região de Lavras (MG) por meio de isoenzimas. *Revista Brasil. Bot.* 25: 331 – 338.
- Oliveira-Filho, A.T. & Ratter, J.A. (1995). A Study of the Origin of Central Brazilian Forests by the Analysis of Plant Species Distribution Patterns. *Edinb. J. Bot.* 52(2): 141 - 194.
- Oliveira-Filho, A.T.,; Carvalho, D.A., Vilela, E.A., Curi, N. & Fontes, M.A.L. (2004). Diversity and structure of the tree community of a fragment of tropical secondary Forest of the Brazilian Atlantic Forest domain 15 and 40 years after logging. *Rev. Bras. Bot.* 24(4): 685 - 701.
- Paiva, L.A.F.; Rao, V.S.N.; Gramosa, N.V. and Silveira, E.R. 1998. Gastroprotective effect of *Copaifera langsdorffii* oleo-resin on experimental gastric ulcer models in rats. *Journal of Ethnopharmacology* 62: 73-78.
- Pedroni, F, Sanchez, M. & Santos, F.A.M. (2002). Fenologia da copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf. – Leguminosae, Caesalpinioideae) em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. *Revista Brasil. Bot.* 25: 184 – 194.
- Pittier, H. F. (1923). *Arboles y Arbustos Nuevos de Venezuela.* 25. 1923
- Queiroz, L.P. (2002). Distribuição das espécies de Leguminosae na Caatinga. In: Sampaio, E.V.S.B., Giuliatti, A.M., Virgínio, J. & Gamarra-Rojas, C.F.L. (eds.). *Vegetação e flora da Caatinga.* Recife: Associação Plantas do Nordeste – APNE; Centro Nordestino de Informações sobre Plantas – CNIP. 176 p. il. pp. 141 - 153.
- Queiroz, L.P. de (coord.). (1998) *Leguminosas de Caatinga: espécies com potencial forrageiro.* Feira de Santana: UEFS. *Relatório Final* 145p.
- Richter, H.G. & Dallwitz, M.J. (2000). ‘Commercial timbers: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. In English, French, German, and Spanish.’ Version: 4th May 2000. <http://biodiversity.uno.edu/delta/>. Citer aussi Dallwitz (1980) et Dallwitz, Paine and Zurcher (1993 onwards, 1995 onwards, 1998) (voir Bibliographie générale).
- Rizzini, C.T. (1971). Plantas novas ou pouco conhecidas do Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, v.31, n.2, p.192
- Souza, J.S., Espírito-Santo, F.D.B., Fontes, M.A.L., Oliveira-Filho, A.T. & Botazelli, L. (2003). Análise das variações florísticas e estruturais da comunidade arbórea de um

- fragmento de floresta semidecídua às margens do Rio Capivari, Lavras-MG. R. Árvore. 27(2): 185 - 206.
- Sprengel, C. (1825). *Copaifera*. In: Syst. Veg., 2: 357.
- Standley, P. C. (1933). Tropical Woods; a Technical Journal Devoted to the Furtherance of Knowledge of Tropical Woods and Forests and to the Promotion of Forestry in the Tropics. 34: 41. 1933.
- Veiga-Jr., V.F. & Pinto, A.C. (2002). O gênero *Copaifera* L. Quim. Nova, 25(2): 273 - 286.
- Vogel, E. (1837). Caesalpinies Brasiliae. Linnæa, Berlin, v11, p.410.
- Weiss, M.R. (1995). Floral color change: a widespread functional convergence. American Journal of Botany 82:167-185.
- Zappi, D.C., Lucas, E., Stannard, B.L., Lughadha, E.N., Pirani, J.R., Queiroz, L.P. de, Atkins, S., Hind, D.J.N., Giuliatti, A.M., Harley, R.M. & Carvalho, A.M. de (2003). Lista das Plantas Vasculares de Catolés, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. Bol. Bot. Univ. São Paulo. 21(2): 345 - 398.

## ANEXO I

### LISTA DE ESPÉCIES QUE OCORREM NO BRASIL EXTRA-AMAZÔNICO.

Espécies reconhecidas em negrito, sinonímias sem negrito.

**1. *Copaifera arenicola* (Ducke) J.A.S. Costa & L.P. Queiroz**

*C. cearensis* Huber ex Ducke var. *arenicola* Ducke

**2. *Copaifera coriacea* Mart.**

*Copaifera cordifolia* Hayne

*Copaiba coriacea* (Mart.) Kuntze

**3. *Copaifera depilis* Dwyer**

**4. *Copaifera duckei* Dwyer**

*Copaifera cearensis* Huber ex Ducke var. *cearensis*

**5. *Copaifera elliptica* Mart.**

*Copaifera coriacea* Mart. var. *macrophylla* Dwyer

**6. *Copaifera langsdorffii* Desf.**

**6.1. *Copaifera langsdorffii* Desf. var. *langsdorffii***

*Copaifera langsdorffii* Desf

*Copaiba langsdorffii* (Hayne) Kuntze

*Copaifera laxa* Hayne

*Copaifera sellowii* Hayne

**6.2. *Copaifera langsdorffii*. var. *glabra* (Vogel) Benth.**

*Copaifera laevis* Dwyer

**6.3. *Copaifera langsdorffii* var. *grandifolia* Benth.**

*Copaifera nitida* Hayne

*Copaifera brasiliensis* Dwyer

**6.4. *Copaifera langsdorffii*. var. *krukovii* Dwyer**

**7. *Copaifera lucens* Dwyer**

**8. *Copaifera luetzelburgii* Harms**

**9. *Copaifera magnifolia* Dwyer**

**10. *Copaifera majorina* Dwyer**

**11. *Copaifera malmei* Harms**

*Copaifera bulbotrichia* Rizzini & Heringer

**12. *Copaifera marginata* Benth.**

**13. *Copaifera martii* Hayne var. **rigida** (Benth.) Ducke**

**14. *Copaifera nana* Rizzini**

**15. *Copaifera oblongifolia* Mart. ex Hayne**

**15.1. *Copaifera oblongifolia* var. **oblongifolia**.**

**15.2. *Copaifera oblongifolia* var. **comosa** Dwyer**

**15.3. *Copaifera oblongifolia* var. **dawsonii** Cowan**

**16. *Copaifera sabulicola* J.A.S. Costa & L.P. Queiroz**

**17. *Copaifera trapezifolia* Hayne (1827: 23).**

*Copaifera trapezifolia* var. *crassiuscula* Hayne

*Copaifera trapezifolia* var. *tenella* Hayne

## ANEXO II

### LISTA DE EXSICATAS CITADAS NA ANÁLISE TAXONÔMICA

#### 1. *Copaifera arenicola*

Bandeira 111 (HRB, HUEFS). Batista 02 (ALCB, HRB). Bautista 451 (HRB). Costa & Queiroz 1298 (HUEFS). Ducke 2368 (foto HUEFS, K). Ferreira 517; 519 (HRB). Figueiredo et al. 312 (TEPB). Filho 225 (HRB). Filho s.n. (HUEFS). Giulietti & Harley 1739 (HUEFS). Gonçalves 107 (HRB). Guedes 623 (HUEFS). Lima 369 (HRB). Orlandi & Filho 727 (HRB). Pinto s.n. (ALCB, HRB). Queiroz & Nascimento 3747 (HUEFS). Queiroz et al. 7003 (HUEFS). Salgado 117 (HRB). Silva & Leite 465 (HUEFS). Silva & Matos e Silva 64 (HRB, HUEFS). Silva & Silva 64 (ALCB). Silva 94 (HRB). Silva et al 308 (HUEFS)

#### 2. *Copaifera coriacea*

Alencar 1261 (HUEFS, TEPB). Araújo 164 (HRB). Bautista 1457; 1465 (HRB). Blanchet 2881; 3091 (BR, NY). Carneiro-Torres et al. 542 (HUEFS). Conceição et al. 1555 (HUEFS). Emperaire 2227; 2279 (TEPB). Ferreira et al. 1280 (HRB). Filho 117 (HRB). Giulietti et al. PCD 2977; PCD 2978 (HRB). Harley et al. 54342 (HUEFS). Martius 2288 (M). Melo et al. 2695 (HUEFS). Miranda et al. 951 (HUEFS). Nunes et al. 518; 544; 708 (HUEFS). Pennington & Brito 255 (K, NYBG). Queiroz & Nascimento 4070 (HUEFS). Queiroz et al. 7918; 9141; 10873; 10904 (HUEFS). Rocha 05 (SP). Rodarte 42 (CEPEC, HRB). Santino 287 (HRB). Silva s.n. (ALCB).

#### 3. *Copaifera depilis*

Amorim et al. 3979 (CEPEC, NY). Collares & Fernandez 123 (HRB). Cunha et al. 463 (UFMT). Dubs 2160 (NY). Guedes et al. 10865; 11096 (ALCB). Hatschbach & Koczicki 33197 (MBM, NY). Irwin 31549 (NYBG). Macedo et al. 6874; 7035 (UFMT). Neto 198. (UFMT). Pilger 294 (B). Xavier et al. 177 (ALCB).

#### 4. *Copaifera duckei*

Andrade-Lima et al. 1094 (HRB). Barbosa et al. 1799 (CEPEC, HUEFS). Bezerra s.n.(SP). Cavalcanti & Silveira s.n. (EAC, HUEFS). Costa et al. 952; 953 (HUEFS). Daly et al. D486 (NY). Ducke 2446; 16875 (foto HUEFS, K, RB, US). Fernandes s.n. (EAC,

HUEFS). Froes 1926 (NY). Gardner 1929 (BR, foto HUEFS, foto NY). Gentry et al. 50032 (NY). Glaziou 785 (BR). Lima 227 (HEPH).. Lima et al. 6413 (HUEFS). Linhares s.n. (K). Miranda & Lima 3100 (HUEFS). Riedel 686 (NY). Silva et al. 1998 (NY). Silveira s.n. (EAC, HUEFS)

### **5. *Copaifera elliptica***

Anderson 11363 (NY). Cunha et al. 955 (UFMT). Dubs 2160 (UFMT). Ecologia Vegetal/Pólo 1637 (UFMT). Harley & Souza 10299 (NY, K). Hunt & Ramos 5568 (NY). Irwin et al. (NY). Irwin et al. 14478; 16911 (NY). Luetzelburg 444 (NY). Martius Herb. Florae Brasil. 205; 208 (A, foto F, K, M, foto NY). Prado & Leitão-Filho 315 (UFMT). Santos 26 (NY, UFMT). Thomas et al. 4328 (NY)

### **6. *Copaifera langsdorffii***

#### **6.1. *Copaifera langsdorffii* Desf. var. *langsdorffii***

Almeida 198 (HUEFS, HRB). Alunos de Pós Graduação UNICAMP s.n. (TEPB). Alves et al. 139 (ALCB). Araújo 72 (HUEFS). Assis & Ladeira 66 (HUEFS). Atkins et al. PCD 5826 (ALCB). Bautista et al. 3719 (HUEFS). Bufo & Sabadim 28; 29 (ESA, HUEFS). Caranta & Andrade 3301 (GUA). Collares 103 (HRB). Costa 489; 490; 491; 492 (HUEFS). Costa et al. 523; 540; 554; 581; 584; 599; 614 (HUEFS). Duarte 5110 (MBM). Ferreira 3124 (GUA). Filho 153 (HRB). Filho s.n. (ALCB). França et al. 4553 (HUEFS). Geraldo 1465 (HRB). Glaziou 21027 (BR). Guillemain 426 (HRB, HUEFS, NY). Hatschbach 46210; 48989 (BR). Hatschbach et al. 50911 (HRB, MBM). Helmsrichen s.n. (BR). Lima 404 (GUA). Mattos s.n.; 9593 (HAS). Morelato s.n. (FR). Novaes 2362 (HUEFS). Partore & Klein 54 (HRB). Passo et al. 5651 (HUEFS). Passos et al. PCD 4962 (HRB). Pena 107 (HRB). Pinheiro 585 (HRCB). Pirani et al. 4257 (HUEFS). Pohl 3708 (BR). Regnell II 64 (BR). Rodrigues et al. 87 (HUEFS). Roque et al. 14896 (NY). Saar et al. 54 (ALCB). Sellow s.n. (BR). Sevilha s.n. (FUEL). Temponi 21 (HUEFS). Wagner et al. 9415 (HUEFS). Xavier & Guedes 480 (ALCB).

#### **6.2. *Copaifera langsdorffii* var. *glabra***

Clausen s.n.; 90; 799 (BR; P). Favaro, et al. s.n. (FUEL). Fiebrig 4901 (NY).. Hatschabach 48989 (MBM, HRB). Mattos & Mattos s.n. (HAS). Mattos & Silveira 26683 (HAS). Mattos 1753 (HAS). Pimenta et al. s.n. (FUEL). Saint-Hilaire s.n. (P). Sellow s.n. (K, NY). Vieira et al. 86 (FUEL).

### **6.3. *Copaifera langsdorffii* var. *grandifolia***

Almeida 198 (HRB). Alvarenga & Paixão 649 (IBGE). Amorim et al. 992 (HUEFS). Anderson 9592; 11288 (HUEFS, NY, U). Balansa 1486 (BR). Barros 2971 (SP, U). Bautista et al. PCD 3719 (HRB). Bautista, 1518 (HRB). Bernardi 18256 (HUEFS). Billiet & Jardim 3237 (BR). Blanchet s.n. (NY). Carvalho-Sobrinho & Neto 733 (HUEFS). Clausen 673H (BR). Collares 90 (HRB). Costa & Costa 1280; 1281 (HUEFS). Costa et al. 512; 578; 634; 640; 680; 728 (HUEFS). Cruz s.n. (FUEL). Cunha et al. 924; 1506 (UFMT). Dambrós 184 (HRB). Ferreira s.n. (FUEL, HUEFS). Funch & Funch s.n.; 742 (HUEFS). Furtado 140 (HRB). Gamev 1585; 2914 (HUEFS). Geraldo 1383 (HRB). Guedes et al. 9027 (ALCB). Guimarães 78 (HRB). Harley et al. 15295 (K, NY). Harley et al. PCD 5000 (HRB). Hatschbach 46210; 48989 (BR, MBM). Hatschbach et al. 67695 (HUEFS). Heliomar 262 (HRB). Helmreich s.n. (BR). Hoehne 23743 (BR). Hunt 5988 (K, HUEFS). Lewis & Andrade 1907 (K, NY). Macedo et al. 4323 (HRB). Martius 203 (BR). Miranda et al. 5231 (HUEFS). Montes & Orlandi 61/90 (HRB). Mori & Benton 13117 (CEPEC, NY). Neto & Sajo 372 (NY, SP). Pastore & Klein 48 (HRB). Pedersen 11096 (BR). Pedralli et al. 3359; 3362 (CEN, HUEFS). Pena s.n. (HRB). Pinto et al. 53/82 (HRB). Pirani et al. CFCR 12578; 12827 (HUEFS). Pires 58164 (NY). Pohl s.n. (BR). Queiroz & Nascimento 3403; 4169 (HUEFS). Queiroz et al. 7458; 7695; 7699 (HUEFS). Raben 897 (BR). Ratter et al. 1012 (K, U). Santos et al. 118; 463 (CEN, HUEFS). Sellow s.n. (BR). Silva et al 203 (FUEL, HUEFS). Silva et al 2107; 2333 (CEN HUEFS). Sinthuy s.n. (BR). Stradmann & Castilho 1076; 1085 (ALCB). Teles & Noleto 239 (HUEFS). Vanni et al. 3546 (CTES, U). Vieira & Pereira 51 (CEN, HUEFS). Vieira et al. 1139 (HUEFS). Walter et al. 3750; 4322; 4327; 4372 (CEN, HUEFS).

### **6.4. *Copaifera langsdorffii* var. *krukovii***

Krukoff 4809 (NY; US).. Rego & Walter 730 (NY)

### **7. *Copaifera lucens***

Araújo 42610 (GUA). Constantino 2235 (US). Costa et al. 485; 486; 487 (HUEFS). Duce 2431 (RB, U). Glaziou 2541; 2985 (BR). J.S. 24/78 (HRB). Jardim et al. s.n.; 4740 4741 (HUEFS). Kuhlman s.n. (NY, RB). Lima et al. 2852 (NY, RB). Oliveira & Santos 1589 (GUA). Pacheco 103 (ALCB). Santos 188 (CEPEC). Silva 33 (HRB). Thomas et al. 8009 (NY).

### **8. *Copaifera luetzelburgii***

Anderson et al. 36483 (NY). Barros 1512 (HUEFS). Bautista 1518 (HRB, HUEFS). Collares 130 (HRB). Costa 417 (HUEFS). Costa et al. 1000 (HUEFS). Del'Arco s.n. (TEPB). Filho 123 (HRB).

Fonseca 106; 218 (HRB). Harley 21725; 21762; 21832 (K, NY, U). Harley et al. 28583; 53717; 53751; 53801 (HUEFS). Irwin et al. 14396; 31475 (HUEFS, NY). Jardim & Paixão 4653 (HUEFS).

Luetzelburg 201; 1383 (M, RB, U). Machado & Oliveira 147 (HUEFS). Mendonça et al. 2318 (IBGE). Miranda & Esteves, 3751 (HUEFS). Miranda 216 (HRB). Miranda et al. 4820; 4856 (HUEFS). Miranda et al. (HUEFS). Orlandi 28; 93 (HRB). Pereira et al. 2732 (HUEFS). Queiroz & Carvalho-Sobrinho 11022 (HUEFS). Queiroz & Nascimento 4197 (HUEFS). Queiroz et al. 6045; 6082 (HUEFS). Ratter et al. 6521 (NY). Santino 231 (HRB)

### **9. *Copaifera magnifolia***

Costa & Queiroz 1107 (HUEFS). Costa et al 1010; 1103 (HUEFS). Hatschbach et al. 66715 (MBM). Irwin et al. 31558 (IBGE, NY). Philcox & Ferreira 4505 (NY, K). Ratter et al. 393 (NY, K). Souza et al 14087; 14514; 18079 (ESA, HUEFS). St. Hilaire 678 (P).

### **10. *Copaifera majorina***

Curran 27 (US). Guedes et al. 7685 (ALCB). Langenheim & Silva 6453 (MBM). Mori et al. 13968 (NY). Santos 05 (ALCB). Santos 289; 3836 (CEPEC, K). Silva 3276 (ALCB). Thomas et al. 7642; 10148; 10815 (K, NY).

### **11. *Copaifera malmei***

Anderson 6781 (NY, U). Costa et al 1103 (HUEFS). Cunha & Rezende s.n. (UFMT). Cunha et al. 1074 (UFMT). Ecologia Vegetal/Pólo 1330 (UFMT). Frutuoso 21 (UFMT). Hatschbach et al. 58897; 62191; 62685; 77399 (MBM). Hunt 5992 (HUEFS). Irwin et al. 16702; 21503 (HUEFS). Macedo et al. 5754; 7524 (UFMT). Malmei 1344 (NY, U). Martius Herb Florae Brasil. 204 (BR). Mileski 48 (HRB). Miranda 19 (UFMT). Oliveira 1504 (HUEFS). Pantanal de Poconé 13 (UFMT).

Paula s.n. (IBGE). Ratter et al. 1956; 6993 (HUEFS; MBM). Souza et al. 14362; 17389 (ESA, HUEFS).



## **12. *Copaifera marginata***

Alvarenga et al. 1049 (HRB, NY). Black et al 54-16491 (NY). Cordovil et al. 177 (CEN, HUEFS). Cunha et al. 809 (UFMT). Gardner 3091 (K, foto HUEFS, foto NY). Harley et al. 53751 (ALCB). Hatschbach & Barbosa 59611 (MBM). Hatschbach 42814 (MBM). Hatschbach et al. 76416 (MBM). Hunt 5992 (NY). Irwin & Soderstron 6568 (NY). Irwin et al. 16097 (NY). Monteiro & Neto 64 (UFMT). Onishi et al. 982 (NY). Rodrigues 12 (UFMT). Silva & Kraft 2403 (CEN, UEFS). Silva 759 (FUEL). Soares & Silva 945 (MBM). Walter et al. 3031 (CEN, HUEFS)

## **13. *Copaifera martii***

Alencar 313; 556; 680; 1263 (HUEFS). Alencar et al. 638 (HUEFS). Araújo s.n. (EAC, HUEFS). Assis 58 (HRB). Barros s.n. (HUEFS). Castro s.n. (HUEFS). Costa et al. M91 (HUEFS). Daly et al. s.n. (HRB). Fernandes & Matos s.n. (EAC, HUEFS). Fernandes s.n. (EAC, HUEFS). Filho 73 (HRB). Franco 60 (HUEFS). Gardner 2089 (BR, K, foto HUEFS, foto NY). Jardim & Silva 4518 (HUEFS). Jardim et al. 4554 (HUEFS). Miranda & Ferreira, 352 (HRB). Miranda 69 (HRB). Miranda et al. 4985 (HUEFS). Montes et al. 08 (HRB). Pohl s.n. (BR). Ribeiro (HUEFS). Silva et al. 1161 (HRB, INPA). Souza s.n. (HUEFS). Spruce s.n. (NY). Taylor et al. 1041; 1252 (NY).

## **14. *Copaifera nana***

Guimarães 142 (HRB). Irwin et al 16702 (BR, NY). Machado et al. 314 (CEN, HUEFS).

## **15. *Copaifera oblongifolia***

### **15.1. *Copaifera oblongifolia* var. *oblongifolia***

Alvarenga et al. 792 (IBGE). Anderson et al. 37069 (NY). Carvalho et al. 1741 (HUEFS). Costa et al. 1033; 1074 (HUEFS). Dias 96 (HRB). Fonseca et al. 5445; 5522 (HUEFS, HRB). França et al. 4620 (HUEFS). Gardner 4111 (BR). Hatschbach 23672; 26070 (MBM). Heringer 16852 (NY). Hunt 5857 (HUEFS, K). Irwin et al. 34632 (HUEFS, NY). Lopes & Carvalho 50 (NY, HUEFS). Mendonça et al 4390; 5408 (IBGE). Miranda 191 (HRB). Queiroz & Carvalho-Sobrinho (HUEFS). Queiroz & Nascimento, 3596 (HUEFS). Ratter et al. 8008 (HUEFS). Ribeiro et al. 44 (HUEFS). Sacramento 605 (HRB). Santos et al. 718 (HUEFS, CEN). Silva et al. 3883 (IBGE). Walter et al. 1251; 3126 (CEN, HUEFS).

### **15.2. *Copaifera oblongifolia* var. *comosa***

Chepherd et al. 7507 (IBGE). Costa et al. 655; 1054 (HUEFS). Fernandes & Bezerra s.n. (EAC). Fernandes & Matos s.n. (EAC, HUEFS). Froes 11597; 11748 (NY). Hatschbach et al. 71971; 71988; 78027 (MBM). Irwin et al. 9500 (NY). Macedo 3439 (NY). Passos s.n. (HRB).

### **15.3. *Copaifera oblongifolia* var. *dawsonii***

Amaral et al. 1183 (NY). Cordeiro 877 (NY). Dawson 14491 (US). Ferreira 8946 (NY). Fonseca 67; 70 (HRB). Froes et al. 11748 (SP). Heringer 8867/1061 (SP). Lopes et al. 152 (HUEFS, TEPB). Loureiro 205 (HRB). Miranda 115 (HRB). Prance & Henriques 29907(NY). Santos et al. 718 (CEN, HUEFS). Teixeira et al. 599 (NY).

### **16. *Copaifera sabulicola***

Alvarenga et al. 1032 (NY, IBGE). Araújo 321 (HUEFS). Brazão 182 (HRB). Cardoso & Conceição 594 (HUEFS). Carvalho & Conceição 96 (HUEFS). Collares & Fernandes 137 (HRB). Costa et al. 418 (HUEFS). Fonseca et al. 5628 (HUEFS). França et al. 3570 (HUEFS). Ganev 1507; 1516; 1845; 2557; 2864; 3155 (HUEFS). Harley & Giulietti PCD 5868 (HUEFS). Harley et al. 21886 (CEPEC, K). Harley et al. PCD 5000 (HUEFS). Hatschbach et al. 71236 (MBM). Hind & Bautista PCD 4210 (HUEFS). Machado & Viollati 315 (IBGE, K, RB, SFV). Mayworm 93 (HUEFS). Melo & França 3239; 3241 (HUEFS). Mendonça et al. 3223 (IBGE, NY). Miranda et al. 771 (HUEFS). Passos et al. PCD 5661 (HRB). Pereira et al. 1571 (IBGE, NY, RB, UB). Queiroz & Nascimento 4074 4107 (HUEFS, CEPEC, IAN, K, MBM, NY, RB, SP). Ribeiro et al. 44 (ALCB, HUEFS). Sano et al. CFCR14839 (NY). Scariot et al. 497 (IBGE, CEN, INPA, RB). Silva et al. 3172 3504 3663 (CEN, EAC, HUEFS, IBGE, MO, NY, RB). Silva s.n. (HRB). Vieira et al. 1132 (HUEFS). Viollati et al. 163 (IBGE, K). Walter et al. 499 (IBGE).

### **17. *Copaifera trapezifolia***

Glaziou 2542; 2984 (BR). Hatschbach & Kummrow 57097 (HUEFS). Hatschbach s.n.; 42491; 48084 (HAS, HRB, MBM). Jardim et al.s.n.; 4704 (CEPEC, HUEFS). Kuhlmann 3236 (SP). Leoni & Cosenga 2588 (HUEFS, GFJP). Nascimento & Silva 412; 519 (HUEFS). Nascimento et al. 506 (HUEFS). Queluz s.n. (SP). Reitz & Klein 6564 (HRB). Schott s.n. (NY, HRB). Sellow s.n. (BR). Silva & Cordeiro 130 (BR). Silva & Ribas 1386 (HUEFS, MBM). Silva et al. 68; 130; 2853 (HRB, HUEFS).

## CONCLUSÕES GERAIS

Estudos biossistemáticos são importantes na delimitação de espécies, uma vez que possibilitam uma visão mais geral da variação e lançam mão de diferentes ferramentas para abordar as questões relacionadas a um tema.

Com base nos resultados das análises morfológicas, filogenéticas, taxonômicas e genéticas, chegamos às seguintes conclusões:

1. As *Copaifera* ocorrentes no Brasil extra-amazônico incluem 17 espécies e oito variedades.
2. As análises biossistemáticas e filogenéticas mostraram que *Copaifera coriacea* Mart. pode ser distinguida de outros táxons do complexo de espécies através de caracteres morfológicos e essas espécies compartilham uma história evolutiva recente. São reconhecidos quatro táxons para a região do Brasil extra-amazônico: *C. coriacea* Mart., *C. luetzelburgii* Harms, *C. magnifolia* Dwyer e *C. martii* Hayne var. *rigida* (Benth.) Ducke
3. A análise filogenética mostra baixo suporte para considerar *C. coriacea* Mart. e *C. cordifolia* Hayne como táxons distintos, mas os dados de variabilidade morfológica e genética apóiam a hipótese de que elas são co-específicas. Estudos incluindo novas regiões de DNA (p.ex. ETS, *psbA-trnH*, *rpoB-trnC*, entre outras) e/ou com genética de populações que incorporem as espécies *C. luetzelburgii* e *C. depilis* poderão confirmar as hipóteses de hibridação levantadas nesse estudo e ajudar a esclarecer melhor as relações entre esses táxons.
4. *Copaifera langsdorffii* Desf. pode ser distinguida de outros táxons do complexo de espécies através de caracteres morfológicos, mas a relação filogenética entre as variedades e algumas espécies do complexo ainda necessitam ser melhor investigadas com a inclusão de outras regiões de DNA (p.ex. ETS, *psbA-trnH*, *rpoB-trnC*, entre outras). Estudos de genética de populações incluindo os táxons do complexo também poderão ajudar a esclarecer possíveis eventos de hibridação levantados nesse estudo como explicação plausível à alta sobreposição de caracteres morfológicos entre alguns táxons.

5. As análises filogenéticas indicam que o gênero pode ter evoluído a partir de uma ancestral de floresta e que a ocupação de ambientes mais abertos ocorreu através de três eventos independentes. O ambiente ocupado mais recentemente pelo gênero parece ser o Cerrado. Este ambiente representa um dos centros de diversidade de *Copaifera*.
  
6. A confusão apresentada no gênero *Copaifera* entre as espécies ocorrentes no Brasil extra-amazônico deveu-se em grande parte a circunscrições muito amplas de algumas espécies, ao desconhecimento de espécies descritas após a revisão de Dwyer (1951) para o Brasil e, principalmente, pela falta de designação de material tipo para a maioria das espécies como *C. langsdorffii* e os nomes a ela associados, levando a uma perda de referencial para a espécie.

# APENDICE I

Este documento está organizado para publicação na Revista *Rodriguésia*.

*COPAIFERA SABULICOLA* (LEGUMINOSAE), UMA NOVA ESPÉCIE DO  
CERRADO BRASILEIRO<sup>2</sup>

Jorge Antonio Silva Costa<sup>2,\*</sup>

Luciano Paganucci de Queiroz<sup>3</sup>

Título abreviado: Nova espécie de *Copaifera*.

## RESUMO

---

<sup>2</sup> Parte da tese de doutorado do primeiro autor desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Botânica da UEFS, Depto. de Ciências Biológicas. Apoio financeiro: CAPES, FAPESB, Flora da Bahia/CNPq.

<sup>2</sup> Universidade Federal da Bahia (UFBA), Instituto de Ciências Ambientais e Desenvolvimento Sustentável (ICADS), Colegiado de Ciências Biológicas, Rua Prof. José Seabra, Centro, 47.805-100, Barreiras, Bahia, Brasil. [jorgeasc@ufba.br](mailto:jorgeasc@ufba.br)

<sup>3</sup> Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Departamento de Ciências Biológicas, BR 116 - KM 03, Campus Universitário, 44.031-460, Feira de Santana, Bahia, Brasil. [lqueiroz@uefs.br](mailto:lqueiroz@uefs.br)

\* Autor para correspondência.

(*Copaifera sabulicola* (Leguminosae), uma nova espécie do cerrado brasileiro). Uma nova espécie de *Copaifera* (Leguminosae, Caesalpinioideae, Tribo Detarieae) é proposta. Essa nova espécie é conhecida apenas do Brasil, ocorrendo no cerrado e apresenta maior afinidade a *Copaifera rondonii* F.C. Hoehne. *Copaifera sabulicola* é descrita, ilustrada e suas afinidades taxonômicas são discutidas.

**Palavras-chave:** Leguminosae, Detarieae, *Copaifera*, Cerrado, Brasil.

#### **ABSTRACT**

(*Copaifera sabulicola* (Leguminosae), a new species from Brazilian cerrado). A new species of *Copaifera* (Leguminosae, Caesalpinioideae, Tribe Detarieae) is proposed. This new species is known only from Brazilian Cerrado and have greater affinity with *Copaifera rondonii* F.C. Hoehne. *Copaifera sabulicola* is described, illustrated, and its affinity with related taxa is discussed.

**Key-words:** Leguminosae, Detarieae, *Copaifera*, Cerrado, Brazil.

## INTRODUÇÃO

*Copaifera* é um gênero pantropical com cerca de 35 espécies (*sensu* Lewis *et al.* 2005). Para o Brasil foram registradas 11 espécies por Bentham (1870) e 18 espécies por Dwyer (1951, 1954). Atualmente são registradas cerca de 28 espécies das quais 22 são restritas a este país com maior diversidade na Bahia (12), seguido pelos estados do Mato Grosso (oito) e, Amazonas e Pará, ambos com seis espécies. Distribuem-se desde as florestas amazônicas, na Região Norte, até a floresta atlântica e matas ciliares da Região Sul (Dwyer 1951, 1954).

O gênero *Copaifera* é composto por árvores e arbustos com casca do tronco aromática e é caracterizado pela combinação da folha paripinada com dois ou mais folíolos, flores apétalas, legume com uma semente, esta apresentando um arilo conspícuo. A distinção entre as espécies é feita, principalmente, com base em caracteres vegetativos das folhas. Esses caracteres envolvem a presença ou não de pontuações nos folíolos bem como o número e a forma dos folíolos. Além disso, são considerados também os caracteres florais como o indumento das sépalas, o comprimento das anteras e o indumento do pistilo (Dwyer 1951, 1954).

De algumas espécies desse gênero se extrai o óleo de copaíba e suas resinas dão resistência e estabilidade em vernizes, tintas e lacas (Lewis 1987). O óleo tem sido investigado na produção de novas drogas, inclusive anti-tumoral (Basile *et al.* 1988, Ohsaki *et al.* 1994, Paiva *et al.* 1998, Cascon & Gilbert 2000) e é utilizado como cicatrizante e no tratamento de bronquites, hemorróidas e diarreia crônica (Dwyer 1951).

No curso de um tratamento taxonômico das espécies extra-amazônicas de *Copaifera*, uma nova espécie foi encontrada sendo aqui descrita e ilustrada.

### ***Copaifera sabulicola* J.A.S. Costa & L.P. Queiroz, sp. nov.**

**Tipo:** BRASIL. BAHIA: Barreiras, ca. 40 km W de Barreiras na BR 242, 12°05'S, 45°22'W, 09.VI.1994, bot. e fl., L.P. de Queiroz & N.S. Nascimento 4107 (holótipo HUEFS; isótipos CEPEC, IAN, K, MBM, NY, RB, SP). Figura 1.

*Copaifera rondonii* F.C. Hoehne affinis sed foliis 2-3-jugatis, sessilibus vel petiolatibus, petiolo nullo vel usque ad 12 mm longo, foliolis petiolulatis, ellipticis-oblongis, paniculis folium brevioris, floribus pedicelatis diagnoscenda.

Arbusto ou raramente árvore 1-4 (-8) m alt. Estípulas membranáceas, ovais, glabras, 4-6 x 3-4 mm na porção mais larga. Folhas geralmente, sésseis, pecíolo, quando presente, 1,0-6,0 (-12) mm compr., pubérulo a glabro; raque pubérula a glabra, (1-) 1,5-5,5 (-7) cm compr.; folíolos (1-) 2-3 pares (no mesmo espécime), opostos a subopostos (raramente os medianos são alternos), peciolulados, peciólulo 1-2 (-3) mm, coriáceos; lâmina (2,5-) 3-7,5 (-8,5) cm, elíptico-oblonga, as distais raramente obovais, base simétrica a levemente assimétrica, obtusa ou levemente aguda, ápice obtuso e emarginado, face adaxial glabrescente, face abaxial glabra, nervura principal glabra em ambas as faces; pontuações translúcidas presentes, distribuídas uniformemente na lâmina. Panículas axilares, geralmente menores que as folhas; pedúnculo pubérulo ou glabro, (4-) 6-12 (-13) cm compr.; ramos secundários em nº de (6-) 7-12 (-14). Botão floral oval, ápice agudo, 2-4 x 2-4,5 mm. Flores pediceladas, pedicelo (0,5-) 1-1,5 mm compr.; sépalas 4, mais ou menos iguais entre si, a mais larga oval-elíptica, 4,5-5 x 2,5-3 mm, as demais elípticas, 4,5-5 x 2-2,5 mm, todas as sépalas agudas, glabras externamente e hirsutas internamente; estames (8-) 10, filetes (5-) 7-8 mm compr., anteras (1-) 1,2-1,5 x 1 mm, tecas não apiculadas, mas o conectivo pode formar um pequeno apêndice apical; ovário estipitado, estípite 0,5-0,8 mm compr., hirsuto, ovário oblongo-orbicular, 1-2 x 0,5-1,5 mm, hirsuto na base e na margem, glabro no centro. Legume curtamente pedicelado, pedicelo 1-2 (-3) mm compr. e estipitado, estípite às vezes pubescente, 2-4 (-8) mm compr.; valvas coriáceas, elíptico-orbitulares, 2-2,6 x 1,7-2,2 cm, castanhas a nigrescentes quando secas, margens glabras ou raramente pubescentes. Sementes pretas, oblongo-orbitulares, 8-10 x 6-7 mm; arilo alaranjado a vermelho, cobrindo ca. 3/4 da semente.

**Parátipos:** BRASIL, BAHIA: Barreiras, km 87 Rod. Barreiras-Ibotirama, 10.II.1991, fr., *B.A.S. Pereira et al. 1571* (IBGE, NY, RB, UB); Caetité, 14 km N de Caetité em direção a Mamiáçu, 13°53'S, 42°27'W, 12.VI.2005, fr., *E.B. Miranda et al. 771* (HUEFS); Correntina, fazenda Jatobá, entre 13° e 14°S, entre 45°45' e 46°15', III.1991, fr., *L.G. Viollati et al. 163* (IBGE, K); fazenda Jatobá, entre 13° e 14°S, entre 45°45' e 46°15', 19.XI.1991, bot. e fl., *J.W.B. Machado & L.G. Viollati 315* (IBGE, K, RB, SFV); 12 km N de Correntina na estrada para Inhaúmas, 13°15'S, 44°40'W, 28.IV.1980, fr., *R.M. Harley et al. 21886* (CEPEC, K); estrada para Mucambo, 13°18'53"S, 44°38'23"W, 15.VII.2003, fr., *J. Costa et al. 418* (HUEFS); Cocos, estrada para Itaguari, 14°12'S, 44°33'W 16.V.2001, fr., *F. França et al. 3570* (HUEFS); Mucugê, estrada de Guiné para Palmeiras, 12°45'S,



41°30'W, 20.VI.2005, fr., *D. Cardoso & A.A. Conceição 594* (HUEFS); estrada Palmeiras-Guiné, 12°39'S, 41°33'W, 18.VI.2005, fr., *P.D. Carvalho & A.A. Conceição 96* (HUEFS); São Desidério, ca. 2 km da vila Roda Velha, 12°42'20"S, 45°48'50"W, 07.XI.1997, bot. e fl., *M. Aparecida da Silva et al. 3504* (IBGE, EAC, MO, NY, RB); a 31 km de Estiva em direção a Roda Velha, 15.X.1989, bot. e fl., *B.M.T. Walter et al. 499* (IBGE); estrada de chão entre Roda Velha e Estiva, 7.XI.1997, bot. e fl., *R.C. Mendonça et al. 3223* (IBGE, NY); 12°28'S, 45°12'W, 10.IV.1989, fr., *A.O. Scariot et al. 497* (IBGE, CEN, INPA, RB); Seabra, em direção a Alagadiço, próximo a BR 242, 12°27'12"S, 41°55'30"W, 21.III.1980, fr., *J.E. Brazão 182* (HRB). MINAS GERAIS: Formoso, Parque Nacional Grande Sertão Veredas, 15°25'30"S, 45°53'47"W, 2.XII.1997, bot. e fl., *M. Aparecida da Silva et al. 3663* (IBGE, NY, RB)

*Copaifera sabulicola* (do Latim: *sabulosus* = crescendo em locais arenosos) é provavelmente endêmica do cerrado do centro-oeste da Bahia e extremo norte de Minas Gerais, ocorrendo em solo com textura arenosa, especialmente de areias quartzosas brancas. Floresce de outubro a dezembro e frutifica de fevereiro a julho.

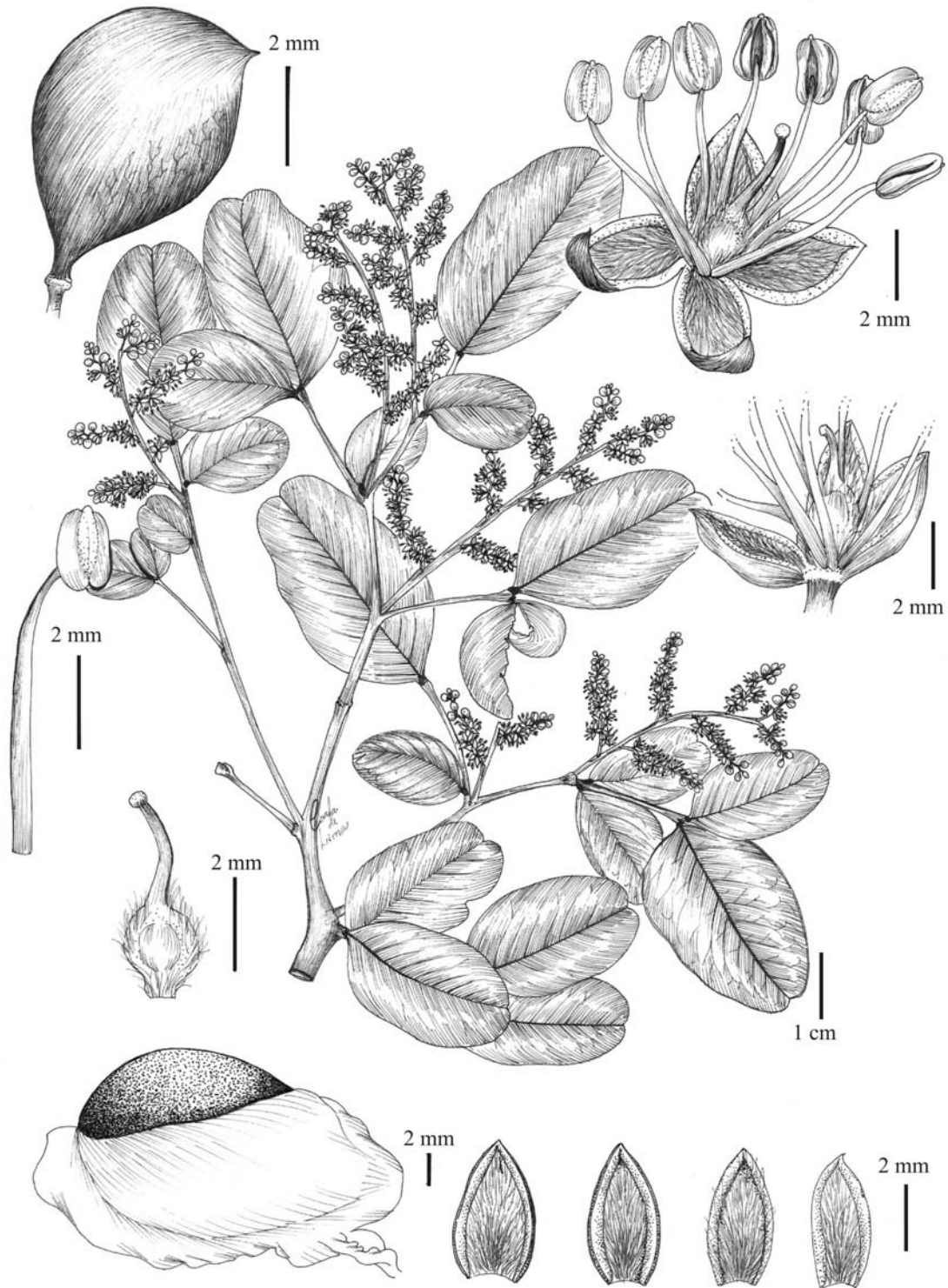
*Copaifera sabulicola* é distinta de todos os demais táxons incluídos em *Copaifera* por apresentar uma combinação de caracteres tais como, ramos, folhas e folíolos glabros a glabrescentes, raramente pubérulo; folhas geralmente sésseis a pecioladas (no mesmo espécime), folíolos em (1)-2-3 pares com ápice obtuso e emarginado e pontuações translúcidas presentes em toda a lâmina; flores e frutos em geral pedicelados. Esta espécie assemelha-se mais a *Copaifera rondonii* F.C. Hoehne da qual difere por apresentar folhas geralmente sésseis ou com pecíolo ca. 1-6 (-12) mm compr, folíolos peciolulados (ca. 1-3 mm compr.) e inflorescências menores ou iguais ao tamanho das folhas, enquanto *C. rondonii* apresenta folhas com pecíolo ca. 2 cm compr., folíolos sésseis e inflorescências duas a três vezes maiores que as folhas.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos curadores dos herbários aqui citados pelo empréstimo do material durante o desenvolvimento do estudo; à desenhista Carla de Lima pelas ilustrações. Esse projeto foi parcialmente financiado através de auxílio financeiro da FAPESB (processo n° 1431040045982). Bolsa de doutorado da CAPES ao primeiro autor e bolsa de produtividade em pesquisa do CNPq ao segundo autor.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bentham, G. 1870. Leguminosae II et III. Swartzieae, Caesalpinieae, Mimoseae - tribus XVII. Cynometreae. *In*: Martius, C.F.P. von (ed.). *Flora brasiliensis* 15(2): 239-248.
- Basile, A.C.; Sertié, J.A.A.; Freitas, P.C.D. & Zanini, A.C. 1988. Anti-inflammatory activity of oleoresin from brazilian *Copaifera*. *Journal of Ethnopharmacology* 22: 101-109.
- Cascon, V. & Gilbert, B. 2000. Characterization of the chemical composition of oleoresins of *Copaifera guianensis* Desf., *Copaifera duckei* Dwyer and *Copaifera multijuga* Hayne. *Phytochemistry* 55: 773-778.
- Dwyer, J.D. 1951. The Central American, West Indian, and South American species of *Copaifera* (Caesalpinioideae). *Brittonia* 7(3): 143-172.
- Dwyer, J.D. 1954. Further Studies on the New World Species of *Copaifera*. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 81(3): 179-187.
- Lewis, G.P. 1987. *Legumes of Bahia*. Royal Botanic Gardens, Kew. 369p.
- \_\_\_\_\_, G.P.; Schrire, B; Mackinder, B. & Lock, M. 2005. *Legumes of the world*. Royal Botanic Gardens, Kew. 577p.
- Ohsaki, A.; Yan, L.T.; Ito, S.; Edatsugi, H.; Iwata, D. & Komoda, Y. 1994. The isolation and *in vivo* Potent Antitumor Activity of Clerodane Diterpenoid from the Oleoresin of the Brazilian Medicinal Plant, *Copaifera langsdorffii* Desfon. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 4(24): 2889-2892.
- Paiva, L.A.F.; Rao, V.S.N.; Gramosa, N.V. & Silveira, E.R. 1998. Gastroprotective effect of *Copaifera langsdorffii* oleo-resin ou experimental gastric ulcer models in rats. *Journal of Ethnopharmacology* 62: 73-78.



**Figura 1.** *Copaifera sabulicola* J.A.S. Costa & L.P. Queiroz: a - ramo com inflorescência; b-c - flor; d - estame; e - pistilo; f - sépalas em vista adaxial; g - fruto; h - semente com arilo. Escalas: a, g: 1 cm; b-f, h: 2 mm (a-f: *Aparecida da Silva*. 3504; g-h: *F. França* 3570).

## APENDICE II

**Este documento está organizado para publicação no Kew Bulletin**

Lectotypification and nomenclatural notes in *Copaifera* L.  
(*Leguminosae-Detarieae*)

J. A. S. COSTA<sup>1, 3</sup> & L. P. QUEIROZ<sup>2</sup>

**Summary:** Current studies extra Amazonian species of *Copaifera* revealed some nomenclatural problems. We choose lectotypes for *C. cearensis* Huber ex Ducke and *C. cearensis* var. *arenicola* Ducke among the syntypes, while we propose to lectotypify *C. langsdorffii* Desf. with its original plate. Comments are made about the correct spelling of the specific epithet of *C. langsdorffii* and aspects regarding the correct typifying of *C. elliptica* Mart. and *C. luetzelburgii* Harms are clarified.

**Key words:** *Leguminosae*, *Copaifera*, nomenclature, lectotypification, taxonomic notes.

---

<sup>1</sup> Universidade Federal da Bahia (UFBA). Instituto de Ciências Ambientais e Desenvolvimento Sustentável, Colegiado de Ciências Biológicas. Rua Prof. José Seabra, s/n. 47.800-000. Barreiras, Bahia, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). Departamento de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Botânica - Herbário. BR 116 - Km 03, Campus Universitário. 44.031-460. Feira de Santana, Bahia, Brasil.

3. Author for correspondence (jascosta@yahoo.com.br)

## Lectotypification

**Copaifera cearensis** Huber ex Ducke, Anais Acad. Bras. Ciências, 31(2): 85 (1959).

Lectotype (designated here): **BRAZIL**. Ceará: Fortaleza, “in relictis silvae semideciduae collinae loci Giboia, florif.”, 14 Fev. 1955, *Ducke* 2446 (lectotype RB; isolectotypes K!, [photo HUEFS!]). Remaining syntypes: Ceará: Fortaleza, “in relictis silvae semideciduae collinae loci Giboia, fructibus matures”, 7 Jun. 1955, *Ducke* 2446 (RB, K!); same locality, 17 Jun. 1946, *P. Bezerra* s.n. (EAC!); [Maranguape], “Serra da Aratanha prope Maranguape”, Aug. 1955, *P. Bezerra* s.n. (EAC!); [Baturité], “Serra de Baturité circa Guaramiranga, fructibus immaturis”, 23 April 1909, *Ducke* 1477 (MG; RB); same locality, *Ducke* 1582 (MG); same locality, *Ducke* 2082 (MG); same locality, *Pe. José Eugenio S. J.* 616 (MG); Crato, “Serra de Araripe, chapada, fructibus maturis”, Sept. 1955, *P. Botelho* s.n. (MG); [Ubajara], “Serra Ibiapaba prope Ubajara”, *F. J. Matos* s.n. (MG). Bahia: “Gruva(?), fructibus immaturis”, Aug. 1912, *Zehntner* 292 (MG; RB)

Ducke (1959) described *Copaifera cearensis* based on an unpublished name proposed by Huber for plants collected by Ducke himself in Ceará State. In the protologue, Ducke (1959) cited, among other specimens, “Ducke 2446 floribus 19-II-1955, fructibus maturis 7-VI-1955, speciei typus”, therefore linking the name *Copaifera cearensis* to this specimen. However, this specimen corresponds to two different collections made within an interval of almost four months. In order to avoid misinterpretations on species circumscription, we are lectotypifying *Copaifera cearensis* with the flowered specimen. This specimen has better preserved leaves and for this reason is more informative for Ducke’s (1955: 86) original proposal since he diagnosed it as “A specie affini *C. langsdorffii* diffect praesartim foliolis 2-3-jugis”.

**Copaifera cearensis** Huber ex Ducke var. **arenicola** Ducke, Anais Acad. Bras. Ciências, 31(2): 87 (1959). Lectotype (designated here): **BRAZIL**. Ceará: Fortaleza, “in sabulosis altis prope Barra do Cocó (ad orientem urbis), in silva ‘Mata do Diogo’, florif.”, 14 Nov. 1954”, *Ducke* 2368 (Lectotype RB, isolectotypes K! [photo HUEFS!]).

Ducke (1959) described in the same paper *Copaifera cearensis* and the variety *arenicola*. He cited five specimens but did not designate none of them as the type. Therefore, based

in Arts. 9.2 and 9.10 of the International Code of Botanical Nomenclature (Greuter *et al.* 2000), we here chosen as lectotype of *Copaifera cearensis* var. *arenicola* Ducke the specimen *Ducke* 2368, collected at 14 Nov.1954 in Mata do Diogo, Barra do Cocó, Ceará State.

***Copaifera langsdorffii*** Desf., Mém. Mus. Hist. Nat. Paris, 7: 377-378, Pl. 14 (1821).  
Lectotype (designated here): Desfontaines' Original drawing (Plate 14) in Library of Muséum National d'Histoire Naturelle (Paris) [Reproduction printed in Mém. Mus. Hist. Nat. Paris, 7: 377-378, Pl. 14 (1821)].

Protologue: "Brazil": without locality, date or collector/collection number.

*Copaifera langsdorffii* was originally described by R.L. Desfontaines (1821) without designation of a type. We could not find any specimen related to the original material, any material determined by Desfontaines or any of Langsdorff's collection, after search at B, BM, BR, G, K, M, MO, NY, P, U, and US. Therefore we designate the illustration in the *Mémoires du Muséum d'Histoire Naturelle Paris* (Plate 14) in Library of Muséum National d'Histoire Naturelle (Paris) as the lectotype for the name *Copaifera langsdorffii* Desf., based in Greuter *et al.* (2000), Arts. 9.2 and 9.10.

There is also some confusion regarding the correct spelling of this name. Desfontaines (1821) clearly stated that the species was named after the 'General Consul of the Russian Emperor at Rio de Janeiro' at that time, Georg Heinrich von Langsdorff. However, the spelling used in the species heading in Desfontaines' (1821) original publication was "Lansdorff", probably an error of print. However, in the legend of the accompanying plate the name is spelled as "*langsdorffii*", the correct spelling based on the derivation of the name. These two spellings are orthographic variants (Art. 60 and Art. 61; Greuter *et al.* 2000). In this situation, Art. 61.3 determine the name that has to be retained is that which better agree with the Rules and Art. 60 or which was explicitly adopted in an effectively published paper. After Desfontaines' (1821) publication, Sprengel (1825) adopted the spelling "*langsdorffii*" without explicitly rejecting the other as Art. 61.3 (Greuter *et al.* 2000), and, in the same year, Candolle (1825) adopted the name *C. langsdorffii*, introducing this new variant of the epithet name. Later, Hayne (1827) and Bentham (1870) adopted *Copaifera langsdorffii* to Desfontaines' species. Lloyd (1898) was the first to discuss about

spelling “*lansdorfii*”, which he considered as “an error of print in Desfontaines original memoir” and which “was erroneously spelled” since “the species named by Desfontaines in 1821 was in honor of Mr. Langsdorff, the Russian consul general at Rio Janeiro, from whom the specimens were obtained”.

Dwyer (1951) adopted a new spelling, “*langsdorfii*”. He commented about the several misspellings in literature of the specific name and cited “*lansdorfii*”, “*langdorfii*” without to observe the correct orthographic variant commented by Lloyd (1898). Several authors have adopted the name *C. langsdorffii* as is the case of Lloyd (1898), Luetzelburg (1923), Lewis (1987, 1995), Oliveira-Filho & Ratter (1995), Meguro *et al.* (1996), Mendonça *et al.* (2000), Queiroz (2002), Veiga-Jr. & Pinto (2002), Souza *et al.* (2003), Zappi *et al.* (2003), Oliveira-Filho *et al.* (2004). On the other hand, some other authors used the spelling “*langsdorfii*”, such as Kuntze (1891), Dwyer (1951, 1954), Feibert & Langenheim (1988), Ohsaki *et al.* (1994), Richter & Dallwitz (2000). The spelling “*lansdorfii*” is less used even though it appears in the heading of the Desfontaines’ text. Current usage favors *Copaifera langsdorffii* against the others spellings “*langsdorfii*” and “*lansdorfii*” as results (26.200 hits to 10.200 to 161, respectively) of a Google search in June, 2006 on the three names indicate. Therefore, we follow Lloyd (1898) in retain the spelling “*langsdorffii*” against the orthographic variants “*lansdorffii*” or “*langsdorfii*”, according to Art. 61.3 (Greuther *et al.* 2000).

### **Taxonomic notes**

***Copaifera elliptica*** Mart., Herb. Flor. Bras. p. 127 (1837). Type: **BRAZIL**. Mato Grosso: Cuiabá, *Martius Herb. Fl. Bras. n. 205* (Holotype M!; isotypes P, A, [photo F], [photo NY!]).

*Copaifera elliptica* was originally described by Martius (1837) based on the material “Herb. Fl. Brasil. 205”, probably a plant collected by L.Riedel in Mato Grosso and housed at M herbarium. Dwyer (1951) considered the specimen “*Riedel (?) 205*” preserved at A (with photo at F) as the type. Later, Dwyer (1954) cited the specimens “*Riedel (?) 204, 205*” preserved at P as syntypes of *C. elliptica*. Careful examination the original description together with the label of the material housed at M, indicates “*Mart. Herb. Fl. Bras. n. 205*” as the type collection. Therefore, we disagree with Dwyer (1954) proposition of consider the materials “*Riedel 204*” and “*Riedel 295*” as syntypes since the first was not refereed in Martius’ (1837) original publication and we are recognizing “*Martius Herb. Fl.*

*Brasil. 205*", M, as the species' holotype and the materials housed at A and P, labeled as "*Riedel 205*" as isotypes.

***Copaifera luetzelburgii*** Harms, Notiz. Bot. Gart. Berlin, 8: 713 (1924). Lectotype (designated by Ducke): **BRAZIL**. Piauí (*non* Bahia), Zapata de Bom Jesus do Rio Gurgéia [presently Bom Jesus town], Ph. von Luetzelburg, 201 (Lectotype M! selected by Ducke 1959). Remaining syntype: **BRAZIL**. Piauí: Agreste Pussá [probably near to Alvorada do Gurguéia town], 6 Jul. 1912, Ph von Luetzelburg, 1383 (M!, U!).

Protologue: "Brasilien: Bahia (Ph. von Luetzelburg n. 201); Piauí, Agreste Pussa (Ph. von Luetzelburg n. 1383, 1912)".

*Copaifera luetzelburgii* was originally described by Harms (1924) without designation of a type amongst the two cited specimens. Ducke (1959: 88) explicitly referred the specimen *Luetzelburg 201* as the type of the species. However, the original label of this specimen indicates that it was collected in Bahia State, information retained in Harms' (1924) publication. This reference to Bahia was corrected by a later addition on the same label, replacing "Bahia" for "Piauí" and adding the information "Zapata de Bom Jesus de Rio Gurguéia, Agreste".

The itinerary of Lutezelburg's travels favors the interpretation that his material was not collected in Bahia. Luetzelburg traveled to the outskirts of Alvorada do Gurguéia between Colônia do Gurguéia and Alvorada do Gurguéia towns, near to the Anda Só stream in the middle Gurguéia River valley, where he probably collected the first specimen of *Copaifera luetzelburgii*. He went ahead to Bom Jesus town where he made yours second collection of this species, although the collection number is "Luetzelburg 201" while the collection in "Pussá" is "Luetzelburg 1383".

## Acknowledgements

Thanks are due to Cecília O. de Azevedo and Cássio van den Berg for valuable comments and to the Curators of the Herbaria cited on the text for making material available either during study visits on loan. This work was carried out as part of PhD studies in Botany of J.A.S. Costa at Programa de Pós-Graduação em Botânica (UEFS) and it was supported by CAPES and CNPq fellowships.



## References

- Benthams, G. (1870). Leguminosae II et III. Swartzieae, Caesalpinieae, Mimoseae - tribus XVII. Cynometreae. In: C.E.P. von Martius (ed.). Flora Brasiliensis, 15(2): 239 - 248.
- Candolle, A.P. De. (1825). Copaifera. In: Prod. Syst. Nat. Reg. Veg., 2: 509.
- Desfontaines, M. (1821). Observations sur le genre *Copaifera*; description de deux nouvelles espèces qui lui appartiennent. Mèm. Mus. Hist. Nat. Paris. 7: 377 - 378, fig.
- Dwyer, J.D. (1951). The Central American, West Indian, and South American species of *Copaifera* (Caesalpinioideae). Brittonia. 7(3): 143 - 172.
- Dwyer, J.D. (1954). Further Studies on the New World Species of *Copaifera*. Bulletin of the Torrey Botanical Club. 81(3): 179 - 187.
- Feibert, E.B. & Langenheim, J.H. (1988). Leaf resin variation in *Copaifera langsdorfii*: Relation to irradiance and herbivory. Phytochemistry. 27(8): 2527 - 2532.
- Greuter, W., McNeill, J., Barrie, F.R., Burdet, H.M., Demoulin, V., Filgueiras, T.S., Nicolson, D.H., Silva, P.C., Skog, L.E., Thehane, P., Turland, N.J. & Hawksworth, D.L. (2000). International Code of Botanical Nomenclature (Saint Louis Code). Regnum Veg., 138: 1 - 474
- Harley, R.M. (1995). Introdução. In: Stannard B.L., ed. Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. Richmond: Royal Botanic Garden, Kew, pp. 43 - 78.
- Harms, H. (1924). Plantae Luetzelburianae brasilienses III – Leguminosae. Notiz. Bot. Gart. Berlin, 8: 713.
- Hayne, F.C. (1827). *Copaifera*. In: Arzneikunde gebräuchlichen Gewächse, 10: 12 - 23.
- Kuntze, O. (1891). *Copaifera*. In: Rev. Gen. 1: 172.
- Lewis, G.P. (1987). Legumes of Bahia. Royal Botanic Gardens, Kew. pp. 102 - 104.
- Lewis, G.P. (1995). Leguminosae. In: Stannard, B. (ed.). Flora of the Pico das Almas: Chapada Diamantina - Bahia, Brazil, Royal Bot. Gard., Kew, 368 - 394pp.
- Lloyd, J.U. (1898). *Copaifera officinalis*: botanical description and historical notes.[reprinted from] Chicago: The Western Druggist. 5p.
- Luetzelburg, P. von. (1923). Estudo Botânico do Nordeste. Rio de Janeiro: Inspeção Federal de Obras contra as Secas, sér. I-A, 57(1): 1 - 108.

- Meguro, M., Pirani, J.R., Mello-Silva, R. de & Giulietti, A.M. (1996). Caracterização Florística e Estrutural de Matas Ripárias e Capões de Altitude da Serra do Cipó, Minas Gerais. *Bol. Bot. Univ. São Paulo*. 15: 13 - 29.
- Mendonça, R.C. de, Felfili, J.M., Fagg, C.W., Silva, M.A. da, Filgueiras, T.S. & Walter, B.M.T. (2000). Florística da Região do Espigão Mestre do São Francisco, Bahia e Minas Gerais. *B. Herb. Ezechias Heringer, Brasília*, 6: 38 - 94.
- Mendonça Filho, C.V. (1996). Braúna, Angico, Jaracandá e outras Leguminosas de Mata Atlântica: Estação Biológica de Caratinga, Minas Gerais. Belo Horizonte: Fundação Botânica Margaret Mee/Fundação Biodiversitas/AP.EBC/IEF/FZB-BH/SB-MG, 100 p. il.
- Oliveira-Filho, A.T. & Ratter, J.A. (1995). A Study of the Origin of Central Brazilian Forests by the Analysis of Plant Species Distribution Patterns. *Edinb. J. Bot.* 52(2): 141 - 194.
- Oliveira-Filho, A.T., Carvalho, D.A., Vilela, E.A., Curi, N. & Fontes, M.A.L. (2004). Diversity and structure of the tree community of a fragment of tropical secondary Forest of the Brazilian Atlantic Forest domain 15 and 40 years after logging. *Rev. Bras. Bot.* 24(4): 685 - 701.
- Ohsaki, A., Yan, L.T., Ito, S., Edatsugi, H., Iwata, D., Komoda, Y. (1994). The isolation and *in vivo* Potent Antitumor Activity of Clerodane Diterpenoid from the Oleoresin of the Brazilian Medicinal Plant, *Copaifera langsdorfii* Desfon. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*. 4(24): 2889 - 2892.
- Queiroz, L.P. (2002). Distribuição das espécies de Leguminosae na Caatinga. In: Sampaio, E.V.S.B., Giulietti, A.M., Virgínio, J. & Gamarra-Rojas, C.F.L. (eds.). *Vegetação e flora da Caatinga*. Recife: Associação Plantas do Nordeste – APNE; Centro Nordestino de Informações sobre Plantas – CNIP. 176 p. il. pp. 141 - 153.
- Richter, H.G. & Dallwitz, M.J. (2000). ‘Commercial timbers: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. In English, French, German, and Spanish.’ Version: 4th May 2000. <http://biodiversity.uno.edu/delta/>. Citer aussi Dallwitz (1980) et Dallwitz, Paine and Zurcher (1993 onwards, 1995 onwards, 1998) (voir Bibliographie générale).
- Souza, J.S., Espírito-Santo, F.D.B., Fontes, M.A.L., Oliveira-Filho, A.T. & Botazelli, L. (2003). Análise das variações florísticas e estruturais da comunidade arbórea de um

fragmento de floresta semidecídua às margens do Rio Capivari, Lavras-MG. R. Árvore. 27(2): 185 - 206.

Sprengel, C. 1825. *Copaifera*. In: Syst. Veg., 2: 357.

Veiga-Jr., V.F. & Pinto, A.C. (2002). O gênero *Copaifera* L. Quim. Nova, 25(2): 273 - 286.

Zappi, D.C., Lucas, E., Stannard, B.L., Lughadha, E.N., Pirani, J.R., Queiroz, L.P. de, Atkins, S., Hind, D.J.N., Giuliatti, A.M., Harley, R.M. & Carvalho, A.M. de (2003). Lista das Plantas Vasculares de Catolés, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. Bol. Bot. Univ. São Paulo. 21(2): 345 - 398.

# NORMAS PARA PUBLICAÇÃO

REVISTA RODRIGUÉSIA

## NORMAS PARA PUBLICAÇÃO DE TRABALHOS

### INSTRUÇÕES AOS AUTORES

#### Escopo

A *Rodriguésia* é uma publicação quadrimestral do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, que publica artigos e notas científicas, em Português, Espanhol ou Inglês em todas as áreas da Biologia Vegetal, bem como em História da Botânica e atividades ligadas a Jardins Botânicos.

#### Encaminhamento dos manuscritos

Os manuscritos devem ser enviados em 3 vias impressas à:

Revista *Rodriguésia*  
Rua Pacheco Leão 915  
Rio de Janeiro - RJ  
CEP: 22460-030  
Brasil  
Fone: (0xx21) 3204-2519 / 3204-2130

Os artigos devem ter no máximo 30 páginas digitadas, aqueles que ultrapassem este limite poderão ser publicados após avaliação do Corpo Editorial. O aceite dos trabalhos depende da decisão do Corpo Editorial. Todos os artigos serão submetidos a 2 consultores *ad hoc*. Aos autores será solicitado, quando necessário, modificações de forma a adequar o trabalho às sugestões dos revisores e editores. Artigos que não estiverem nas normas descritas serão devolvidos. Serão enviadas aos autores as provas de página, que deverão ser devolvidas ao Corpo Editorial em no máximo 5 dias úteis a partir da data do recebimento. Os trabalhos, após a publicação, ficarão disponíveis em formato digital (PDF, Adobe Acrobat) no site do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro ([http:// www.jbrj.gov.br](http://www.jbrj.gov.br)).

#### Formato dos manuscritos

Os autores devem utilizar o editor do texto Microsoft Word, versão 6.0 ou superior, fonte Times New Roman, corpo 12, em espaço duplo.

O manuscrito deve ser formatado em tamanho A4, com margens de 2,5 cm e alinhamento justificado, exceto nos casos indicados abaixo, e impresso em apenas um lado do papel. Todas as páginas, exceto a do título, devem ser numeradas, consecutivamente, no canto superior direito. Letras maiúsculas devem ser utilizadas apenas se as palavras exigem iniciais maiúsculas, de acordo com a respectiva língua do manuscrito. Não serão considerados manuscritos escritos inteiramente em maiúsculas.

Palavras em latim devem estar em itálico, bem como os nomes científicos genéricos e infragenéricos. Utilizar nomes científicos com-pletos (gênero, espécie e autor) na primeira men-ção, abreviando o nome genérico subsequente-mente, exceto onde referência a outros gêneros cause confusão. Os nomes dos autores de táxons devem ser citados segundo Brummitt & Powell (1992), na obra “Authors of Plant Names”.

Primeira página - deve incluir o título, autores, instituições, apoio financeiro, autor e endereço para correspondência e título abreviado. O título deverá ser conciso e objetivo, expressando a idéia geral do conteúdo do trabalho. Deve ser escrito em negrito com letras maiúsculas utilizadas apenas onde as letras e as palavras devam ser publicadas em maiúsculas.

Segunda página - deve conter Resumo (incluindo título em português ou espanhol), Abstract (incluindo título em inglês) e palavras-chave (até 5, em português ou espanhol e inglês). Resumos e abstracts devem conter até 200 palavras cada. O

Corpo Editorial pode redigir o Resumo a partir da tradução do Abstract em trabalhos de autores não fluentes em português.

Texto – Iniciar em nova página de acordo com seqüência apresentada a seguir: Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão, Agradecimentos e Referências Bibliográficas. Estes itens podem ser omitidos em trabalhos sobre a descrição de novos táxons, mudanças nomenclaturais ou similares. O item Resultados pode ser agrupado com Discussão quando mais adequado. Os títulos (Introdução, Material e Métodos etc.) e subtítulos deverão ser em negrito. Enumere as figuras e tabelas em arábico de acordo com a seqüência em que as mesmas aparecem no texto. As citações de referências no texto devem seguir os seguintes exemplos: Miller (1993), Miller & Maier (1994), Baker et al. (1996) para três ou mais autores ou (Miller 1993), (Miller & Maier 1994), (Baker et al. 1996).

Referência a dados ainda não publicados ou trabalhos submetidos deve ser citada conforme o exemplo: (R.C. Vieira, dados não publicados). Cite resumos de trabalhos apresentados em Congressos, Encontros e Simpósios se estritamente necessário O material examinado nos trabalhos taxonômicos deve ser citado obedecendo a seguinte ordem: local e data de coleta, fl., fr., bot. (para as fases fenológicas), nome e número do coletor (utilizando et al. quando houver mais de dois) e sigla(s) do(s) herbário(s) entre parêntesis, segundo o *Index Herbariorum*.

Quando não houver número de coletor, o número de registro do espécime, juntamente com a sigla do herbário, deverá ser citado. Os nomes dos países e dos estados/províncias deverão ser citados por extenso, em letras maiúsculas e em ordem alfabética, seguidos dos respectivos materiais estudados.

Exemplo:

BRASIL. BAHIA: Ilhéus, Reserva da CEPEC, 15.XII.1996, fl. e fr., R. C. Vieira et al. 10987 (MBM, RB, SP).

Para números decimais, use vírgula nos artigos em Português e Espanhol (exemplo: 10,5 m) e ponto em artigos em Inglês (exemplo: 10.5 m). Separe as unidades dos valores por um espaço (exceto em porcentagens, graus, minutos e segundos).

Use abreviações para unidades métricas do Systeme International d'Unités (SI) e símbolos químicos amplamente aceitos. Demais abreviações podem ser utilizadas, devendo ser precedidas de seu significado por extenso na primeira menção.

Referências Bibliográficas - Todas as referências citadas no texto devem estar listadas neste item. As referências bibliográficas devem ser relacionadas em ordem alfabética, pelo sobrenome do primeiro autor, com apenas a primeira letra em caixa alta, seguido de todos os demais autores. Quando houver repetição do(s) mesmo(s) autor(es), o nome do mesmo deverá ser substituído por um travessão; quando o mesmo autor publicar vários trabalhos num mesmo ano, deverão ser acrescentadas letras alfabéticas após a data. Os títulos de periódicos não devem ser abreviados.

Exemplos:

Tolbert, R. J. & Johnson, M. A. 1966. A survey of the vegetative shoot apices in the family Malvaceae. *American Journal of Botany* 53(10): 961-970.

Engler, H. G. A. 1878. Araceae. In: Martius, C. F. P. von; Eichler, A. W. & Urban, I. *Flora brasiliensis*. Munchen, Wien, Leipzig, 3(2): 26-223.

\_\_\_\_\_. 1930. Liliaceae. In: Engler, H. G. A. & Plantl, K. A. E. *Die Naturlichen Pflanzenfamilien*. 2. Aufl. Leipzig (Wilhelm Engelmann). 15: 227-386.

Sass, J. E. 1951. *Botanical microtechnique*. 2ed. Iowa State College Press, Iowa, 228p.

Cite teses e dissertações se estritamente necessário, isto é, quando as informações requeridas para o bom entendimento do texto ainda não foram publicadas em artigos científicos. Tabelas - devem ser apresentadas em preto e branco, no formato Word for Windows. No texto as tabelas devem ser sempre citadas de acordo com os exemplos abaixo:

“Apenas algumas espécies apresentam indumento (Tabela 1)...”

“Os resultados das análises fitoquímicas são apresentados na Tabela 2...”

Figuras - não devem ser inseridas no arquivo de texto. Submeter originais em preto e branco e três cópias de alta resolução para fotos e ilustrações, que também podem ser enviadas em formato eletrônico, com alta resolução, desde que estejam em formato TIF ou compatível com CorelDraw, versão 10 ou superior.

Ilustrações de baixa qualidade resultarão na devolução do manuscrito.

No caso do envio das cópias impressas a numeração das figuras, bem como textos nelas inseridos, devem ser assinalados com Letraset ou similar em papel transparente (tipo manteiga), colado na parte superior da prancha, de maneira a sobrepor o papel transparente à prancha, permitindo que os detalhes apareçam nos locais desejados pelo autor. Os gráficos devem ser em preto e branco, possuir bom contraste e estar gravados em arquivos separados em disquete (formato TIF ou outro compatível com CorelDraw 10). As pranchas devem possuir no máximo 15 cm larg. x 22 cm comp. (também serão aceitas figuras que caibam em uma coluna, ou seja, 7,2 cm larg.x 22 cm comp.). As figuras que excederem mais de duas vezes estas medidas serão recusadas.

As imagens digitalizadas devem ter pelo menos 600 dpi de resolução.

No texto as figuras devem ser sempre citadas de acordo com os exemplos abaixo:

“Evidencia-se pela análise das Figuras 25 e 26...”

“Lindman (Figura 3) destacou as seguintes características para as espécies...”

Após feitas as correções sugeridas pelos assessores e aceito para a publicação, o autor deve enviar a versão final do manuscrito em duas vias impressas e em uma eletrônica.

## NORMAS PARA PUBLICAÇÃO

### *Scientific Publications*

#### **Journals**

#### ***Kew Bulletin***

### GUIDELINES AND CHECKLIST FOR AUTHORS

#### SCOPE

**Kew Bulletin** (KB) publishes papers in the fields of vascular plant taxonomy, nomenclature, phylogeny, systematics, plant geography, and floristics, and in morphology, palynology, cytotaxonomy, chemotaxonomy, anatomy and other relevant disciplines where the results have implications for vascular plant taxonomy. Florulas, regional Checklists and manuscripts that only describe new distributional records of taxa are not normally considered for publication.

Four parts are published each year, usually in March, June, August and November. A high quality pdf is sent to each author after publication. Offprints may be ordered on request prior to publication but a charge will be made for these. The journal makes no page charges. Manuscripts are considered on the understanding that their contents have not appeared, or will not appear, elsewhere in substantially the same or abbreviated form.

## SUBMISSION OF MANUSCRIPTS

Manuscripts for consideration should be sent to **Mrs Ruth Linklater, Managing Editor, Kew Bulletin, Royal Botanic Gardens, Kew, Richmond, Surrey, TW9 3AB, UK**. Manuscripts must be clearly typed on one side only of A4 (208 x 298 mm) paper. The work should be double spaced, with margins of at least 25 mm on each side. Number all pages. Do not justify text. **Two copies** are required and authors are expected to retain another copy. When posting please include a return address on your envelope in case of non-delivery.

Initial submission may be made as an e-mail attachment to: [kbeditor@kew.org](mailto:kbeditor@kew.org). Please see the 'Illustrations' section below for guidance on submitting illustrations and photographs electronically.

A covering letter or email should be included, with any special instructions and any address changes likely during the months ahead. Phone and fax numbers and an email address for the corresponding author should be provided.

**To speed up the processing of your manuscript please follow this checklist precisely. Failure to do so will result in a delay to publication. Please refer to a recent part of KB (Vol. 59 onwards) for details of the typographic and layout characteristics of KB.**

## FORMAT & LAYOUT

### General

- All text is double spaced and aligned left.
- Titles, authors and headings/subheadings are in Arial (see below for font sizes).
- Footers are in 10 pt Times New Roman.
- All other text is in 12 pt Times New Roman.
- Italics are used for the following: plant names at family level and below (e.g., *Cyperaceae*; sect. *Rotundi*; *Cyperus rotundus*); authority name after the accepted name (e.g., *L., Boeck., Schott, Salunkhe & Potdar*); collector names in specimen citations (e.g., *Kerr 12345*); genes and gene regions (e.g., *rbcL, matK, trnL-F*); *et al.*, *sensu lato*, *sensu stricto*, *loc. cit.*, *tom. cit.*, *op. cit.* Do not italicise any other words, phrases or abbreviations.
- Numbers one to nine are written unless a measurement or in taxonomic descriptions (e.g., four samples, 2 cm, 35 sites, 6 km). Use 0.12 instead of .12; % instead of percent.
- No full stops after common contractions (e.g., Mt, Mts), nor after points of the compass (N, S, NE etc.), nor after abbreviations for units of measurement (e.g., mm, cm, km). Include after other abbreviations (e.g., R., fl., fr.).
- Use subsp., var. and f. for subspecies, variety and form respectively.
- Months are formatted as follows: Jan., Feb., March, April, May, June, July, Aug., Sept., Oct., Nov., Dec. Give the year in full, for example 1991 not /91.
- Distinguish between hyphens, typed without spaces (e.g., brown-tomentose; 3-flowered), and en-rules, typed with spaces (e.g., leaves 24 – 30 x 10 – 15 cm; inflorescences 2 – 3-flowered).
- Tables should be submitted separately, as should captions for illustrations.
- Herbarium codes follow Index Herbariorum (<http://sciweb.nybg.org/science2/IndexHerbariorum.asp>).
- Authors are cited on first mention of plant names in the body of the manuscript at genus level and below.
- Citations of plant name authors follow Brummitt, R. K. & Powell, E. (eds.) (1992). Authors of Plant Names. Royal Botanic Gardens, Kew ([www.ipni.org](http://www.ipni.org)).
- Genus names should be written out in full when they start a sentence.

- Use -ise in words such as recognise or analyse. Check for consistency of use throughout the manuscript.

### **Title**

- The title is in 14 pt Arial.
- The wording should be concise but informative and where appropriate should include the family or higher taxon and a geographical area.
- Plant name authors are normally omitted from the title.

### **Authors**

- Authors are in bold 12 pt Arial and placed below the title.
- Addresses are placed in a footer on page 1.
- Authors' names and addresses are linked by a superscript number, e.g., **J.M. Lock<sup>1</sup>**.

### **Summary**

- Placed below the Authors list.
- The heading 'Summary' is in bold 12 pt Arial on the same line as the text.
- The Summary indicates what the research set out to achieve, how it was carried out and the degree to which the objectives were reached. It should include any authors of plant names omitted from the title, the names of all new taxa described and new combinations unless the number is very large. The methods and main conclusions should also be summarised.

### **Key words**

- Placed below the Summary.
- The heading 'Key Words' is in bold 12 pt Arial on the same line as the text.
- Up to seven key words are provided, in alphabetical order.

### **Contents**

- For longer papers, a contents list below the summary is provided.
- For extensive taxonomic revisions an index to epithets at the end of the paper is provided.

### **Headings**

- Headings and subheadings are in 12 pt Arial.
- Headings are in bold, subheadings are not.
- The hierarchy is sensible and consistent.

### **Keys**

- Keys are either bracketed (preferable) or indented, but couplets should always be numbered.
- A recent issue of KB should be consulted to follow the key layouts used.



## Synonyms

- Homotypic synonyms are listed in chronological order after the accepted name, followed by heterotypic synonyms, also with their respective homotypic synonyms in chronological order.
- New synonyms are clearly marked '**synon. nov.**'.

## Types

- The herbarium in which the holotype is deposited is cited, as required by the International Code of Botanical Nomenclature (ICBN).
- Herbaria that are definitely known to hold isotypes are listed.
- If applicable, lectotypes, neotypes or epitypes that are being designated ('chosen here') are indicated as such, or have been chosen before by giving a reference: 'Papua, Boridi, Carr 12345 (lectotype K! (selected by Bloggs 1977); isolectotypes BRI, L!).'
- If applicable, the reasons why lectotypes, neotypes and epitypes have been selected and the reasons for selecting a particular specimen are explained.
- If applicable, type specimens have been seen and are cited for new combinations.

## Citation of specimens

- For new taxa, all the material seen is cited.
- Only those label data that add significantly to localising the collection or to field knowledge are cited.
- Label data are normally translated into English, but data for types can be left in the original language.
- It may be unwise to give precise localities for rare and horticulturally interesting taxa. This factor should be considered when citing label data.
- If appropriate the number of collections examined is stated, and at least one specimen from each country in the range of the taxon is cited. In cases of long-standing confusion, there may be a case for citing all specimens, but reduce detail to a minimum.
- Either an exclamation mark (!) is used to show that a specimen has been seen, or it is stated in the introduction that "All cited specimens have been seen by the author".
- Spellings of place names follow the Times Atlas (2003 edition if possible) and/or Hollis, S. & Brummitt, R. K. (1992). World Geographical Scheme for Recording Plant Distributions. Hunt Institute for Botanical Documentation, Pittsburgh, has been consulted.
- Normally accepted English usage place names are cited e.g., Ghana (not Gold Coast), Zimbabwe (not Rhodesia), Thailand (not Muang Thai), Brazil (not Brasil), Congo (Brazzaville), Congo (Kinshasa), Myanmar (Burma), Madagascar (not Malagasy Republic), Sicily (not Sicilia), New Guinea (for the whole island - the eastern part is Papua New Guinea and the western part, West Papua).
- Old names of localities, as used on old labels, may be given with the modern equivalent in square brackets e.g., Stanleyville [Kisangani]; Salisbury [Harare].
- Distances should be cited in metres or kilometres not feet, yards or miles. The original non-metric label data may be given in square brackets.
- Altitudes are cited in metres to the nearest 50 m. Altitudes in feet on labels are converted to the nearest 50 m. The original label altitude may be given in square brackets.
- Latitude and longitude (in this order) are cited for obscure localities.

### Format and layout of accounts of new taxa

- New taxa accounts are laid out in the [format shown in the attached file](#) (word doc). Note the positions of indents and use of spaces, Arial/Times fonts, bold and italics.
- Latin diagnoses compare the new taxon with one or more related taxa, with or without brief Latin descriptions.
- In large genera the diagnosis mentions the infrageneric group to which the new taxon belongs, if such groupings exist. No more than three authority names should be cited after the plant name.
- The full description is in English.
- Types of new species are cited in abbreviated form after the diagnoses and repeated in full amongst the cited specimens.
- Wherever possible conservation ratings are given using the criteria set out in IUCN (2001). IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK ([www.redlist.org/info/categories\\_criteria2001.html](http://www.redlist.org/info/categories_criteria2001.html)).

### Format and layout of accounts of taxa in revisions

- **Please follow carefully the new format adopted from Volume 60 onwards**
- Taxon accounts in revisions are laid out in the [format shown in the attached file](#) (word doc). Note the positions of indents and use of spaces, Arial/Times fonts, bold and italics.
- Name, authority, year and place of publication are cited as, e.g., '**Mapania meditensis** D.A. Simpson (1992: 42)' for an accepted name or '*Hypolytrum soyauxii* Boeck. (1882: 25)' for a synonym. The full publication is then cited once in the 'References' section.
- Conservation ratings are given wherever possible.
- When making new combinations or new names, the name, authority, abbreviated literature reference, page number and date are cited for the basionym or replaced synonym as, e.g. *Mapaniopsis micrococca* T. Koyama in Jap. J. Bot. 20(2): 130 (1969). The full publication is cited in the 'References' section.

### Data

- All DNA sequences are deposited in one of the international nucleotide sequence databases, either EMBL ([www.ebi.ac.uk/embl/](http://www.ebi.ac.uk/embl/)) or GenBank ([www.ncbi.nlm.nih.gov/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/)).
- For phylogenetic analyses, character state distributions, consistency index, retention index (where appropriate) and a recognised measure of support for clades (e.g., bootstrap values, decay indices ["Bremer support"], jackknife, etc.) are provided.
- Voucher specimens documenting sources of morphological and molecular data are listed.

### References

- Abbreviated literature references cited in the text have the following formats depending on the context: Bloggs (1962), Bloggs (1962: 234), (Bloggs 1962), (Bloggs 1962: 234), (Bloggs 1962; Another 1976).
- For papers with more than two authors, '*et al.*' is used. All authors are cited in the 'References' section.
- The following are used within reason: *loc. cit.* [same work, same volume, same page]; *tom. cit.* [same work, same volume, different page - give page number]; *op.cit.* [same work; different volume; different page - give volume and page numbers].
- Full literature references are cited in various example formats as follows:

Dransfield, J. (1989). *Voanioala (Arecoideae: Cocoeae: Butinae)*, a new palm genus from Madagascar. *Kew Bull.* 44: 191 – 198.

Li, H. (1979). *Arisaema*. In: C. Y. Wu & H. Li (eds), *Flora Reipublicae Popularis Sinicae* 13 (2): 116 – 194 (in Chinese).

Gentry, A. H. (1986). Endemism in tropical versus temperate plant communities. In: M. E. Soulé (ed.), *Conservation Biology - The science of scarcity and diversity*, pp. 153 – 181. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, USA.

Prance, G.T. (1989). *Chrysobalanaceae*. *Flora Neotrop. Monogr.* 98.

Uhl, N.W. & Dransfield, J. (1987). *Genera Palmarum: a classification of palms based on the work of H. E. Moore Jr.* The L. H. Bailey Hortorium and the International Palm Society, Lawrence, Kansas, USA.

- Page numbers are separated by an en-rule plus spaces (i.e., 1 – 2 not 1-2).
- Part numbers of volumes are not included unless the parts are separately paginated.
- Family and species are italicised in references, whether or not they were in italics in the original reference.
- The total numbers of pages in single works are not included.
- Book abbreviations follow Stafleu, F.A. & Cowan, R.S. (1976 – 1988). *Taxonomic Literature*. (2nd ed.) Bohn, Scheltema & Holkema, Utrecht. Later Supplements are also available. Note that KB capitalises most words. If in doubt, do not abbreviate.
- Journal abbreviations follow Bridson, G. D. R., Townsend, S. A., Polen, E. A. & Smith, E. R. (2004). BPH-2. Periodicals with botanical content. Constituting a second edition of *Botanico-Periodicum-Huntianum*. Vols 1 & 2. Hunt Institute for Botanical Documentation, Carnegie Mellon University, Pittsburgh. The principles therein should allow the correct abbreviations to be made for journals not included. If in doubt, do not abbreviate.
- Kew Bulletin up to and including 1941 is cited as (for example): *Bull. Misc. Inform., Kew* 1929: 16 – 28.. From Vol.1 (1946) it is cited as (for example): *Kew Bull.* 44: 601 – 680. Note that this is not as in BPH. [A useful website for searching both book and journal abbreviations is [http://cms.huh.harvard.edu/databases/publication\\_index.html](http://cms.huh.harvard.edu/databases/publication_index.html)].

### **Acknowledgements**

- These are kept brief. The full title of any institute which has an accepted Index Herbariorum Code is not given.

### *ILLUSTRATIONS*

- All taxa newly described in the manuscript should be accompanied by a good quality line drawing.
- The KB printed area is 230 x 165 mm (to include the caption).
- Line drawings and maps in Indian ink are drawn on smooth white card or plastic film, one-third larger than they are to appear. No illustration or map has its longest dimension greater than 306 mm long before reduction. Figures are clearly labelled. Lettering and scale bars are clearly indicated on a good-quality photocopy (these will be added electronically after the original is scanned). When lettering figures, "I" or "O" are not used).
- Photographs ('Plates') for continuous tone reproduction are of the highest quality. They show good tonal range and are absolutely sharp. They are either at the final size or slightly larger. Two copies of each are required. Good photocopies will suffice for the review process, but transparencies or sharp prints are needed for reproduction. In composite 'plates' the individual photographs will be butted together unless that would create confusion, in which case a white space will be interposed. It is usually simpler and quicker for composite plates to be made up electronically at Kew, but a clear mock-up must be provided.
- Line drawings and photographs may be submitted electronically in the following formats. Line drawings: 1200 dpi TIFF files to KB printed area (230 x 165 mm); photographs: 300 dpi Black and White TIFF files at half the KB page width

(165 mm). Submission on CD is preferred. Please contact the [Managing Editor](#) if you wish to submit as an email attachment.

- Line drawings and plates are numbered in one sequence as figures (Fig. 1, etc.); maps are numbered separately (Map 1, etc.). Scale bars are put on the illustration and the scale bar measurement is written in the caption (e.g. scale bar = 1 mm). Full- or part-page illustrations are acceptable. Captions are brought together on a separate sheet.
- All illustrations and parts of composite artwork are referred to in the text.
- Colour illustrations are included only in special cases. Advance notice is required for their inclusion and a charge may be made. Please contact the [Managing Editor](#) for further information.

#### *PROOFS*

Proofs are usually sent to the first-named author. However, where one of the co-authors (but not the first author) is based at Kew then the proofs will be sent to the Kew-based author unless an alternative arrangement is requested. Please return proofs promptly, marked clearly (not in pencil). Ensure the marking is comprehensible; practices vary widely in different countries. Overseas authors should advise us of corrections by e-mail or fax if possible. Nominate someone else to deal with proofs if you expect to be away at the time of their arrival. Please advise us if you are in doubt as to the quality of illustration proofs.

## NORMAS PARA PUBLICAÇÃO

### Systematic Botany

#### CHECKLIST FOR PREPARATION OF MANUSCRIPTS AND ILLUSTRATIONS

October 2006

download [pdf](#) document, check items in the interactive fields,  
and submit either as hard copy or electronic document with your manuscript

Check items (X = done; 0 = n.a.), rename file (e.g., Smith Checklist.pdf),  
and submit with manuscript

#### I. GENERAL INSTRUCTIONS

Membership in ASPT is required for at least one author from date of manuscript submission through to publication. Not a member? Contact the ASPT Business Office to join now ([aspt@uwo.edu](mailto:aspt@uwo.edu)).

Consult current issues for guidance on format

Read Information for Authors on inside back cover of most recent issue or the web site.

Double-space throughout. Do not use justified right margin.

Use line numbering to facilitate reviews of electronic manuscripts (do not use on final manuscript).

Font formatting in manuscript corresponds to that used in the journal (e.g., *italics* for genus and species names; Large and Small Capitals for primary headings, author names in literature cited, author names and short title on title page; **bold italics** for second level headings, etc.).

Do not italicize common Latin words or phrases (e.g., et al., i.e., sensu, etc.).

Include surname(s) of author(s) and page number as a header on all manuscript pages.

Assemble manuscript in this order: 1) Title page, 2) Abstract page, 3) Text, 4) Literature Cited, 5) Tables, 6) Appendices, if any, 7) Figure legends, 8) Figures.

Do not staple the manuscript.

## II. TITLE PAGE (PAGE 1)

Running head 6-8 lines below top of page, in all capital letters, no italics, and right justified. Include author(s) surname(s), colon, and a short title (total characters including spaces must not exceed 50).

Center title, in upper and lower case, bold. Omit authors of scientific names. Include family in parentheses unless the genus is the type for the family.

Below title, list all author names in large and small capitals in one centered paragraph. Author names are followed by author addresses starting on next line. Each address is a separate, centered paragraph. Addresses are written out in full without abbreviation. Include country in address, including those in the U.S.A.

Use superscript numbers following author names and preceding addresses to associate each author and the appropriate address. Superscript number(s) following author(s) name(s) are also used to indicate any new addresses. New addresses are numbered sequentially after all author primary addresses.

Author for correspondence may be designated using a superscript number. The "Author for correspondence" follows on a new line following author addresses and should be the final superscript number used. Include email address in parentheses.

## III. ABSTRACT PAGE (PAGE 2)

Abstract must be one paragraph.

Do not cite references, taxonomic authorities, or use abbreviations in the abstract.

Be concise (usually not more than 200 words), but include brief statements about the paper's intent, materials and methods, results, and findings.

Indicate new taxonomic names and new combinations in boldface.

Below abstract, as a separate paragraph, include up to six, non-title keywords (or short phrases such as 'adaptive radiation') in alphabetical order, separated by commas, and with a period following the final term. This section should begin with 'Keywords:' in bold, large and small capital letters. The keywords themselves should not be in bold and not use small caps. For example, **Keywords:** Adaptive radiation, chloroplast DNA, nuclear nitrate reductase gene, phylogeography, *Ulnus*.

## IV. TEXT (PAGE 3, ETC.)

Cite each figure and table in the text. Organize text, as far as possible, so that they are cited in numerical order. Use "Figure" only to start a sentence; otherwise, "Fig." or "Figs."

Use these abbreviations without spelling out or punctuation: hr, min, sec, yr, mo, wk, d, diam, m, cm, mm,  $\mu\text{m}$ ; designate temperature as 30°C.

Write out other abbreviations first time used in the text; abbreviate thereafter. "Transmission electron microscopy (TEM) was used...."

Numbers: Write out one to nine unless a measurement or in taxonomic descriptions (e.g., four samples, 3 mm, 35 sites, 6 yr). Use 1,000 instead of 1000; 0.13 instead of .13; % instead of percent.

Each reference cited in the text must be listed in Literature Cited section, and vice versa.

Literature citations in the text are as follows:

One author- Jones (1990) or (Jones 1990). Note- no comma used.

Two authors- Jones and Jackson (1990) or (Jones and Jackson 1990). No comma used.

Three or more authors- Jones et al. (1990) or (Jones et al. 1990). No comma used.

Jones and Smith (in press) or (Jones and Smith, in press)

J. Jones (unpubl. data); J. Jones (in mss.); (J. Jones, pers. obs.); or J. Jones (pers. comm.)

Within parentheses, use a semicolon to separate different types of citations (Fig. 4; Table 2) and (Felix and Smith 1988; Jones and Anderson 1989). Cite several references within parentheses by year, with the oldest one first.

Main headings are large and small capital letters and centered on one line. The following are typical main headings: Materials and Methods, Results, Discussion, Taxonomic Treatment (no Introduction, Conclusion, or Summary sections). Summary or conclusions must be incorporated in discussion.

Second level headings are ***Bold Italics*** with normal indentation. Capitalize first letter of each word. Headings are followed by a period.

Third level headings are Large and Small Capitals followed by a period, with normal indentation. Taxonomic authorities should be cited for all taxon names at generic rank and below at their first usage in the text, or referenced in a table.

Acknowledgements follows discussion section. Style is same as third level heading (large and small capitals followed by period, indent first line).

## **V. TAXONOMIC TREATMENT**

For nomenclatural matter (i.e., synonymy, typification) use one paragraph per homotypic basionym (see recent Syst. Bot. or Regnum Veg. 58:39-40. 1968). Heterotypic basionyms are in separate paragraphs.

New names and new combinations should be in bold. All other names of accepted taxa should be in large and small capitals. Names of synonyms are italicized in upper and lower case.

Use *Authors of Plant Names* (Brummitt and Powell 1992, Royal Botanic Gardens, Kew) for authors of botanical names. May be provided in a table if all relevant names are listed (e.g., table of voucher specimens).

References cited only as part of nomenclatural matter and not elsewhere are not included in literature cited; use TL-2 for abbreviations.

Use *Index herbariorum* for designations of herbaria.

If specimens are cited, use the following forms:

TYPE: MEXICO. Nuevo León: 24 km S of San Roberto Jct., 26 Sep 1970, *Turner 6214* (holotype: TEX!; isotype: UC!).

***Representative Specimens Examined.*** U.S.A. Michigan: Lapeer Co., along Flint River, 1.5 mi NE Columbiaville, 5 Jul 1955, *Beal s.n.* (NCSC). Ohio: Wood Co., just W Scotch ridge, 7 Jun 1955, *Beal 1073* (US).

Each country begins a new paragraph.

Descriptions of new taxa (species and below) should include the following: 1) an illustration (line drawing) clearly showing the diagnostic characters, 2) a comparison with related (or sympatric, or similar) taxa in a dichotomous key or table, and 3) a discussion of the characteristics, ecology, geography, or reproductive biology, etc. that are the basis for its distinctiveness.

Abbreviate subspecies as subsp.

## VI. LITERATURE CITED

(Continue page numbering, include in same file as text. Not a separate file.)

Verify all entries against original sources, especially journal titles, volume and page numbers, accents, diacritical marks, and spelling in languages other than English. Capitalize all nouns in German.

Cite references in strict alphabetical order by first author's surname. References by a single author precede multiauthored works by same senior author, regardless of date. Of those multiauthored works, 1) references with two authors precede all other multiauthored works and are listed in alphabetical order, and 2) references with three or more authors are listed in alphabetical order of authors, regardless of the number of authors involved.

List works by the same author(s) chronologically, beginning with earliest date of publication.

Use a long dash when the author(s) is/are the same as in the immediately preceding citation. "In press" citations must have been accepted for publication and the name of the journal or publisher included.

Insert a period and space after each initial of an author's name.

Leave one space between the colon following the volume number and the page number(s).

WRITE OUT JOURNAL TITLES IN FULL USING ITALICS FONT. Do not use abbreviations.

Write author's names in large and small capitals. The word "and" joining three or more authors should be in lowercase letters.

Examples of books, edited volumes, and special cases:

Kim, S.-C., D. J. Crawford, J. Francisco-Ortega, and A. Santos-Guerra. 1996. A common origin for woody *Sonchus* and five related genera in the Macaronesian islands: molecular evidence for extensive radiation. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 93: 7743-7748.

Specht, C. D. and D. W. Stevenson. In press. A new generic taxonomy for the monocot family Costaceae (Zingiberales). *Taxon*.

Smith, C. F. 1998. *A flora of the Santa Barbara region, California*. Ed. 2. Santa Barbara: Santa Barbara Botanic Garden.

Nooteboom, H. P. 2003. Symplocaceae. Pp. 443–449 in *The families and genera of vascular plants* vol. 6, ed. K. Kubitzki. Berlin: Springer Verlag.

Swofford, D. L. 1998. PAUP\* Phylogenetic analysis using parsimony (\*and other methods), v. 4.0 beta 10. Sunderland: Sinauer Associates.

Bauml, J. A. 1979. *A study of the genus Hymenocallis (Amaryllidaceae) in Mexico*. M.S. thesis. Ithaca, NY: Cornell University.

DO NOT USE TABS TO MAKE HANGING INDENTS. Use paragraph formatting command.

## VII. TABLES

**(Continue page numbering, include in same file as text and literature cited.)**

Each table must start on a separate sheet, double-spaced.

Include tables in manuscript file, use page or section breaks and landscape layout as necessary to fit the table on the page. Use legal-size paper if necessary to allow adequate margins.

The title should be indented and begin with the word Table (large and small caps.) and number (in Arabic) followed by a period.

Do not use footnotes; instead, add notes to the end of the table caption.

Do not use vertical lines in tables.

DO NOT use tabs or spaces to align columns. Use the table building and formatting tools in your word processing package.

#### VIII. FIGURE LEGENDS

**(Continue page numbering, include in same file as text. Not a separate file)**

Double-space legends and group them according to figure arrangements. Quadruple space between groups. Do not use a separate page for each group.

Type legends in paragraph form, starting with statement of inclusive numbers:

Figs. 3-5. Seeds of orchids. 3. At germination. 4. 2 wk after germination. 5. Seedlings.

Fig. 6. *Ipomopsis spicata* subsp. *robruthii*. A. Habit. B. Flower.

#### IX. PREPARATION OF ILLUSTRATIONS

Important: High quality digital images may be sent (see below), but high quality hard copy images are also required for the final submission. In cases of discrepancy between digital files and hard copy, or if digital files can not be used due to incorrect format or other problems, the supplied hard copy will be scanned and used in the final publication by the printer.

Illustrations are either black and white half-tones (photograph), drawings, or graphs. Authors must pay costs for color illustrations.

Prepare illustrations using professional standards. Flaws will not be corrected.

Italicized words (e.g., names of species) should be italicized, not underlined. Consult recent issues of *Systematic Botany* for examples.

Illustrations MUST have at least 1-inch (25 mm) margins.

Length for an illustration or plate as published is up to a maximum of 218 mm. Allow space for caption if possible.

Two widths are possible for figures:

one-column width figure is 72 mm.

full-page width figure is 148 mm.

Original photographic figures must be submitted in final journal size for 100% reproduction.

Original black and white illustrations may be oversize if they fit in a 10 x 13" envelope.

Illustrations of highly magnified areas require a scale bar; a numerical magnification may also be included in the caption. Be sure to calculate magnification accordingly if reproduction is not at 100%.



If several photos are included, group them into one or more plates. The individual images should be butted together with no space between adjacent photos (printer will add white separator lines). Printer will not alter digital figure files in any way other than adding separator lines.

Group several drawings to form a plate of drawings, in the same order as discussed in the text.

Include a scale and references to latitude and longitude on each map.

Write author name and figure number on back of each figure or plate, on both originals and review copies.

Digital Illustrations:

Grayscale images **must** be minimum of 350 dpi (138 pixels per cm).

Color graphics **must** be CMYK mode, at least 350 pixels per inch (138 pixels per cm).

Line art (e.g., cladograms, botanical illustrations) **must** be at least 1200 pixels per inch (473 pixels per cm). It is essential that this resolution be obtained from the original scan or conversion from vector artwork, NOT by changing the pixel density of an originally low pixels per inch or cm image.

For final submission, we prefer to have **both** good quality printouts and high-resolution TIFF files.

If this is a problem, please contact the Editor-in-Chief. **Unacceptable formats:** JPEG, GIF, WMF, and files created using Microsoft PowerPoint or Word are not suitable; **do not** convert files made in PowerPoint or Word to another format as this only makes things worse. Unless figure is to be printed in color, always convert file to grayscale or bitmap (black and white) mode.

The printer requires a publication quality, hardcopy printout of the digital image that must match the digital file—submit this hardcopy with the digital images and the final manuscript.

Consult with editor if uncertain whether image file will be acceptable.

## **X. DATA**

All sequences used as data must be deposited in one of the international nucleotide sequence databases, preferably GenBank. Post-review final manuscript will not be accepted until sequence database accession numbers are included.

All data sets for phylogenetic analyses must be submitted to TreeBASE (<http://www.treebase.org/>).

A TreeBASE accession number (study number alone is acceptable) should be cited in the Materials and Methods section in the final version of the manuscript. For manuscript review, either submit the data file together with the manuscript (if data not yet in TreeBASE) or provide the name and P.I.N. of the author who submitted the data to treebase. Referees will need this information to gain access to the submitted data sets.

Italicize the full name of a gene, e.g., *rbcL*, *matK*.

Representative photographic figures should be provided to document interpretations of isozymes/allozymes.

In addition to character state distributions, consistency index, and retention index (where appropriate), some measure of support for clades (e.g., bootstrap values, decay indices ["Bremer support"], jackknife, etc.) must be provided for phylogenetic analyses.

Indicate in Materials and Methods the percentage of data matrix cells scored as missing data.

When the data matrix is not part of the manuscript the data file or TreeBASE access information must be provided with submitted manuscript for use by reviewers.

Voucher specimens should be cited in an appendix to document sources of morphological and molecular data. Vouchers should be herbarium specimens, not living plant accession numbers from botanical gardens or DNA tube numbers, etc.

#### **XI. COMMENTARIES**

Contributions to the Commentary Section may be submitted that discuss recent articles or current topics in systematics. These should be no more than five printed pages. In general, the format for longer articles should be followed.

An attempt will be made to solicit a "Counterpoint" view to be published immediately following the commentary to facilitate more timely discussion on topics of particular interest. The commentary author will receive the counterpoint text before final manuscript is submitted.

#### **XII. BEFORE SUBMITTING**

Have all coauthors read the manuscript critically.

Proofs and reprint order forms are sent to authors via email attachment as PDF files. Authors send corrected proof to Managing Editor and reprint orders to printer. Authors should make only necessary changes in proof. There is a mandatory charge for more than five changes made in proof.

Papers longer than 50 printed pages should be sent to Editor-in-Chief of Systematic Botany Monographs.

#### **XIII. WHAT AND WHERE TO SUBMIT**

Authors have the choice of paper submission or electronic submission of manuscripts.

##### ***Electronic Submission – Initial Submission***

All parts of the manuscript, including figures, must be included in one single file (PDF format preferred, Word or WordPerfect [Windows or Mac format] files are acceptable if PDF is not possible).

All figures should be inserted at the end of the manuscript in numerical order, separated by page breaks.

For review copy, keep manuscript file size down by using jpeg format and reduced pixel density for figures (keep good quality figure files for later submission of final revised manuscript).

File name must include the surname of the first author and date of submission (e.g., Clark20Nov02.doc)

Cover letter (in the form of an email message; a separate file is not necessary). This should include any special instructions, any address change during the next several months, and phone and fax number and email address for the corresponding author. Names, addresses, and email addresses of possible objective reviewers should also be included.

Submit cover letter, manuscript file, data file(s), and completed checklist (download file, complete, and save- file name: "surname checklist.doc").

Send files as email attachments to Editor-in-Chief at address below.

The author will receive an email message acknowledging receipt of the new submission. The manuscript will be forwarded to an Associate Editor for review.

### ***Electronic Submission – Revised Manuscript***

Final revised manuscript is submitted to the Associate Editor.

The revised manuscript file should include all parts of the paper (except figures) in one file. File name takes the form: "Clark MS02-80 Final.doc" [the manuscript number is assigned when a new manuscript is received]. The final version must be submitted as a word processing file. Do not send PDF files.

Original figures. Please send hard copy (e.g., halftones [photographic prints], botanical illustrations, etc.) by post directly to the Editor-in-Chief. Please send digital illustration files to the Associate Editor along with information on software, platform, and version used to create them. Files may be sent by on CD, email, or (if too large for email) by online file-transfer services such as [www.dropload.com](http://www.dropload.com) or [www.yousendit.com](http://www.yousendit.com). File names for figures include author surname, manuscript number, and figure number (e.g., "Clark MS02-80 Fig 1.tif").

Please also submit one set of high quality hard copy images (protected, for example between cardboard, to the Editor-in-Chief (see IX above).

Send manuscript file and electronic figure files to Associate Editor as email attachments.

Final revised manuscripts requiring significant editing by the Managing Editor to conform to Syst. Bot. style will be returned to authors causing significant delay in publication.

### ***Paper Submission – Initial Submission***

THREE copies of manuscript and three copies of illustrations plus disk copies of data files if not yet deposited in TreeBASE. DO NOT SUBMIT ORIGINAL ILLUSTRATIONS.

Cover letter. This should include any special instructions, any address change during the next several months, and phone and fax number and email address for the corresponding author.

Names, addresses, and email addresses of possible objective reviewers should also be included.

This checklist with completed items marked.

Send to Editor-in-Chief at address below.

### ***Paper Submission – Revised Manuscript***

Final revised manuscript is submitted to the Associate Editor together with original figures and copy of manuscript on disk (one file containing full manuscript including text, literature cited, tables, figure captions, appendices). Microsoft Word or WordPerfect for Windows or Macintosh are preferred.

This checklist with completed items marked.

Final revised manuscripts requiring significant editing by the Managing Editor to conform to Syst.

Bot. style will be returned to authors causing significant delay in publication.

Note: All manuscript submissions (electronic, paper) are promptly acknowledged via email. If you do not receive an acknowledgement you should inquire to be sure it was received!

Questions? Contact the Editorial Office:

Phone (202-245-4550), email ([Alan.Whittemore@ARS.USDA.GOV](mailto:Alan.Whittemore@ARS.USDA.GOV)), or fax (202-245-4579).

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)