

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA - INPA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM**

VARIAÇÕES MORFOLÓGICAS, MOLECULARES E FITOQUÍMICAS DO
COMPLEXO *Geonoma maxima* (POIT.) KUNTH (ARECACEAE) NA AMAZÔNIA:
ELUCIDAÇÃO DE UM PROBLEMA TAXONÔMICO

Maria Cristina de Souza

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA/UFAM, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, área de concentração em Botânica.

MANAUS-AM

2006

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA - INPA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM**

VARIAÇÕES MORFOLÓGICAS, MOLECULARES E FITOQUÍMICAS DO
COMPLEXO *Geonoma maxima* (POIT.) KUNTH (ARECACEAE) NA AMAZÔNIA:
ELUCIDAÇÃO DE UM PROBLEMA TAXONÔMICO

Maria Cristina de Souza

Orientador (a): Profa. Dra. Maria Sílvia de Mendonça

Co-orientador: Dr. Evandro Ferreira

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA/UFAM, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, área de concentração em Botânica.

MANAUS-AM
2006

S729 Souza, Maria Cristina de

VARIAÇÕES MORFOLÓGICAS, MOLECULARES E FITOQUÍMICAS DO COMPLEXO *Geonoma maxima* (POIT.) KUNTH (ARECACEAE) NA AMAZÔNIA: ELUCIDAÇÃO DE UM PROBLEMA TAXONÔMICO/Maria Cristina de Souza – Manaus, 2006.

127 p.il.

Tese – INPA/UFAM.

1.Taxonomia vegetal 2. Palmeiras 3. Amazônia 4. Biologia molecular 5. Fitoquímica

CDD19.ed. (584.5).

SINOPSE:

O trabalho analisa, através de dados morfológicos, moleculares e fitoquímicos, as variações apresentadas entre quatro espécies pertencentes ao gênero *Geonoma* (*Geonoma maxima*, *Geonoma ambigua*, *Geonoma chelidonura* e *Geonoma spixiana*) ocorrentes no entorno da bacia amazônica.

Palavras-Chave: *Geonoma maxima*, *Geonoma chelidonura*, *Geonoma ambigua*, *Geonoma spixiana*; caracteres morfológicos; AFLP; distribuição de flavonóides; Amazônia.

Key words: *Geonoma maxima*; *Geonoma chelidonura*, *Geonoma ambigua*, *Geonoma spixiana*, morphological characters; AFLP; flavonoids distribution; Amazonia.

“...os anseios, as angústias, a alegria, a tristeza, o apoio da família, dos amigos, as poucas oportunidades, as boas oportunidades, a ajuda invisível mas tão forte, o equilíbrio da natureza... foram suficientes para que a vontade de conseguir fosse maior do que o medo de tentar ...”

Por tudo, agradeço a Deus

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), pela oportunidade de realização de um curso. Ao CNPq, pela concessão da bolsa. A Dra. **Izonete Araújo Aguiar**, pelo incentivo. À **Coordenação** de Pesquisas em Botânica, em especial as secretárias **Helcineide** e **Giselle** pelo esforço na busca de atender as nossas solicitações. A Dra. Maria Teresa Piedade (**Maitê**), pelo apoio num momento tão difícil. A Profa. Dra. **Maria Sílvia Mendonça** pela não só orientação, dando-me a liberdade necessária para a execução do projeto, mas também pelo apoio logístico recebido na Universidade Federal do Amazonas, através de seu laboratório LABAF/FCA. Ao Corpo **Docente** do Curso de pós-graduação em Botânica, pelos ensinamentos.

Ao Dr. **Michael Hopkins**, pelo esforço constante em solucionar os entraves, surgidos no decorrer da execução do projeto. Ao Sr. **Eliomar Nunes** pelo esforço e respeito na execução dos trabalhos de campo.

Ao Prof. Dr. **Jean-Louis Guillaumet** pelas sugestões durante a execução do trabalho e envio de material do Museu de Paris, essencial para realização do mesmo.

Ao setor DSER do INPA, em especial, MSc **Everaldo** e o Sr. **Valzenir**, pelo apoio logístico obtido na condução dos trabalhos nas Reservas do INPA.

Ao IBAMA do Amazonas, em especial a Sras. **Suzi e Erica** pela atenção na liberação das áreas para coleta de material botânico.

Ao Dr. **Reinaldo Imbrozio** do INPA de Roraima, por sempre facilitar os acessos aquele Estado. Ao IBAMA do mesmo Estado, em especial o Administrador da Ilha de Maracá, Sr. **Gutemberg Moreno**, pela atenção e apoio logístico.

À Universidade Federal do Amazonas, destacando-se, a MSc. **Otávia Santos**, pelo interesse e cuidado em passar as primeiras instruções na condução do trabalho de citogenética; a Profa. Dra. **Maria Gracimar**, pelo respeito e confiança por mim e por esse trabalho; ao diretor da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), Prof. Dr. **Hedinaldo Pereira**, pelo apoio, sempre que foi necessário. Ao **Manoel Viana**, técnico do LABAF, pela constante disponibilidade em ajudar, não só nos trabalhos de laboratório e de campo, mas também na realização de muitas das

fotos. Ao Prof. Dr. **Antonio Webber**, pela leitura do manuscrito, com sugestões importantes, e por estar sempre encontrando um tempinho para nos auxiliar; a bióloga **Bárbara Balieiro**, pelos préstimos e amizade; a MSc **Tereza Cristina**, pelas palavras de encorajamento; ao Eng. Florestal **José França**, pelos préstimos tão essenciais para concretização desse trabalho, além da amizade; o Sr. **Francisco**, responsável pelo setor de transportes do Campus, e toda sua equipe, principalmente aos motoristas, Srs. **Gilberto, Douglas, Francisco, Laudelino**, pela atenção e respeito em atender as solicitações de viagens. Ao Prof. **Manoel** do FCA, pela atenção.

Ao Prof. Dr. **Marcelo Guerra** e toda sua equipe, pelo apoio logístico recebido no seu Laboratório de Citogenética de Biologia Vegetal da Universidade Federal de Pernambuco, destacando a Dra. **Ana Christina** pelos ensinamentos e responsabilidade na orientação e condução dos trabalhos no laboratório.

Ao MSc. **Tadeu Costa** (IPA/UFRPE), pela atenção e sugestões tão importantes durante a execução do trabalho.

Ao Dr. **Evandro Ferreira**, co-orientador, pelo respeito com que tratou esse trabalho.

A Universidade de São Paulo, em especial, os Profs. Dr. **Salatino**, Dra. **Maria Luiza Salatino, Déborah dos Santos** e suas respectivas equipes, pela boa acolhida e o apoio sem limites no Laboratório de Biologia Molecular e Laboratório de Fitoquímica, destacando-se o MSc. **Fábio Pinheiro**, pela disponibilidade em passar seus conhecimentos, ensinando pacientemente todas etapas de rotina empregadas na técnica AFLP.

Ao Dr. **Charles Clement** e Mestres **Doriane Picanço, Ronaldo Santos e Rosana Galvão**, pela grande contribuição na discussão dos dados moleculares.

Aos Curadores, Dr. **Jean-Jacques de Granville**, Dr. **Rui** (em especial a Sra. Eugenia), Dr. **João Braga**, MSc. **Carlos Franciscon**, Dra. **Inês**, Dr. **Rubens Pirani**, Dras. **Leyda Rodrigues e Omaira Hokche**, Dra **Rita de Cássia** (em especial a Eng. Agro. **Maria Olívia**), Profa. **Waldelice**, Dra. **Veridiana Scudeller**, Dr. **Jeferson Cruz**, Dra. **Margareth Sales**, Dr. **Ricardo Secco**, MSc. **Regina da Silva**, dos Herbários CAY, R, RB, INPA, SP, SPF, VEN, IPA, PEUR, HGTP, HUAM,

UFRPE, MG, IAN, respectivamente; pelo apoio na consulta às coleções de palmeiras.

A grande ajuda recebida em Belém pela Amiga MSc. **Simone Gurgel**, agradeço.

Ao apoio recebido pela equipe da biblioteca do INPA, em especial a bibliotecária Sra. **Angela Panzu** (sempre muito gentil), responsável entre outras atividades, pela coleção de obras raras.

Aos novos colegas do curso de Botânica, **Fernanda, Julio, Isabela, Otilene, Eva Atroch, Isabella, Jomber, Rogério, Robson, Eleonora, Isabel, Welma, Geisiane, Eva, Ressiliane**, pelo apoio.

SUMÁRIO

| | Página |
|---|--------|
| LISTA DE FIGURAS..... | VIII |
| LISTA DE TABELAS..... | XII |
| RESUMO..... | XIV |
| ABSTRACT..... | X |
| | |
| I. INTRODUÇÃO..... | 1 |
| | |
| II. REVISÃO DE LITERATURA..... | 3 |
| | |
| 1. Conceito de Espécies aplicado as Arecaceae | 3 |
| | |
| 2. <i>Geonoma</i> Willdenow – Aspectos taxonômicos..... | 8 |
| | |
| 2.1. O Complexo <i>Geonoma maxima</i> | 10 |
| | |
| 2.1.1. Considerações sobre a identificação taxonômica de <i>Geonoma ambigua</i> | 16 |
| | |
| 2.1.2. Considerações sobre a identificação taxonômica de <i>Geonoma chelidonura</i> | 18 |
| | |
| 2.1.3. Considerações sobre a identificação taxonômica de <i>Geonoma spixiana</i> | 20 |
| | |
| III. MATERIAL E MÉTODOS..... | 23 |
| | |
| 1. Procedimentos para análise dos caracteres morfológicos..... | 25 |
| | |
| 2. Procedimentos para análise molecular..... | 26 |

| | |
|---|----|
| 3. Procedimentos para análise citogenética..... | 30 |
| 4. Procedimentos para análise fitoquímica..... | 33 |
| IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 35 |
| 1. Descrição de <i>Geonoma maxima</i> | 36 |
| 1.1. Nomes populares..... | 37 |
| 1.2. Usos..... | 37 |
| 1.3. Distribuição..... | 37 |
| 1.4. Espécimes examinados | 41 |
| 2. DNA..... | 44 |
| 3. Cariótipo..... | 44 |
| 4. Flavonóides..... | 45 |
| 5. Comentários..... | 51 |
| 6. Descrição de <i>Geonoma ambigua</i> | 64 |
| 6.1. Nomes populares..... | 64 |
| 6.2. Usos..... | 64 |
| 6.3. Distribuição..... | 64 |

| | |
|--|-----|
| 6.4. Espécimes examinados | 64 |
| 6.5. Comentários..... | 66 |
| 7. Descrição de <i>Geonoma chelidonura</i> | 72 |
| 7.1. Nomes populares..... | 73 |
| 7.2. Usos..... | 73 |
| 7.3. Distribuição..... | 73 |
| 7.4. Espécimes examinados..... | 75 |
| 7.5 . Comentários..... | 76 |
| 8. Descrição de <i>Geonoma spixiana</i> | 95 |
| 8.1. Nomes populares..... | 96 |
| 8.2. Usos..... | 96 |
| 8.3. Distribuição..... | 96 |
| 8.4. Espécimes examinados..... | 99 |
| 8.5. Comentários..... | 100 |
| 9. Nova proposta de sinonímia..... | 106 |
| IV. CONCLUSÕES..... | 109 |

| | |
|-------------------------------------|-----|
| V. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 110 |
| VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 111 |
| VI.ANEXOS..... | 119 |

LISTA DE FIGURAS

| | Página |
|---|--------|
| 1. <i>Geonoma maxima</i> . (A-B) Tipo depositado no herbário do Museu de Paris (A) Folha pinada; (B) Inflorescência; (C) Ilustração original feita por Poiteau (1822)..... | 11 |
| 2. Ilustração original de <i>Geonoma maxima</i> , feita por Poiteau (1822). Depositada no Museu de Paris. Cedida gentilmente pelo Prof. Guillaumet.... | 12 |
| 3 A. Descrição da espécie <i>Geonoma maxima</i> , feita por Poiteau em 1822. Cedida gentilmente pelo Prof. Guillaumet..... | 13 |
| 3 B. Continuação da descrição da espécie <i>Geonoma maxima</i> , feita por Poiteau em 1822..... | 14 |
| 4. Locais onde ocorrem <i>Geonoma maxima</i> , <i>Geonoma chelidonura</i> e <i>Geonoma spixiana</i> . (A) ; Terra firme (B) Águas barrentas; (C) Águas negras..... | 24 |
| 5. 1ª. Etapa: extração de DNA. DNA suspenso em gel de agarose 1%. ((A) Lado esquerdo, amostra do DNA padrão, e ao lado amostras de DNA de <i>Geonoma spixiana</i> (Gs); (B) DNA padrão, e ao lado DNA de <i>Geonoma maxima</i> (Gm) e <i>Geonoma chelidonura</i> (Gc)..... | 29 |
| 6. Procedimentos de coleta de raiz no campo, para análise no Laboratório de Citogenética. (A); Retirando a planta do solo; (B) Coleta da raiz para ser colocada em solução de 8HQ sob refrigeração..... | 31 |

| | |
|--|----|
| 7. <i>Geonoma maxima</i> . (A) Hábito; (B) Estipe; (C) Folha; (D) Inflorescência (Flores estaminadas)..... | 38 |
| 8. Ilustração de <i>Geonoma maxima</i> . (A) Inflorescência (estaminada); (B) Flor estaminada; (C) Flor pistilada; (D) Ráquila pistilada (Ilustração de Ivo Seixas Rodrigues)..... | 39 |
| 9. Distribuição geográfica do Complexo <i>Geonoma maxima</i> nos Países Neotropicais. Gm = <i>Geonoma maxima</i> ; Gs = <i>Geonoma spixiana</i> ; Gc = <i>Geonoma chelidonura</i> ; Ga= <i>Geonoma ambigua</i> Adaptação: Henderson (1995) e Lorenzi <i>et al.</i> (2004)..... | 40 |
| 10. Dendrograma baseado em marcadores AFLP, obtido pelo método UPGMA e índice de Jaccard. RD= Reserva Ducke, AM 10, Km 26; FAZ= Fazenda UFAM, Br 174, Km 32; MIL= AM 10, Km 227; ZF2= Silvicultura/INPA, Br 174, Km 60..... | 46 |
| 11. Método de UPGMA utilizando coeficiente de DICE, entre os indivíduos de <i>Geonoma maxima</i> , <i>Geonoma chelidonura</i> e <i>Geonoma spixiana</i> | 47 |
| 12. Método de Ward utilizando coeficiente de Bray Curtis, entre os indivíduos de <i>Geonoma maxima</i> , <i>Geonoma chelidonura</i> e <i>Geonoma spixiana</i> | 48 |
| 13. Dendrograma de Jaccard, baseado em UPGMA, usando flavonóides como marcadores. GC= <i>Geonoma chelidonura</i> ; GS= <i>Geonoma spixiana</i> ; GM= <i>Geonoma maxima</i> | 50 |
| 14. Espécime depositado no herbário do IPA, identificado como <i>Geonoma multiflora</i> . (A) Parte de uma folha; (B) Inflorescência..... | 54 |

| | |
|---|----|
| 15 Exemplar identificado por Burret como <i>Geonoma parvisecta</i> , depositado no herbário do Museu Nacional do Rio de Janeiro (M)..... | 56 |
| 16. A-D. Fototipos. (A) <i>Geonoma hexasticha</i> ; (B-C) <i>Geonoma negrensis</i> ; (D) <i>Geonoma paraensis</i> . Cortesia do herbário The Royal Botanic Garden (Kew). de Kew..... | 59 |
| 17. A-C. Ilustrações e identificações feitas por Barbosa Rodrigues (1903) (A) <i>Geonoma capanemae</i> ; (B) <i>Geonoma yauaperyensis</i> ; (C) <i>Geonoma brachyfoliata</i> | 62 |
| 18. A-B. Ilustrações e identificações feitas por Barbosa Rodrigues (1903): (A) <i>Geonoma palustris</i> ; e (B) <i>Geonoma uliginosa</i> | 63 |
| 19. Exemplares de <i>Geonoma ambigua</i> , depositados no herbário do Jardim Botânico da Venezuela (VEN)..... | 65 |
| 20. Fototipo de <i>Geonoma ambigua</i> (parcial). Cortesia do herbário The Royal Botanic Garden (Kew)..... | 67 |
| 21. Fototipo de <i>Geonoma schomburgkiana</i> . Cortesia do herbário The Royal Botanic Garden (Kew)..... | 70 |
| 22. <i>Geonoma chelidonura</i> . (A) Hábito; (B-C) Estipe; (D) Folha adulta; (E) Plântula; (F) Folha adulta; (G) Inflorescência jovem, estaminada; (H) Frutos. | 74 |
| 23. Fototipo de <i>Geonoma chelidonura</i> . Cortesia do herbário The Royal Botanic Garden (Kew)..... | 77 |
| 24. Fototipo de <i>Geonoma tuberculata</i> . Cortesia do herbário The Royal Botanic Garden (Kew)..... | 78 |

| | |
|--|-----|
| 25. Fototipo de <i>Geonoma spruceana</i> . Cortesia do herbário The Royal Botanic Garden (Kew)..... | 79 |
| 26. Ilustrações de Barbosa Rodrigues (1903) (A) <i>Geonoma falcata</i> ; (B) <i>Geonoma speciosa</i> | 81 |
| 27. Exemplar de <i>Calyptronomia robusta</i> , revisado por Wessels Boer, depositado no herbário do Museu Nacional do Rio de Janeiro (M)..... | 85 |
| 28. Fototipos: (A) <i>Geonoma densiflora</i> ; (B) <i>Geonoma personata</i> . Cortesia do herbário The Royal Botanic Garden (Kew)..... | 86 |
| 29. Células em Metáfase de <i>Geonoma chelidonura</i> . (A-B) Coloração Convencional em Guiemsa; (C) Coloração por Fluorocromos CMA-DAPI. Cr= Cromossomos..... | 92 |
| 30. <i>Geonoma spixiana</i> . (A) Hábito; (B) Estipe; (C) Folha; (D) Infrutescência (E) Frutos. | 97 |
| 31. <i>Geonoma spixiana</i> . (A) Ráquila com flor pistilada; (B) Flor pistilada; (C) Flor estaminada (Ilustração de Ivo Seixas Rodrigues)..... | 98 |
| 32. Fototipo de <i>Geonoma grandisecta</i> , depositado no herbário do Museu Nacional do Rio de Janeiro (R). | 105 |

LISTA DE TABELAS

| | Página |
|---|--------|
| 1. Locais de ocorrência e número de sinônimos dos Complexos de Espécies, apontados por Henderson (1995) para o gênero <i>Geonoma</i> | 7 |
| 2. Espécies questionadas dentro do Complexo <i>Geonoma maxima</i> , segundo diferentes autores..... | 22 |
| 3. Locais e datas de coleta das amostras para análises em laboratório..... | 27 |
| 4. Coletas feitas na execução desse trabalho, incorporadas aos herbários (ANEXO – item 1)..... | 120 |
| 5. Herbários consultados (ANEXO – item 2)..... | 121 |
| 6. Procedência das amostras utilizadas para análise fitoquímica..... | 34 |
| 7. Ausência ou retenção de flavonóides em minutos, obtidos em Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) no estudo do Complexo <i>Geonoma máxima</i> | 49 |
| 8. Quantificação dos caracteres vegetativos medidos em 217 indivíduos observados na Reserva Ducke, Amazônia Central, representando o Complexo <i>Geonoma maxima</i> | 52 |
| 9. Coletas Históricas depositadas nos Herbários (ANEXO- item 3)..... | 122 |
| 10. Caracteres apresentados pelas espécies descritas por Spruce (1871)..... | 60 |

| | |
|---|-----|
| 11. Alguns caracteres morfológicos apontados por Spruce (1871) e Burret (1930) para <i>Geonoma ambigua</i> , <i>Geonoma schomburgkiana</i> e <i>Geonoma robusta</i> | 69 |
| 12. Comparação entre as descrições de Spruce (1871) e as de Barbosa Rodrigues (1903) e Burret (1930)..... | 83 |
| 13. Nova proposta de sinonímia para as espécies estudadas, os nomes que não estão em negrito são sinônimos..... | 107 |
| 14. Diferenças nos Caracteres morfológicos apresentados pelo Complexo <i>Geonoma maxima</i> | 108 |

RESUMO

O gênero *Geonoma* conhecido pelos seus representantes pouco resolvidos taxonomicamente, constitui um grupo favorável para um estudo integrado de diferentes segmentos. Nesse sentido foram analisados os caracteres morfológicos, químicos e moleculares de quatro espécies de *Geonoma*, apontadas como constituintes de um Complexo de espécies, visando o entendimento taxonômico. O estudo dos caracteres morfológicos aponta quatro espécies distintas: *Geonoma maxima*, *Geonoma ambigua*, *Geonoma chelidonura* e *Geonoma spixiana*, com base principalmente nas variações apresentadas pelas folhas e pelas inflorescências. *Geonoma maxima* apresenta folhas pinadas linear-lanceoladas; inflorescências duas ou três vezes ramificadas e alvéolos distribuídos distantes em espiral. *Geonoma ambigua*, avaliada apenas através dos caracteres morfológicos, tem folhas inteiras, curtas e bifurcadas; inflorescência apenas uma vez ramificada, ráquulas finas, longas e alvéolos próximos em espiral. *Geonoma chelidonura* tem folhas com quatro a cinco pinas oblongo-lanceoladas; inflorescência duas vezes ramificadas, ráquulas finas e alvéolos distantes em espiral. *Geonoma spixiana* tem folhas inteiras, longas, bifurcadas e fortemente plicadas; inflorescência uma vez ramificada, ráquulas bífidias ou trífidias, grossas e eretas, com alvéolos mais profundos e distribuídos em séries ou fileiras, bem definidas. O estudo do DNA através de marcadores AFLP, revelou dois grupos, um deles constituído por *Geonoma maxima* e *Geonoma chelidonura*, e o outro por *Geonoma spixiana*. A análise multivariada do perfil flavonoídico mostrou *Geonoma maxima* com apenas 15% de proximidade em relação a *Geonoma chelidonura* e *Geonoma spixiana*, enquanto essas duas estão mais próximas, 42%. A análise citogenética permite assinalar superficialmente que *Geonoma chelidonura* tem número de cromossomos entre 26 e 28 ($2n=26$ ou 28), para as demais espécies não se conseguiu nenhuma informação nesse sentido. Conclui-se que haja alguma troca de genes entre *Geonoma maxima* e *Geonoma chelidonura*, mesmo com fenótipos diferentes como um todo, e que *Geonoma ambigua* e *Geonoma spixiana* são táxons separados.

ABSTRACT

Genus *Geonoma* known by its little taxonomically resolved representatives constitutes a favourable group for an integrated study on different segments. In order to do that, morphological, chemical, and molecular characters of four *Geonoma* species, known to constitute a species complex, were analysed for the intent of a taxonomical understanding. The study of the morphological characters points out four distinct species: *Geonoma maxima*, *Geonoma chelidonura*, *Geonoma spixiana* and *Geonoma ambigua*, based mainly on the variations presented by leaves and inflorescences. *Geonoma maxima* presents pinnate linear-lanceolate leaves; two or three times branched inflorescences and pits distributed far apart in spiral. *Geonoma ambigua* presents forked leaves; just one-branched inflorescence, long rachillae and pits close to one another in spiral. *Geonoma chelidonura* presents leaves with four to five oblong-speared feliies; thin rachillae, branched twice and pits far apart in spiral. *Geonoma spixiana* presents whole, forked and stongly plicate leaves; one-branched inflorescence, bifid or trifid, thick and erect rachillae, with pits deeper and distributed in well-defined series or rows. The study of the DNA through AFLP markers, revealed two groups, one of them constituted by *Geonoma maxima* and *Geonoma chelidonura*, and the other by *Geonoma spixiana*. Flavonoidic profile multivariate analysis showed *Geonoma maxima* with just 15% of proximity in relation to *Geonoma chelidonura* and *Geonoma spixiana*, while these two present higher proximity, 42%. Cytogenetic analysis allows to point out superficially that *Geonoma chelidonura* presents chromosome number between 26 and 28 ($2n=26$ or 28). No information concerning this matter was obtained for the remaining species. It is concluded there is some exchange of genes between *Geonoma maxima* and *Geonoma chelidonura*, even with different phenotypes in their totality, and that *Geonoma ambigua* and *Geonoma spixiana* are separate taxa.

I. INTRODUÇÃO

As Arecaceae (Palmae), conhecidas popularmente por palmeiras, estão distribuídas entre as regiões tropicais e subtropicais do globo. Uhl & Dransfield (1987) revisando o trabalho de Harold Moore (1973) assinalam que a família está representada por 200 gêneros e aproximadamente 3000 espécies.

Entretanto, no decorrer do tempo foram feitos vários estudos que indicam acréscimos ou reduções nesses números. Os próprios autores em um levantamento mais recente (Uhl & Dransfield 1999), investigando o que foi realizado nos quase 10 anos, chamam a atenção para as várias mudanças que ocorreram em relação a classificação anterior, desde subfamílias a gêneros, por conta de uma série de contribuições acrescentadas, vindas de diferentes linhas de pesquisa.

O emprego de análises cladísticas, usando caracteres morfológicos e estruturais (Pintaud, 1999), o estudo do cariótipo (Röser, 1994, 1997, 1999, entre outros) e o emprego de técnicas moleculares (Kahn & Second, 1999; Asmussen, 1999), são exemplos de parâmetros que têm auxiliado na solução de problemas taxonômicos.

A investigação de dados moleculares tem sido particularmente importante entre as Arecaceae, porque tem permitido a aplicação de diferentes técnicas entre seus táxons (Gaiotto *et al.*, 2001; Clement *et al.*, 2002; Roncal *et al.*, 2005; entre outros), numa tentativa de justificar ou não as classificações feitas na forma tradicional para esse grupo de plantas, o que não é possível estudando apenas caracteres morfológicos.

Tal fato se aplica facilmente para o gênero *Geonoma*, cujos seus representantes mostram uma grande variação nos caracteres morfológicos, sendo esta observada quase que exclusivamente na forma da folha, o que talvez tenha sido a causa principal de um excesso de descrições feitas pelos botânicos dos séculos IX e início do século XX.

Muitas das variações são consistentes e permitem delimitações entre os táxons, outras são bastante questionáveis e necessitam que se recorra a outras linhas de pesquisa a fim de obter um melhor entendimento.

Um exemplo, entre os vários táxons questionados dentro de *Geonoma*, é o chamado Complexo *Geonoma maxima* (sensu Henderson, 1995). Henderson observou os caracteres morfológicos nesse táxon e apontou o mesmo, como composto de quatro variedades, considerando como tais mais três nomes descritos no passado: *Geonoma ambigua*, *Geonoma chelidonura* e *Geonoma spixiana*.

A opinião desse autor, contudo, parece ter mudado. Informações obtidas em 2005 pela internet, através do acesso a página do Jardim Botânico de Nova York (www.nybg.org), onde o especialista expõe alguns dados sobre esse Complexo, mostram que os táxons estão na posição de subespécies e não mais variedades.

Wessels Boer (1968) que fez uma revisão em nível de Tribo (*Geomeae*), registrou variações na folha e na inflorescência de *Geonoma maxima*. O autor, no entanto, comenta que tais variantes não podem ser separadas em táxons distintos, mas que elas têm sido para outros botânicos, a base para nomeação de novas espécies. Com essa visão, Wessels Boer incluiu muitas das espécies descritas, na posição de sinônimos de *Geonoma maxima*.

Diante de diferentes posições defendidas por estes e outros autores e pelas variações pouco estudadas em seus detalhes entre essas espécies, é que se objetivou analisá-las do ponto de vista morfológico e molecular, visando à elucidação de um problema taxonômico.

II. REVISÃO DE LITERATURA

1. Conceito de Espécies aplicado as Arecaceae

As tentativas no sentido de conceituar uma espécie que possa ser aplicado tanto às plantas como aos animais vêm sendo feitas sob os mais diversos critérios desde o surgimento dos primeiros sistemas de classificação. O sistema binário de classificação criado por Lineu em 1753 é um exemplo. Apesar de aceito até os dias atuais, seu autor ficou conhecido como sendo um fixista, por acreditar que as espécies apresentavam características fixas.

Darwin (1859), não concordava com o conceito tipológico criado por Lineu, os seus argumentos, no entanto, não conseguiram explicar a transformação e co-adaptação das espécies na natureza.

Corroborando com algumas das idéias de Darwin, Mayr (1970; 1996) afirma que graus de diferenças morfológicas nem sempre definem apropriadamente uma espécie, e acrescenta que padrões desiguais de evolução dos diferentes caracteres e a falta de informação sobre o potencial de isolamento das populações limitam a demarcação das espécies.

Simpson (1961) definiu uma espécie como sendo "uma linhagem (uma seqüência de populações ancestral-descendentes) que evolui separadamente de outras, com seu próprio papel e tendências evolucionárias".

Dobzansky (1973), com um ponto de vista ainda mais subjetivo, se refere a estas como "fenômenos da natureza que existem independentemente de nossa capacidade de distingui-las".

São muitas as definições e conceitos que tentam esclarecer o que é uma espécie, de difícil aplicabilidade e isto tem sido problema para o taxonomista ao longo do tempo. É preciso ter um conceito que tenha evidência direta e que tenha ampla aceitação, senão uma espécie para um cientista pode significar dez para um outro, confundindo muito qualquer análise ecológica.

O conceito biológico, formalizado por Mayr (1970), segundo o qual, espécies "são agrupamentos de populações naturais potencialmente intercruzantes", é outro conceito subjetivo. Os taxonomistas assumem este critério, mas não o aplicam

efetivamente. A dificuldade em testar as formas de reprodução aliada à adoção de dar nomes aos seres na forma tradicional faz com que estes infiram sobre as relações de reprodução entre as entidades, correlacionando-as apenas à quantidade de distinção morfológica. Na prática, uma espécie é o que um bom taxonomista fala que é.

Entretanto, a forma tradicional de classificação dos seres vivos, muitas vezes não condiz com a realidade. O grande nível de complexidade que os caracteriza, não permite que estes sejam entendidos apenas em termos de categorias (Pérez-Tamayo, 1998).

Cronquist (1988) já tinha se referido a tal fato alegando que, uma exata definição de espécie é impossível e quanto mais se buscar tal exatidão, maior será o número de espécies que não vai se enquadrar nessa definição.

Além dos problemas filosóficos relacionados com a especiação, muitos tipos conhecidos de organismos foram descritos e nomeados após o exame de alguns exemplares encontrados em coleções de museus. Este tipo de procedimento dificilmente reflete o que ocorre na natureza.

Dentro deste contexto estão as Arecaceae, um exemplo de família botânica, onde especialistas sob pontos de vista diferentes, divergem quanto à forma de classificá-la. Isso se deve, em parte, ao excesso de descrições que surgiram entre os séculos XIX e XX, muitas das quais, inclusive, feitas com base em material incompleto.

Além disso, muitos trabalhos taxonômicos sobre palmeiras são publicados, sem que seja enfatizado o tipo de conceito de espécie que está sendo aplicado (Dransfield, 1999).

Nessa família, alguns gêneros formam um estreito complexo genético, não sendo tão fácil de distingui-los, principalmente no estágio de plântulas. Como exemplos podem ser citados: *Geonoma* Willd., *Pholidostachys* H. Wendl. & Hook. f. e *Asterogyne* H. Wendl. ex Hook. f. Dentre estes no entanto, o fato de muitos representantes mostrarem uma diferente distribuição geográfica, reduz o número de vezes com que são confundidos (Kahn, 1990). Também não é tão fácil distinguir *Geonoma* de *Hyospathe* Mart., mesmo no campo. O fato de ambos serem representados por indivíduos que ocupam o subbosque, não apresentarem

espinhos, e terem folhas muito semelhantes, leva a algumas identificações erradas, muito comuns nos herbários.

Em meio a essa complexidade, destaca-se o gênero *Geonoma*, um gênero com algumas espécies bem definidas, mas com várias outras de difícil identificação, muitas das quais, cuja plasticidade parece estar associada ao tipo de ambiente em que ocorrem.

Burret (1930) ao fazer o tratamento do grupo em nível de Tribo, reconheceu 185 espécies, enquanto Wessels Boer (1968) revisando em igual nível considerou 75 nomes. Moore (1973), por sua vez, assinalou 92, enquanto Henderson (1995) aceita provisoriamente 51 espécies.

Wessels Boer (1968) observou que muitas dessas espécies têm ampla distribuição, e considerou o problema da variação infraespecífica, reduzindo muitos nomes válidos a sinônimos e simplificando, na percepção dele, o processo de identificação.

Mas o grau de complexidade não se restringe apenas a *Geonoma*; o gênero *Bactris* Jacq. ex Scop. é outro exemplo dentre os gêneros complexos de palmeira americanos, e a razão disso é a grande variação nos caracteres vegetativos, o que gerou também um grande número de espécies descritas. Enquanto Uhl & Dransfield (1987) reconheceram 239 espécies válidas para este gênero, Henderson (1995) aceitou apenas 64, reduzindo consideravelmente o número delas, e aumentando conseqüentemente, o número de sinônimos.

Para De-Granville (1999), contudo, parece prematuro colocar como sinônimos um grande número de espécies previamente reconhecidas como distintas, usando apenas caracteres morfológicos, quando não há, pelo menos no caso de *Bactris*, caracteres válidos que permitam uma delimitação entre os taxa infraespecífico e espécie.

Já Dransfield (1999) relata que cada trabalho taxonômico deveria ser complementado com dados moleculares e, assim, por comparação com métodos tradicionais, analisar as diferenças entre aquelas espécies conceituadas como estreitamente relacionadas. A opinião de Dransfield consolida o que já havia sido sugerido por Heywood (1970), quando este já citava que “a aplicação de técnicas

moleculares pode ser de grande valor para corroborar arranjos taxonômicos ou sugerir pontos que precisem ser revistos”.

Porém, a reconstrução filogenética através de seqüências nucleotídicas, visando a solução de problemas taxonômicos, ainda conta com uma série de limitações, principalmente na revisão de espécie, onde se faz necessária à aplicação de técnicas que reflitam a diversidade inter e intrapopulacional, o que nem sempre têm sido possível (Elzirik, 1996; Eguiarte *et al.*, 1998).

Na Tribo *Geonomeae*, por exemplo, algumas restrições são observadas. Asmussen (1999), sequenciou alguns genes provenientes do cloroplasto de algumas espécies e estes não foram suficientes para inferir sobre as variações existentes no grupo, observando dentre outras limitações a homoplasia entre os caracteres.

Do ponto de vista morfológico, Henderson (1995) ao reconhecer as 51 espécies já citadas para o gênero *Geonoma*, considerou que oito representam, pelas várias formas apresentadas, como sendo Complexos de espécies, incluindo muitos nomes válidos dentro desses complexos, agora não condição de variedades, e outros na posição de sinônimos (Tabela 1). Este critério, no entanto, contraria o que outros especialistas contemporâneos acreditam. Kahn & Moussa (1994), por exemplo, preferem não agrupar muitas dessas espécies, mantendo-as separadas.

Complexos de espécies na Amazônia já tinham sido apontados por Prance (1988) assinalando vários exemplos em diferentes famílias botânicas, entre as quais, *Chrysobalanaceae*. Na sua opinião, para interpretar a filogenia destes Complexos é essencial o conhecimento de sua ecologia e distribuição geográfica.

Tabela 1. Locais de ocorrência e número de sinônimos dos Complexos de Espécies, apontados por Henderson (1995) para o gênero *Geonoma*.

| Nome | Ocorrência | Variedades | Sinônimos |
|--|-------------------------|------------|-----------|
| <i>G. cuneata</i> H. Wendl. Ex Spruce | América Central | 4 | 6 |
| <i>G. jussieuana</i> Mart. | Andes | - | 21 |
| <i>G. undata</i> Klotzsch | Andes | - | 10 |
| <i>G. interrupta</i> (Ruiz & Pav.) Mart. | América Central e Andes | 2 | 24 |
| <i>G. macrostachys</i> Mart. | Amazônia | 3 | 20 |
| <i>G. maxima</i> (Poit.) Kunth | Amazônia | 4 | 40 |
| <i>G. stricta</i> (Poit.) Kunth | Amazônia | 3 | 12 |
| <i>G. gamiova</i> Barb. Rodr. | Floresta Atlântica | - | 4 |

Alguns estudos morfométricos têm sido realizados, verificando as variações dentro e entre as populações de alguns desses Complexos. O estudo realizado por Borchsenius (1999) é um exemplo. O autor observou as variações apresentadas por *Geonoma cuneata* no Equador, e concluiu que estas são maiores entre os caracteres vegetativos: as folhas variam desde a forma inteira, estreitas ou largas, a pinadas com diferentes formas. Também, percebeu variações na estrutura reprodutiva.

Henderson (1995) aponta entre outros exemplos de Complexo de espécies, *Geonoma maxima*, conforme já foi citada. O autor ao se reportar a esta espécie menciona que ela é muito comum, de ampla distribuição na região amazônica, mas bastante variável nos caracteres vegetativos, e, por isso, mal interpretada. Com essas observações, o autor propôs o agrupamento de quatro espécies distintas: *Geonoma ambigua* Spruce, *Geonoma chelidonura* Spruce, *Geonoma spixiana* Mart. e *Geonoma maxima*, passando a condição de variedades: *Geonoma maxima* var. *maxima*, *Geonoma maxima* var. *ambigua*, *Geonoma maxima* var. *chelidonura* e *Geonoma maxima* var. *spixiana*. Incluindo ainda entre estas 40 sinônimos.

2. *Geonoma* Willdenow – Aspectos taxonômicos

O gênero pertence à tribo *Geonomeae* e foi estabelecido por Willdenow em 1805, com base em duas espécies da coleção Bredemeyer da Venezuela, uma das quais, *Geonoma simplicifrons*, foi escolhida como espécie tipo do gênero (Wessels Boer, 1968).

Em seguida, Poiteau em 1822 publicou um artigo intitulado “Histoire des palmiers de la Guiane française” contendo descrições e ilustrações de cinco espécies de *Geonoma* que ele denominou como *Gynestum*: *Gynestum baculiferum*, *G. deversum*, *G. acaule*, *G. maximum* e *G. strictum*.

A contribuição seguinte foi dada por Martius (1823) descrevendo 24 novas espécies durante o período em que esteve na Amazônia.

Posteriormente, Kunth (1841) incluiu as cinco espécies descritas por Poiteau (citadas acima) no gênero *Geonoma*, passando a ser denominadas: *Geonoma baculifera*, *Geonoma deversa*, *Geonoma poiteauana*, *Geonoma maxima* e *Geonoma stricta*, respectivamente.

Wallace (1853), também interessado pelas palmeiras da Amazônia, apesar de que este tinha um maior interesse pelo uso que a população local fazia delas, reconheceu duas espécies descritas por Martius e descreveu outra: *Geonoma rectifolia*.

Wendland (1859), um horticultor interessado nas palmeiras de pequeno porte da América Central, cultivou e descreveu muitas espécies dentro do gênero *Geonoma*. As diferenças apresentadas pelas flores e frutos do gênero levaram o autor a reconhecer grupos menores: *Calyptrogyne*, *Calyptronoma*, *Welfia*, *Asterogyne* e *Pholidostachys*.

As descrições feitas para o gênero *Calyptrogyne* foram as únicas publicadas pelo próprio Wendland em 1859, as demais foram passadas por ele para outro botânico – Hooker, que junto com Bentham publicaram em *Genera Plantarum* (1883) como pertencentes a uma subtribo – *Geonomeae*. Nesse período, Drude (1889) redefine a família Palmae e *Geonomeae* passa a ser tribo, em vez de subtribo.

Antes de Drude, muitas espécies de palmeiras foram coletadas e descritas por Richard Spruce, durante o período em que esteve na Amazônia, entre os anos

de 1849 e 1860, o que resultou numa publicação em 1871, onde o autor propôs a divisão do gênero em duas secções: *Astrandroeceum* e *Eugeonoma*, caracterizando-as pela forma do tubo estaminodial apresentado pela flor feminina. Nessa publicação, são apresentados 42 novos táxons para o gênero.

Quase no mesmo período, Barbosa Rodrigues (1875, 1903), que também excursionou por longo período pela Amazônia, acrescentou, entre outras informações, mais 24 táxons ao gênero. Outros botânicos como Karsten (1857), Oersted (1859) e Drude (1887), reconheceram o gênero, e acrescentaram três, duas e quatorze novas descrições, respectivamente.

Posteriormente, Burret (1930) publica uma monografia – *Geonomeae Americanae*, e aproveitando os manuscritos de Wendland, estabelece dois novos gêneros: *Taenianthera* e *Kalbrejera*, e descreve mais 51 espécies para o gênero *Geonoma*, aumentando consistentemente o número de novos nomes – 125, aproximadamente.

Na década seguinte, Bailey (1943), estudando a Flora do Panamá, descreve mais três espécies para *Geonoma*, que foram incorporadas ao gênero *Calyptrogyne* por Wessels Boer (1968). Um pouco antes da revisão feita por Wessels Boer, Moore (1966) estabeleceu um novo gênero para a tribo – *Aristeyera*, com base em caracteres reprodutivos.

Wessels Boer (1968) por sua vez redefine a tribo e considera quatro gêneros: (1) *Calyptrogyne*, incluindo *Calyptronoma* e *Pholidostachys* (2); *Welfia* (3); *Asterogyne*, incluindo *Aristeyera*; e (4) *Geonoma*, incluindo *Taenianthera* e *Kalbrejera*, reconhecendo para este último 75 espécies.

Skov (1989) redefiniu *Geonoma* para o Equador, verificando a ocorrência de muitas variações morfológicas entre as espécies registradas para aquele país, tratando muitas delas como variedades.

Adotando o mesmo critério de Skov, Henderson (1995) aceitou 51 nomes para o gênero *Geonoma*, reduzindo muitos dos nomes válidos para outros botânicos a sinônimos ou variedades, conforme já mencionados no início (Tabela 1).

Stauffer (1997), por sua vez, trabalhando com palmeiras da Venezuela, parece não fugir ao mesmo procedimento dos dois últimos autores citados, reconheceu a espécie *Geonoma spinescens* H. Wendl. ex Burret, e descreveu uma

nova variedade para esta: *Geonoma spinescens* var. *braunii*. Stauffer afirma que os caracteres vegetativos e reprodutivos são claramente diferenciados, mas não, na sua opinião, suficientes para categorizá-la como uma nova espécie. No mesmo ano, no Equador, Borchsenius (1997a) acrescentou mais uma espécie ao gênero – *Geonoma irena*.

Recentemente, Noblick descreveu uma nova espécie para o nordeste do Brasil – *Geonoma litoralis* (Lorenzi *et al.*, 2004).

2.1. O Complexo *Geonoma maxima*

***Geonoma maxima* (Poit.) Kunth, Enum. Pl. 3: 229. 1841; Drude *in* Martius. Flora Bras. 3(2): 483. 1882; Burret, Jahrb. 63: 260.1930. Holótipo: P**

Geonoma maxima foi coletada por Poiteau na Guiana Francesa e descrita por ele com o nome de *Gynestum maximum*. Essa amostra faz parte da coleção histórica do Herbário do Museu de Historia Natural de Paris (P). Está representada apenas por folha e inflorescência. Na ficha que acompanha o exemplar não consta número de coleta, localidade e nem a data (Figura 1 A-B). A descrição e ilustração foram publicadas no ano de 1822, em um periódico intitulado: “*Mémoires du Muséum D’ Histoire Naturelle*, Paris IX, nas páginas 388 e 389, Tab. I” (Figura 2 e 3 A-B).

Gynestum maximum foi revalidada por Kunth em 1841 com o nome de *Geonoma maxima*, publicado em artigo denominado *Enumeratio Plantarum Omnium Hucusque Cognitarum*, número 3 na página 229 (Wessels Boer, 1968).



Figura 1 A-B *Geonoma maxima*. Tipo depositado no Herbário do Museu de Paris (P). **(A)** Folha pinada; **(B)** Infrutescência. Cortesia do Prof.Dr. Guillaumet.



Figura 2. Ilustração original de *Geonoma maxima*, feita por Poiteau (1822). Incorporada ao acervo do Museu de Paris. Cortesia do Prof. Dr. Guillaumet.

Le fruit est un petit drupe ovale ou arrondi, crustacé, légèrement charnu à l'extérieur, uniloculaire, ayant l'embryon logé à la base (1).

TABLEAU DES ESPÈCES.

GYNESTUM maximum. GRAND WOUAÏE. Tab. I.

Monoica : foliis pinnatis ; foliolis numerosis lanceolatis : spadice cernuo, ramis ramosis composito.

Ce palmier, que j'appelle grand wouaïe, ne s'élève pourtant pas au-dessus de dix à douze pieds; mais il est beaucoup plus haut que les autres espèces de son genre. Sa tige n'a que quinze ou seize lignes de diamètre; elle est droite, nue, blanchâtre, garnie de nœuds placés à trois ou quatre pouces les uns des autres; les feuilles réunies au sommet, élégamment arquées et formant une sorte d'ombrelle dans leur ensemble, sont ailées, longues de quatre pieds, composées chacune de vingt à trente folioles lancéolées, aiguës, longues de huit à neuf pouces.

Les régimes naissent au-dessous des feuilles; c'est-à-dire que les feuilles dans l'aisselle desquelles ils se développent tombent avant que ces régimes aient pris un accroissement sensible. Ils sont ordinairement alternativement l'un mâle et l'autre femelle: la spathe assez petite et très-roide est d'abord

(1) L'état actuel de la science ne permettant pas de mettre la réunion ou la séparation des sexes au nombre des caractères génériques quand cette circonstance n'entraîne pas avec elle d'autres modifications, le genre que j'établis semble offrir une sorte d'anomalie dans la famille des Palmiers, où chaque genre étoit considéré jusqu'ici comme tout hermaphrodite, ou tout monoïque; ou tout dioïque.

concave du côté de la tige par la pression qu'elle a éprouvée sous un pétiole de la feuille; elle s'ouvre ensuite du côté extérieur et laisse échapper un régime divergent et incliné, long d'un pied, et grêle, composé de rameaux rameux, un peu tortueux. Les fleurs sont nombreuses, sessiles, blanchâtres. Aux fleurs femelles succèdent de petits fruits ronds, d'un violet noir dans la maturité, gros comme des pois, et qui conservent à la base le calice, la corolle, le phycostème et le style.

J'ai observé ce palmier en fleur et en fruit en novembre sur les rives de la Mana : on le trouve aussi dans les grands bois aux environs de la Gabrielle : il pullule du pied moins abondamment que les espèces suivantes, et s'en distingue particulièrement par ses feuilles ailées, et en ce qu'il porte des régimes mâles et des régimes femelles. Son tronc sert à faire des cannes et des lattes, moins estimées que celles que fournit l'espèce suivante :

Figura 3 B. Continuação da descrição da espécie *Geonoma maxima*, feita por Poiteau em 1822.

Ainda em meados do século XIX surgiram várias descrições feitas por diferentes botânicos que excursionaram pela Amazônia, entre os quais Martius, que reconheceu *Geonoma maxima* e descreveu, entre outros representantes do gênero, *Geonoma multiflora*, com base em coleta feita no Pará, cujo material testemunho, não visto, está depositado no herbário de Munique (M). Na sua descrição não consta, número de coleta, nem maiores detalhes sobre a localidade, cuja publicação foi feita em *Historia Naturalis Palmarum* no ano de 1823. Wessels Boer (1968), o último a fazer revisão da Tribo *Geonomeae*, reconheceu as duas espécies, entretanto, muitas que surgiram em igual período, não passam de sinônimos de *Geonoma maxima*, para o autor.

Spruce (1871) não se refere a *Geonoma maxima*, e descreveu, entre outras, *Geonoma discolor*, *Geonoma paraensis*, *Geonoma hexasticha*, *Geonoma negrensis* e *Geonoma ambigua*. Todas, exceto *Geonoma paraensis*, foram consideradas por Wessels Boer (1968) como sinônimos de *Geonoma maxima*.

Barbosa Rodrigues (1903), não reconheceu *Geonoma maxima* e, por sua vez, também descreveu várias espécies, entre as quais, *Geonoma capanemae*, *Geonoma brachyfoliata*, *Geonoma falcata*, *Geonoma bijugata*, *Geonoma speciosa*, que para Wessels Boer (1968) são outros sinônimos de *Geonoma maxima*.

Burret na revisão da Tribo *Geonomeae* em 1930, aceitou não só a descrição de *Geonoma maxima*, mas também outra, *Geonoma multiflora*. Nas suas anotações, Burret chama a atenção para as condições do material coletado por Martius, depositado no herbário de Munique (M), um pouco fragmentado, incompleto, bem como das suas descrições confusas. Na sua opinião, Martius descreveu *Geonoma multiflora* e reconheceu *Geonoma maxima* com base em dois exemplares depositados naquele herbário, coletados na Guiana Francesa por M. Leprieur em 1839. Burret considerou ainda que *Geonoma paraensis* descrita por Spruce é sinônimo de *Geonoma multiflora*.

A semelhança observada por Burret nesses exemplares, não impediu, contudo, de descrever outras tantas espécies, tais como, *Geonoma latisecta* e *Geonoma camptoneura*, e também de aceitar algumas das descrições feitas por Barbosa Rodrigues (entre as quais, *G. falcata*, *G. bijugata* e *G. speciosa*). Para Wessels Boer (1968) estes nomes são sinônimos de *Geonoma maxima*.

No presente, *Geonoma maxima* é considerada por Henderson (1995) tal qual assinalada, como sendo formada por um Complexo de espécies, onde estão incluídas como principais: *G. maxima*, *G. ambigua*, *G. chelidonura* e *G. spixiana*, sobre as quais serão acrescentadas considerações logo a seguir.

2.1.1. Considerações sobre a identificação taxonômica de *Geonoma ambigua*

***Geonoma ambigua* Spruce, J. Linn. Soc. 11:111.1871; Burret, Bot. Jahrb. 63: 263. 1930. Holotipo: K.**

Geonoma ambigua foi descrita por Spruce, com base em coleta feita por Appun, de número 566, procedente da Guiana Britânica. Na sua descrição, publicada em 1871 no Linnean Society's Journal – Botany, Vol. XI, página 111, não consta a data nem maiores detalhes a respeito do local de coleta. Essa amostra tem material testemunho depositado no herbário do Royal Botanic Garden, Kew. Em seu manuscrito, entre tantos caracteres apontados, o autor classifica a planta entre aquelas que apresentam folhas bifurcadas, outro caráter importante que o autor menciona é o ângulo (entre a ráquis e a pina), que segundo ele, mede 30°; e os alvéolos próximos um pouco inclinados em fileiras de cinco com lábio inferior ereto bilobado. Na descrição original se lê:

“foliis bifurcis.... angulo costali 30° ... alveolis sub-5-stichis labio inferiore erecto bilobo...”

Spruce também descreveu uma outra espécie, *Geonoma schomburgkiana*, através de amostra coletada por Schomburgk em 1837, registrada com o número 705, também de mesma procedência. O material original também está depositado no herbário do Royal Botanic Garden, Kew (K). A descrição, semelhante a de

Geonoma ambigua, foi publicada em 1871 no Linnean Society's Journal – Botany, Vol. XI.

Na sua descrição, também na página 111, se lê: folhas bífidas, formando um ângulo com a ráquis de 20°. O autor chama a atenção sobre a semelhança dessa amostra com *Geonoma chelidonura* e *Geonoma spixiana*, sendo as folhas dessa última, muito maiores, na sua opinião. Tanto *Geonoma ambigua* como *Geonoma schomburgkiana* foram consideradas por Wessels Boer (1968) como sendo sinônimos de *Geonoma maxima*.

Essas espécies são citadas por Burret (1930) na página 263, sem tecer qualquer comentário a respeito, ou apenas notificando que não viu tais exemplares. Ele, por sua vez descreveu, entre outras, *Geonoma robusta*, com base em amostra coletada no Rio Canawaruki, Guiana Britânica, por A. W. Bartlet, cujo número de coleta é 6/8189. O exemplar foi depositado no herbário do Museu de Berlim (B), mas não há material testemunho, segundo Wessels Boer (1968), por conta da destruição ocorrida naquele Museu.

Na descrição de *Geonoma robusta*, na página 259 se lê: ...”*Segmenta bifurcationem... angulo 30° ; ... Foveae spiraliter... 6mm...*”

Ou seja, pinas bifurcadas, ângulo de 30°, e alvéolos (cavidades) ou foveas espiralados distantes 6 mm uns dos outros. No final da descrição de Burret é citado que o período de floração e frutificação ocorreu em setembro de 1905.

Wessels Boer (1968) considerou *Geonoma robusta* como sinônimo de *Geonoma maxima*.

Semelhante ao que defendia Wessels Boer, Henderson (1995), considera que *Geonoma ambigua* é uma variedade de *Geonoma maxima*, sendo, *Geonoma schomburgkiana* e *Geonoma robusta* sinônimos desta.

2.1.2. Considerações sobre a identificação taxonômica de *Geonoma chelidonura*

***Geonoma chelidonura* Spruce, J. Linn. Soc. Bot. 11: 111 e 117. 1871; Drude in Martius. Flora Bras. 3(2): 502. 1882; Burret, Bot. Jahrb. 63. 250. 1930. Holotipo: K.**

Geonoma chelidonura foi descrita por Spruce em 1871 no Linnean Society's Journal - Botany XI na página 111 e, com maiores detalhes, na página 117, com base em material coletado pelo próprio Spruce, em áreas inundadas próximas do Rio Uaupés, no estado do Amazonas, Brasil, e no Rio Casiquiari na Venezuela. Na sua descrição o autor se refere às amostras de números 43 e 73 como o material representativo, assinalando, entre outros caracteres, que as amostras apresentam folhas simples bifidas, cujo ângulo entre a ráquis e a lâmina é de 30°. Já na página 117, onde o autor detalha mais a descrição, se lê um ângulo medindo entre 22 e 37°; e alvéolos distribuídos em número de cinco, tendo lábio inferior maior e bilobado.

Spruce também descreveu outra espécie, *Geonoma tuberculata* coletada pelo próprio com o número 18, nas proximidades do Rio Negro, cujos caracteres verificados na descrição se assemelham bastante com o que é visto em *Geonoma chelidonura*.

Na sua descrição, página 112, se destaca:

... “*pinnis bijugis, ... ramis 5-6, alveolis labio inferiore emarginato v. breviter bifido..*” o que significa que a palmeira tem folhas com quatro pinas; ráquias cinco a seis com alvéolos de lábio inferior emarginado curtamente bifido. Todas essas características são vistas em *Geonoma chelidonura*.

Essas amostras estão depositadas no herbário do Royal Botanic Gardens, Kew (K), na Inglaterra.

Burret (1930) aceitou essa descrição, enquanto Wessels Boer (1968) se referiu a mesma como sinônimo de *Geonoma aspidiifolia*.

Em um período posterior às descrições de Spruce, surgiram outras descrições dessa vez feitas por Traill, com muitas delas publicadas em 1876, uma das quais, *Geonoma spruceana*; vindo em seguida, Barbosa Rodrigues, publicando

em 1903, muitas espécies. Barbosa Rodrigues descreveu, entre várias, conforme já assinaladas, *Geonoma speciosa*, *Geonoma falcata*, *Geonoma palustris* e *Geonoma bijugata*, com as mesmas características de *Geonoma chelidonura*, inclusive podendo ser comprovadas através das próprias ilustrações feitas pelo autor. Não há material testemunho depositado em herbários. Burret (1930) que fez revisão da Tribo *Geonomeae*, aceitou muitas das descrições de Barbosa Rodrigues, entre as quais, *Geonoma speciosa*, *Geonoma bijugata* e *Geonoma falcata*.

Wessels Boer (1968) considerou *Geonoma chelidonura* como sinônimo de *Geonoma aspidiifolia*, outra espécie pertencente à coleção de Spruce. A descrição de *Geonoma aspidiifolia* foi publicada também em 1871 no *Linnean Society's Journal - Botany XI*, com base numa coleta de número 75, procedente das imediações do Rio Tarumã, afluente do Rio Negro, Amazonas, Brasil. Entretanto, as descrições das duas espécies nas páginas 111, 112 e 117 diferem em muito uma da outra.

Provavelmente, Wessels Boer ao se referir a *Geonoma chelidonura* só teve acesso a espécimes incompletos ou, ainda, tendo observado a espécie no campo, não viu indivíduos no tamanho adulto. Na chave de identificação elaborada pelo próprio Wessels Boer (1971), para as palmeiras da Venezuela, o autor acrescenta uma nova descrição (*Geonoma fusca*) com os caracteres que correspondem exatamente ao que se vê em *Geonoma aspidiifolia*.

Com essa confusão, Wessels Boer incluiu ainda como sinônimo de *G. aspidiifolia*: *Geonoma turbeculata* Spruce, *Geonoma furcifolia* Barb. Rodr., *Geonoma palustris*, *Geonoma uliginosa* Barb. Rodr., *Geonoma dasystachys* Burret, *Geonoma lakoi* Burret e *Geonoma parvisecta* Burret.

Essas descrições basicamente não se assemelham com *Geonoma aspidiifolia*, é o caso, por exemplo, de *G. parvisecta*. Uma das amostras que serviu de base para Burret nomeá-la, está depositada no herbário do Museu Nacional do Rio de Janeiro (R), coletada por Luetzelburg (no. 22278). Suas características morfológicas, no entanto, levam a crer que se trata de *Geonoma maxima*.

Wessels Boer (1968) não aceitou a descrição de *Geonoma chelidonura*, mas reconheceu uma outra espécie que na atualidade é vista como sinônimo da mesma, denominada de *Geonoma juruana*, descrita por Dammer, com base em coleta feita por Ule com número 5744 procedente do Rio Juruá-Mirim, Acre, Brasil, publicada em

em 1906. Esse material está representado no herbário do Museu Goeldi (MG) em Belém, cujo registro é MG – 5664. O autor acrescenta que *G. juruana* tem como sinônimo *G. longisecta*, espécie descrita por Burret em 1930, na página 257, com base em material coletado por Tessmann, no. 5087 em Iquitos, Peru.

Henderson (1995) considerou tanto *Geonoma juruana* como *Geonoma chelidonura* como sinônimos de *G. maxima* var. *chelidonura*, estabelecendo uma nova posição para *Geonoma chelidonura*.

Com referência ainda a coleção de Spruce, há uma outra descrição denominada de *Geonoma densiflora*, coletada pelo próprio Spruce na área de influência do Rio Negro, que é também confundida com as espécies do Complexo estudado. Henderson também incluiu esse nome como sinônimo de *G. maxima* var. *chelidonura*.

2.1.3. Considerações sobre a identificação taxonômica de *Geonoma spixiana*

***Geonoma spixiana* Mart. Hist. Nat. Palm. 2:15, t 15,16; 21 f 3. 1823; Martius, Palmet. Orbign. 33. 1847; Drude in Martius, Flora Bras. 3(2): 488. 1882. Burret, Bot. Jahrb. 63. 263. 1930. Holótipo: M.**

Geonoma spixiana é a última espécie a ser questionada, dentro do Complexo *Geonoma maxima*. Foi descrita por Martius a partir de amostras coletadas pelo próprio autor no rio Japurá, no estado do Amazonas, Brasil. A data e o número de coleta não são mencionados na descrição. O exemplar foi depositado no herbário de Munique (M). Na sua descrição, Martius diz que a planta tem caules solitários e delgados; folhas bifurcadas, retas e plicadas. Espádice grande, com ráquias eretas e grossas, com alvéolos de lábios emarginados. O autor acrescenta que esta espécie é muito freqüente entre o Rio Japurá e Rio Purus.

Spruce (1871) se refere a *Geonoma spixiana* em dois momentos de forma muito superficial. Num primeiro momento, quando o autor está tratando do gênero como um todo, na página 103, ele afirma que *Geonoma spixiana* está entre as espécies de *Geonoma* confinadas a Amazônia e Guayana. Em outro momento, em

que descreve *Geonoma schomburgkiana* nas páginas 111 e 112, menciona a semelhança desta com *Geonoma chelidonura*, *G. portiana* Wendl. e *G. spixiana*, incluindo todas como apresentando folhas simples bifurcadas.

Burret (1930) reconheceu *Geonoma spixiana* e chama a atenção para as folhas inteiras e grandes apresentadas por esta espécie. O autor inclui numa chave de identificação essa espécie e mais *G. ambigua* e *G. schomburgkiana*. Destacando *Geonoma spixiana* e *Geonoma ambigua* por apresentar raquillas grossas. No entanto, descreveu outra espécie com as mesmas características de *Geonoma spixiana*. Denominando-a de *Geonoma grandisecta*, descrita com base em uma coleta feita em 1928 por Huebner de número 106, procedente de Campos Sales, município de Manaus. Burret, na página 258 da obra intitulada *Geonomeae Americanae*, já citada, descreve *Geonoma grandisecta* como sendo uma palmeira robusta de 2,5 m de altura, estipe com 2 cm de diâmetro. Lamina rígida com 1,50 m de comprimento; ângulo com a raque de 15°. Fóveas ou alvéolos numa mesma seqüência ao longo das ráquillas, distantes 3 mm umas das outras.

Na chave de identificação, se lê:

“... *Segmenta valde porrecta, cum rhachi angulum circ. 15° formantia. Frondes magnae, lamina 1,50 m circ. Longa, rhachis 80 cm fere longa...*”

O autor chama a atenção para quase todos caracteres citados no parágrafo anterior. O exemplar foi depositado no herbário do Museu de Berlim (B), não tendo material testemunho devido a destruição sofrida naquele Museu. Outra coleta feita por Luetzelburg no mesmo local, de número 22026, que está depositada no herbário do Museu Nacional do Rio de Janeiro (R), passou a ser o material testemunho ou isotipo.

Wessels Boer (1968) também reconheceu *Geonoma spixiana*, e considerou a descrição de Burret (*Geonoma grandisecta*) como sinônimo dela.

Henderson (1995) aceitou *Geonoma spixiana* como sendo outra variedade de *Geonoma maxima*, considerando, portanto *Geonoma grandisecta* como sinônimo desta variedade.

Em resumo, a Tabela 2 mostra as espécies descritas por diferentes autores questionadas dentro do Complexo *Geonoma maxima*.

Tabela 2. Espécies questionadas dentro do Complexo *Geonoma maxima*, segundo diferentes autores.

| Poteau (1822) | Martius (1823) | Spruce (1871) | Traill (1876) | Barbosa Rodrigues (1903) | Dammer (1906) | Burret (1930) |
|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| <i>G. maxima</i> | <i>G. multifora</i> | <i>G. paraensis</i> | <i>G. spruceana</i> | <i>G. bijugata</i> | <i>G. juruana</i> | <i>G. grandisecta</i> |
| <i>G. baculifera</i> | <i>G. spixiana</i> | <i>G. hexasticha</i> | | <i>G. brachyfoliata</i> | | <i>G. robusta</i> |
| | | <i>G. negrensis</i> | | <i>G. capanemae</i> | | <i>G. latisecta</i> |
| | | <i>G. discolor</i> | | <i>G. falcata</i> | | <i>Calyptronoma robusta</i> |
| | | <i>G. chelidonura</i> | | <i>G. speciosa</i> | | <i>G. parvisecta</i> |
| | | <i>G. ambigua</i> | | <i>G. palustris</i> | | <i>G. lakoi</i> |
| | | <i>G. densiflora</i> | | <i>G. yauaperyensis</i> | | <i>G. longisecta</i> |
| | | <i>G. schomburgkiana</i> | | <i>G. uliginosa</i> | | <i>G. huebneri</i> |
| | | <i>G. personata</i> | | | | |
| | | <i>G. tuberculata</i> | | | | |

III. MATERIAL E MÉTODOS

O material estudado compreendeu amostras de *Geonoma maxima*, *Geonoma ambigua*, *Geonoma chelidonura* e *Geonoma spixiana*, provenientes de diferentes herbários, e de amostras recentes, coletadas para o presente estudo de diversas localidades da Amazônia. Os locais de coleta abrangeram florestas de terra firme e florestas ocasionalmente inundadas, estando entre estas últimas, áreas de influência das águas barrentas (várzea) e águas escuras (igapó) (Tabela 3, Figura 4A-C).

Parte das amostras coletadas foi herborizada e depositada nos herbários do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), da Universidade Luterana Brasileira – ULBRA (HGTP) e da Universidade Federal do Amazonas (HUAM), e a outra parte foi conduzida aos laboratórios de Citogenética da Universidade Federal de Pernambuco e laboratório de Biologia Molecular do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Algumas dessas coletas foram ainda analisadas no laboratório de fitoquímica dessa última instituição, na tentativa de obter algumas informações sobre os flavonóides existentes nas plantas. Os procedimentos necessários para análise desses parâmetros são descritos a seguir.



Figura 4 A-C. Locais onde ocorrem *Geonoma maxima*, *Geonoma chelidonura* e *Geonoma spixiana*. **(A)**; Terra firme **(B)** Águas barrentas; **(C)** Águas negras.

1. Procedimentos para análise dos caracteres morfológicos

A caracterização morfológica das espécies, *Geonoma maxima*, *Geonoma ambigua*, *Geonoma chelidonura*, e *Geonoma spixiana*, foi feita a partir do estudo do material botânico, de coletas recentes (Tabela 4, ANEXO) e de espécimes depositados nos diferentes herbários consultados (Tabela 5 em ANEXO), descrevendo e quantificando os seguintes caracteres: altura do indivíduo, cor, número e diâmetro do estipe (Anexo, item 3), este último sendo medido através de um paquímetro manual; distância entre os entrenós (Anexo, item 3), medida através de uma fita métrica; forma e quantidade de folhas, número, comprimento e largura das pinas (Anexo, item 3), nesse caso o comprimento foi medido da segunda pina (da base para o ápice) e a largura foi medida após 3 cm da base da pina, esse procedimento foi aplicado para *G. maxima*.

Para as demais espécies, o comprimento foi medido do primeiro par de pinas, e a largura foi medida também a partir de 3 cm da base da mesma. Esse procedimento foi adotado porque muitas vezes a amostra de herbário estava incompleta, sem o segundo par, ou apenas constando uma parte.

O ângulo – um caráter importante na diferenciação das espécies foi medido entre a ráquis e o primeiro par das pinas (da base para o ápice), para as espécies *G. chelidonura*, *G. ambigua* e *G. spixiana*; já no caso de *G. maxima*, a medição do ângulo foi feita entre a ráquis e o segundo par de pinas. No caso da inflorescência, verificou-se o tipo: se ramificada uma, duas ou mais vezes (Anexo, item 3); número de ráquias (Anexo, item 3), tamanho e diâmetro da ráquila basal; forma, distribuição e distância dos alvéolos (Anexo, item 3); odor, forma, cor e tamanho das flores (estaminadas e pistiladas); odor; forma, tamanho e quantidade de frutos.

No transcorrer do trabalho, mediante consulta às coleções de herbários, foram analisadas amostras e descrições originais e/ou ilustrações feitas por diferentes autores no passado, conforme já citadas, e a partir daí relacionados quais caracteres se diferenciavam ou se assemelhavam com o Complexo e com as coletas recentes, o que permitiu a elaboração de uma nova proposta de sinonímia.

Durante as excursões e nas ocasiões em que estavam sendo consultadas as coleções, muitas fotografias foram feitas das amostras, buscando soluções no

sentido de contribuir no entendimento entre as semelhanças e/ou diferenças apresentadas pelas espécies estudadas.

Após a obtenção dos dados estes foram analisados através do programa Sistema Delta (DEscription Language for TAXonomy), onde todos caracteres são listados e, elaboradas descrições para cada táxon numa linguagem comum.

2. Procedimentos para análise molecular

As coletas para análise molecular foram feitas com base nos procedimentos de rotina empregados no laboratório de Biologia Molecular da Universidade de São Paulo (USP). Após a coleta, cada amostra foi fragmentada e colocada imediatamente dentro de saco plástico contendo sílica-gel com indicador de umidade. No final de cada excursão as amostras eram conduzidas ao laboratório LABAF da Universidade Federal do Amazonas e guardadas no freezer. E assim permaneceram até que se tivesse a quantidade de amostras necessárias para serem levadas ao laboratório da USP. Dessa maneira, foram coletadas 11(onze) amostras de folhas de *Geonoma maxima*, 09 (nove) de *Geonoma chelidonura* e 13 (treze) de *Geonoma spixiana*, de diferentes locais (Tabela 3, Figura 4A-C), sempre distantes um indivíduo do outro, no mínimo um (1) quilômetro, salvo algumas repetições de amostras de um mesmo indivíduo. A proposta inicial era coletar amostras de 6 (seis) indivíduos de cada espécie, mas com a intenção de garantir o material, diante das dificuldades de ir ao campo, foram coletadas mais amostras.

Tabela 3. Locais e datas de coleta das amostras para análises em laboratório.

| Espécie | Data | Local |
|----------------------------|--------------------------|---|
| <i>Geonoma maxima</i> | 23/09/2003 | Reserva Ducke (Central, Platô) |
| | 23/09/2003 | Reserva Ducke (Central, Igarapé/alojamento) |
| | 21/06/2004 | Reserva Ducke (Central, L-03) |
| | 22/06/2004 | Reserva Ducke (Central, Campo) |
| | 14/07/2004 | Reserva Ducke (Central, Curva) |
| | 14/07/2004 | Reserva Ducke (Central, Casinha) |
| | 14/09/2004 | Reserva Ducke (Km 32, Tinga) |
| | 28/09/2004 | Fazenda UFAM |
| | 14/01/2005 | Itacoatiara, km 227, Mil |
| | 14/01/2005 | Itacoatiara, km 227, Mil |
| <i>Geonoma chelidonura</i> | 22/09/2003 | Reserva Ducke (Central, NS-1) |
| | 23/09/2003 | Reserva Ducke (Central, Igarapé/alojamento) |
| | 21/06/2004 | Reserva Ducke (Central, L-03) |
| | 24/07/2004 | Reserva Ducke (Central, Igarapé Acará) |
| | 14/09/2004 | Reserva da Campina – INPA |
| | 14/09/2004 | Reserva Ducke (Km 32, Tinga) |
| | 21/09/2004 | Reserva Ducke (Sabiá) |
| | 28/09/2004 | Fazenda UFAM |
| | 27/01/2005 | Campus – INPA |
| | 23/09/2003 | Reserva Ducke (Central, vertente) |
| <i>Geonoma spixiana</i> | 23/09/2003 | Reserva Ducke (Central, platô) |
| | 23/09/2003 | Reserva Ducke |
| | 19/11/2003 | Reserva Ducke (Central, sentido Acará) |
| | 19/11/2003 | Reserva Ducke (Central, Entrada) |
| | 14/07/2004 | Reserva Ducke (Central, Curva) |
| | 14/09/2004 | Reserva Ducke (Km 32, Tinga) |
| | 28/09/2004 | Fazenda UFAM |
| | 19/10/2004 | Reserva Ducke (Central, sentido Acará) |
| | 26/10/2004 | Reserva Ducke (Km 32, Tinga) |
| | 14/01/2005 | Itacoatiara, km 227, Mil |
| 14/01/2005 | Itacoatiara, km 227, Mil | |
| 14/01/2005 | Itacoatiara, km 227, Mil | |

No laboratório da USP tiveram início as atividades, conforme o que se havia planejado, empregando a técnica de AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphisms), seguindo o protocolo de Ferreira & Grattapaglia (1995, ANEXO), com algumas modificações. Mediante esse protocolo as amostras foram submetidas à extração do DNA, onde são realizadas várias etapas, entre as quais, a eletroforese (ANEXO, item 3) em gel de agarose 1% onde o DNA é ressuspendido. (Figura 5A-B)

Logo após a extração, o DNA é quantificado em fluorômetro (Hoefer DyNA Quant, Pharmacia) por comparação com soluções de concentração conhecida de timo de Bezerro, para que se obtenha uma padronização entre as amostras, evitando assim, que nas reações de digestão, que é a etapa seguinte, haja digestões incompletas, o que pode interferir no resultado final (PE Applied Biosystems, 2000).

Nas Reações de Digestão do DNA foram utilizadas as enzimas ***Eco RI*** e ***Mse I*** (InvitrogenTM), e o tampão 5X DNA Ligase Reaction Buffer, junto com a enzima T4 DNA Ligase (InvitrogenTM). Concluída essa etapa, o passo seguinte foi a Reação de Ligação dos adaptadores utilizando a enzima T4 DNA Ligase e o tampão 5X DNA Ligase Reaction Buffer (InvitrogenTM), NaCl 0,5M, BSA 1 mg/ml (bovine serum albumin) (InvitrogenTM) e adaptadores ***Eco RI*** e ***Mse I*** (Applied Biosystems, 2000).

As próximas etapas foram a amplificação pré-seletiva e seletiva, utilizando reagentes que fazem parte do kit AFLP Plant Mapping Kit da Applied Biosystems (Applied Biosystems, 2000). Foram testadas três combinações de iniciadores: AC-CAG, TG-CAA e AG-CTG. A combinação TG-CAA não amplificou, descartando tal combinação e repetindo as demais, que deram certo. Com isso, foi feita a detecção dos fragmentos nas amostras, através do sequenciador automático de DNA ABI Prism 310 da Applied Biosystems, seguindo o protocolo de AFLP Plant Mapping Protocol (Applied Biosystems, 2000) e o Manual ABI Prism 310 GENETIC Analyser (Applied Biosystems, 2001a), sendo classificados quanto ao tamanho em pares de bases, mediante a adição de fragmentos de DNA padrão de tamanhos conhecidos, permitindo a leitura dos mesmos junto com os fragmentos das amostras, onde por meio de uma linha de regressão, o tamanho em pares de bases dos fragmentos da amostra é determinado.

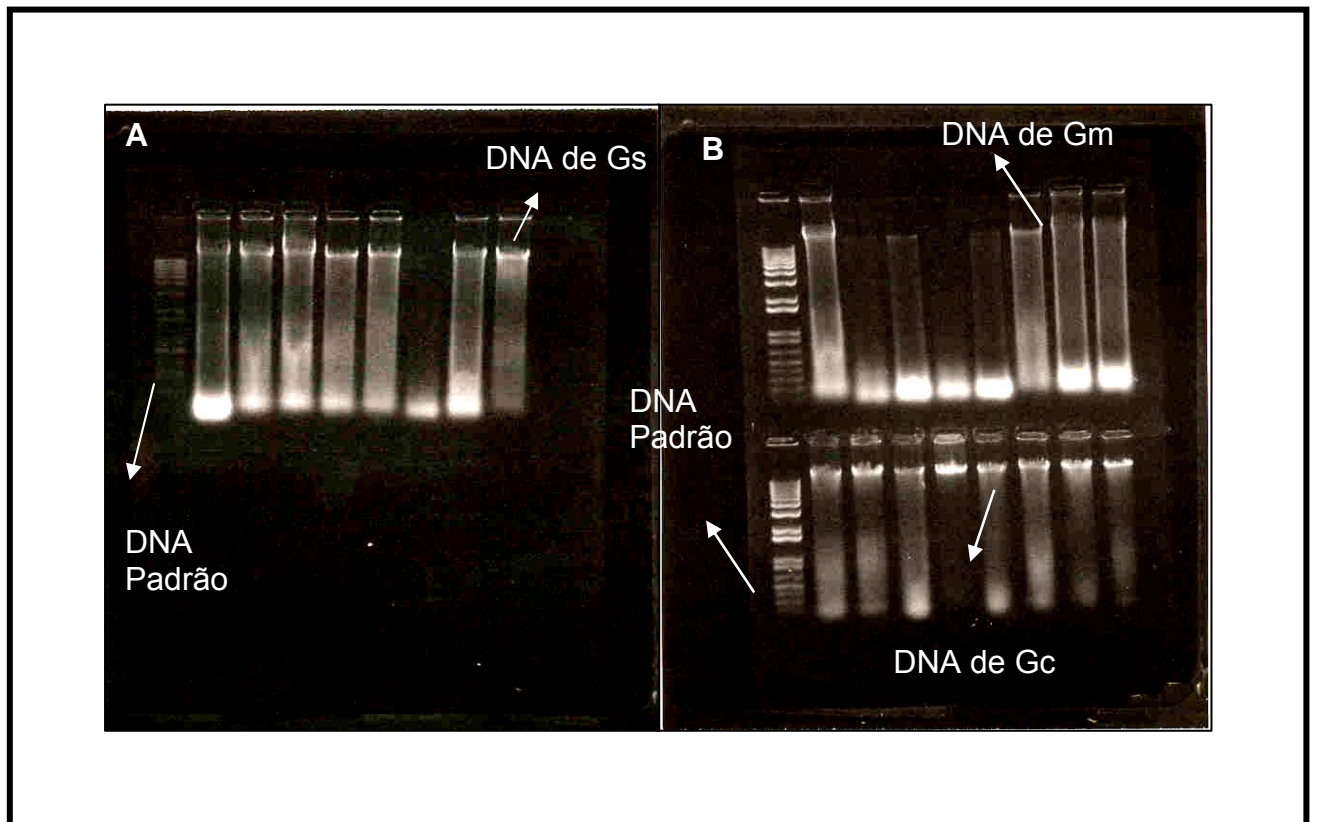


Figura 5 A-B. 1^a Etapa: extração de DNA. DNA suspenso em gel de agarose 1%. **(A)** Lado esquerdo, amostra do DNA padrão, e ao lado amostras de DNA de *Geonoma spixiana* (Gs); **(B)** DNA padrão, e ao lado DNA de *Geonoma maxima* (Gm) e *Geonoma chelidonura* (Gc).

Feitas essas etapas, se obtêm os dados brutos que são submetidos a uma primeira análise, conduzida através do programa Genescan Analysis Software 3.1 (Applied Biosystems, 1998), onde são classificados os fragmentos quanto ao tamanho que possuem, mediante a escolha de intensidade mínima dos fragmentos, em unidades de fluorescência, podendo variar entre 50 e 100 unidades de fluorescência (Applied Biosystems, 1998). Nesse estudo foi adotado o valor de 50 unidades de fluorescência como mínimo para inclusão de fragmentos na análise.

A etapa posterior foi a conversão dos eletroferogramas (Anexo, item 3) com os fragmentos selecionados, em matrizes de presença e ausência (matriz do tipo 0 e 1) realizada através do programa ABI Prism Genotyper 2.5 Software (Applied Biosystems, 2001b)

Com a obtenção da matriz do tipo presença/ausência, os dados foram exportados para o Excel® (Microsoft), para que fossem trabalhados através de análises multivariadas. A partir de então foram utilizados os programas FITOPAC (Shepherd, 1996) e NTSY'S (Rohlf, 1990), realizando análises de agrupamento pelos métodos de UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Average) e Ward (Variância mínima), onde foram empregados três coeficientes de distâncias, Jaccard, Bray Curtis e Dice, para que fossem construídos os dendrogramas e pudessem ser avaliadas as relações de afinidades entre as populações.

3. Procedimentos para análise citogenética

Foram coletadas 23 amostras de pontas de raízes jovens em franco crescimento, de indivíduos adultos das espécies *Geonoma maxima*, *G. chelidonura* e *G. spixiana*, de diferentes locais da Amazônia Central (Tabela 3, Figuras 4 e 6 A-C). Essas amostras foram colocadas imediatamente em pequenos frascos de 20 ml contendo solução de 8-hidroquinoleína (8 HQ) 0,002 M, mantida sob refrigeração, numa quantidade suficiente para cobrir a amostra. Essa solução foi usada para bloquear o ciclo mitótico na metáfase, levando a um acúmulo de células nessa fase do ciclo, a mais importante quando se pretende estudar o número de cromossomos e a sua morfologia (cariótipo).



Figura 6 A-C: Procedimentos de coleta de raiz no Campo, para análise no Laboratório de Citogenética. **(A)** Retirando a planta do solo; **(B)** Coleta da raiz para ser colocada em solução de 8HQ sob refrigeração.

Em seguida foram conduzidas ao laboratório e colocadas na geladeira numa temperatura de 5°C por aproximadamente 20 horas. Após esse período, passou-se para a 2ª etapa que consiste na fixação das células. Para tal, foi preparada solução de Carnoy 3:1 (três partes de álcool etílico absoluto e uma de ácido acético glacial P.A). As raízes foram colocadas nesse fixador e mantidas na temperatura ambiente de um dia para outro. Após esse período as amostras foram para o freezer e ali

conservadas até o dia de seguir para o laboratório de Citogenética do Departamento de Biologia Molecular da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Ao chegarem ao laboratório as amostras foram imediatamente levadas para o freezer até o momento de começar a análise seguindo o protocolo de Técnicas em Citogenética (Guerra & Souza, 2002).

O trabalho teve início quando amostras dos ápices das raízes foram lavadas duas vezes em água destilada por cinco minutos. Logo após, por se tratarem de raízes bastante resistentes, foram submetidas à digestão enzimática (2% celulase e 20% pectinase), por 30 min numa temperatura de 37°C em câmara úmida. Em seguida foi adicionado ácido clorídrico (HCl 5 N) por 20 min e logo a seguir substituído por água.

Feita essa etapa foram preparadas lâminas onde pontas de raízes foram maceradas retirando-se a coifa, mediante a ação de ácido acético a 45% e o auxílio de agulha e estereomicroscópio. Depois do material bem espalhado cobriu-se com uma lamínula e foram congeladas em nitrogênio líquido por cerca de três min. Logo após, as lâminas foram coradas com Giemsa. Nesse processo de coloração é muito comum deixar as lâminas imersas no corante por 5 min e se obter uma boa coloração, no entanto para as amostras do presente estudo, esse tempo não foi suficiente, sendo necessários vários testes, chegando a conclusão, que o tempo ideal para se obter uma boa coloração fica em torno de 20 min. Em seguida foram escolhidas as melhores lâminas tanto pela coloração quanto pela visualização da metáfase, já que em muitas dessas foram observadas outras fases da mitose tais como, anáfase, telófase, fases que não são interessantes para contagem de cromossomos. Logo após foram montadas com entellan. Posteriormente foram contados os números de cromossomos.

Outras técnicas foram usadas nesse trabalho, tais como a coloração com os fluorocromos: DAPI (4',6-diamidino-2-fenilindol) que mostra constrições secundárias e regiões ricas em AT (Adenina e timina) e CMA (Cromomicina A) que cora regiões ricas em GC (guanina e citosina). Após o preparo das lâminas, foram examinadas através de um microscópio de fluorescência.

4. Procedimentos para análise fitoquímica

O estudo fitoquímico teve início com a seleção de seis amostras de folhas de seis indivíduos, pertencentes a três espécies (*Geonoma maxima*, *Geonoma chelidonura* e *Geonoma spixiana*), onde dois dos quais representaram cada uma das espécies, procedentes de diferentes locais da Amazônia Central, conforme são mencionados na Tabela 6.

Logo após, cerca de 25g de folhas secas e pulverizadas de cada uma dessas amostras foram submetidos à extração com metanol 80% (MeOH 80%), sob refluxo por uma hora, sendo o processo repetido três vezes, com o fim de obter a extração de flavonóides. Em seguida os extratos foram concentrados em rotaevaporador sob pressão controlada.

Tabela 6. Procedência das amostras utilizadas para análise fitoquímica.

| Espécie | Local | Data |
|----------------------------|-------------------------|-------------|
| <i>Geonoma maxima</i> | Fazenda UFAM | 28/09/2004 |
| | Itacoatiara-Mil, km 227 | 14/01/2005 |
| <i>Geonoma chelidonura</i> | Fazenda UFAM | 28/09/2004 |
| | Campus-INPA | 27/01/2005 |
| <i>Geonoma spixiana</i> | Fazenda UFAM | 28/09/2004 |
| | Itacoatiara-Mil, km 227 | 14/01/2005 |

A etapa seguinte foi analisar os extratos em cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE ou HPLC - Performance Liquid Chromatography) para que fossem detectados os picos correspondentes aos flavonóides presentes nas três espécies analisadas.

Com a obtenção da distribuição dos flavonóides, foram inferidas as relações de afinidades entre as espécies analisadas, através de análise multivariada, usando o método UPGMA e um índice de agrupamento (Jaccard), onde é construída uma matriz que utiliza a ausência ou a presença das substâncias. Sendo em seguida construído o dendrograma através do programa NTSYs (Rohlf, 1990), que permitiu visualizar as proximidades e distâncias entre os táxons estudados.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram examinadas 363 amostras entre representantes de *Geonoma maxima*, *Geonoma chelidonura*, *Geonoma spixiana* e *Geonoma ambigua*, procedentes de diferentes herbários, além dos registros de dados feitos anteriormente (Souza, 2000). Desse total, 22 representam coletas feitas durante as excursões a diferentes localidades (Tabela 4 e 5, ANEXO). Além desses, muitos indivíduos monitorados no campo estavam estéreis, ou muitas vezes as inflorescências ou infrutescências estavam muito velhas, sem condições de aproveitamento para fazer uma exsicata.

Para que se melhor compreenda os resultados desse trabalho, o entendimento de espécie usado aqui é aquele em que indivíduos representantes de um táxon têm características fenóticas e genóticas separáveis, quantitativamente e qualitativamente, de um outro táxon.

Ao mesmo tempo, foi levado em consideração que algumas variações muito pequenas vistas no campo, tais como uma folha, por exemplo, de um indivíduo apresentando 4 pinas e um outro indivíduo em outra localidade apresentando 6 pinas com a mesma forma, sem nenhuma diferença nos demais caracteres, ou ainda diferenças na distância entre os alvéolos na ráquila entre indivíduos, não foi motivo para considerá-los como pertencente a uma outra categoria taxonômica. Já que a plasticidade entre as palmeiras é muito grande. Possivelmente essas pequenas variações são muito fáceis de ocorrer devido às interações com o meio ambiente.

O planejamento de um estudo taxonômico na sua forma tradicional com palmeiras nem sempre aponta as limitações que possam vir aparecer no momento de sua execução, o que dificulta muitas vezes a obtenção dos resultados.

Nesse estudo isso ficou muito claro, foram muitos os exemplares encontrados incompletos nos diferentes herbários consultados. Isso foi comum não só entre amostras históricas, mas também entre amostras incorporadas recentemente, o que dificultou muitas vezes definir o espécime, assim como impediu de ter as medidas de todos os caracteres necessários. Tal fato já tinha sido chamado à atenção por Balick *et al.* (1982), ao discutirem as condições das

coleções de palmeiras encontradas nos herbários. Segundo esses autores, não só é grande o número de amostras incompletas, como também se observa poucas informações anotadas.

Seguem abaixo as descrições e informações complementares das espécies estudadas, de acordo com o que foi visto no campo, pela análise do material consultado nos herbários, e pelas respostas obtidas através das análises feitas em laboratório, sendo que para *Geonoma ambigua* o estudo se restringiu aos caracteres morfológicos apresentados pelos espécimes.

1.Descrição de *Geonoma maxima*

Geonoma maxima é vista no campo com altura que varia de 2 a 9 metros de altura, apresenta estipes verde-amarelados, solitários ou cespitosos, quando cespitosos podem ser encontrados indivíduos de dois até 11 estipes, o diâmetro desses estipes varia de 0,9 a 3 cm, entrenós distantes 2 a 10 cm e nós que medem de 0,3 a 1 cm. As folhas variam em número de sete a 79, com pinas lineares, ou um pouco lanceoladas, opostas ou subopostas em número de 9 a 33 por lado, distribuídas regularmente ao longo da lâmina, relativamente curtas ou longas e estreitas, medindo desde 21 a 59 cm de comprimento e 0,6 a 3 cm de largura, o par apical em muitos indivíduos é mais largo que as demais, medem de 3,0 a 7,5 cm de largura. São verde-claras com uma textura macia, apresentando um tomento marrom ao longo das nervuras, só visível em folhas jovens. A ráquis mede de 12,5 a 120 cm de comprimento. O ângulo variou de 20 a 60 graus. Pecíolo de 19,5 a 70 cm de comprimento, e 0,7 a 1,5 de diâmetro; bainha com 11 a 23 cm de comprimento. Prófilo medindo de 4 a 15 cm. Bráctea peduncular em número de dois, distante do prófilo 0,9 a 1 cm, medindo de 6,8 a 13 cm. Pedúnculo achatado medindo de 6 a 21 cm de comprimento e 0,6 a 1 cm de diâmetro, com bractéolas. Inflorescência interfoliar ou infrafoliar, sendo mais comumente encontrada infrafoliar (ANEXO – item 3) verde na fase de flor, alaranjada quando em fruto (infrutescência), ramificada com duas a três ramificações, raramente apenas uma, onde estão inseridas as ráquias, em número de nove a 59, medindo 7,5 a 21,3 cm de comprimento e 2,4 a

4 mm de diâmetro, nas ráquias basais. Ráquis com 5 a 14 cm de comprimento. As flores apresentam-se em tríades, 2 (duas) laterais estaminadas e 1 (uma) central pistilada. As estaminadas, medindo de 5,5 a 6 mm, sépalas e pétalas conatas em número de três, respectivamente; as sépalas, medindo cada uma, 2 x 1 mm; as pétalas, medindo 3 x 1mm, contendo seis estames com filetes brancos, e anteras em número de duas, livres, curvadas para dentro, lilases; presença de um pistilódio muito pequeno. Flor pistilada branca, com 3 a 4 mm, também com três sépalas, cada uma medindo 2,5 a 3,0 mm e três pétalas, medindo 3,0 a 3,5 mm, ambas conatas; com tubo estaminodial unindo seis estaminódios que passam a ser livres do meio para o ápice. Esse conjunto está circundando um estigma, medindo cerca de 3,0 mm, trifido no ápice. Essas flores estão inseridas em alvéolos ou cavidades, também conhecidas como fôveas, dispostos em espiral ao longo das ráquias numa distância que varia de 3 a 5 mm uns dos outros. Os alvéolos tem lábios inferiores (em relação a base das ráquias), fendidos, mas quando em inflorescência jovem podem se apresentar inteiros. Os frutos são ovais, verde-amarelados quando imaturos, e violetas a pretos quando maduros, medem de 7 a 12 mm de comprimento e 5 a 10 mm de diâmetro; semente de cor marrom escura, endosperma homogêneo (Figura 7 e 8A-D).

1.1. Nomes populares: ubim; ubi; ubim branco; ubimrana (Brasil); barubarú; baniba; baré; chivicote; guariqueño; suvi; barabaro (Venezuela).

1.2. Usos: Os estipes de *Geonoma maxima* são utilizados como armas de defesa pelas comunidades indígenas do Equador (Borchsenius *et al.*, 1998). No Brasil, os índios da Tribo Tembé costumam cozinhar o “palmito” de *Geonoma maxima* e usam como remédio contra sarampo (Henderson, 1995). Também são utilizadas na decoração de ambientes e na construção de casas.

1.3. Distribuição: Brasil: Amazonas, Acre, Roraima, Amapá, Rondônia, Pará. Venezuela: Departamento do Rio Negro, Estado Amazonas; Estado Bolívar. Colômbia; Peru; Guiana Francesa; Suriname (Figura 9).



Figura 7 A-D. *Geonoma maxima*. **(A)** Hábito; **(B)** Estipe; **(C)** Folha; **(D)** Inflorescência (Flores estaminadas).

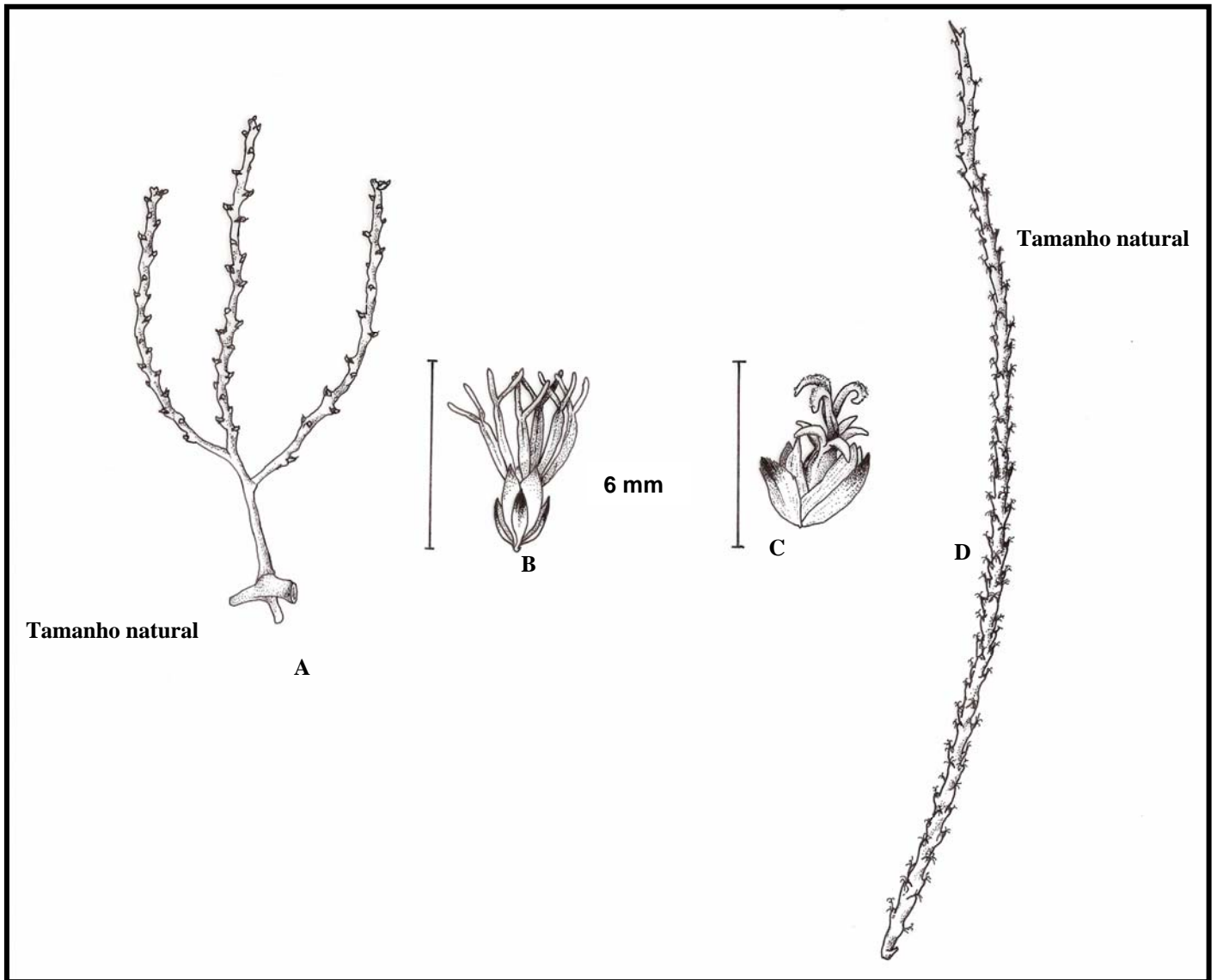


Figura 8 A-D. Ilustração de *Geonoma maxima*. **(A)** Inflorescência (estaminada); **(B)** Flor estaminada; **(C)** Flor pistilada; **(D)** Ráquila pistilada (Ilustração de Ivo Seixas Rodrigues).

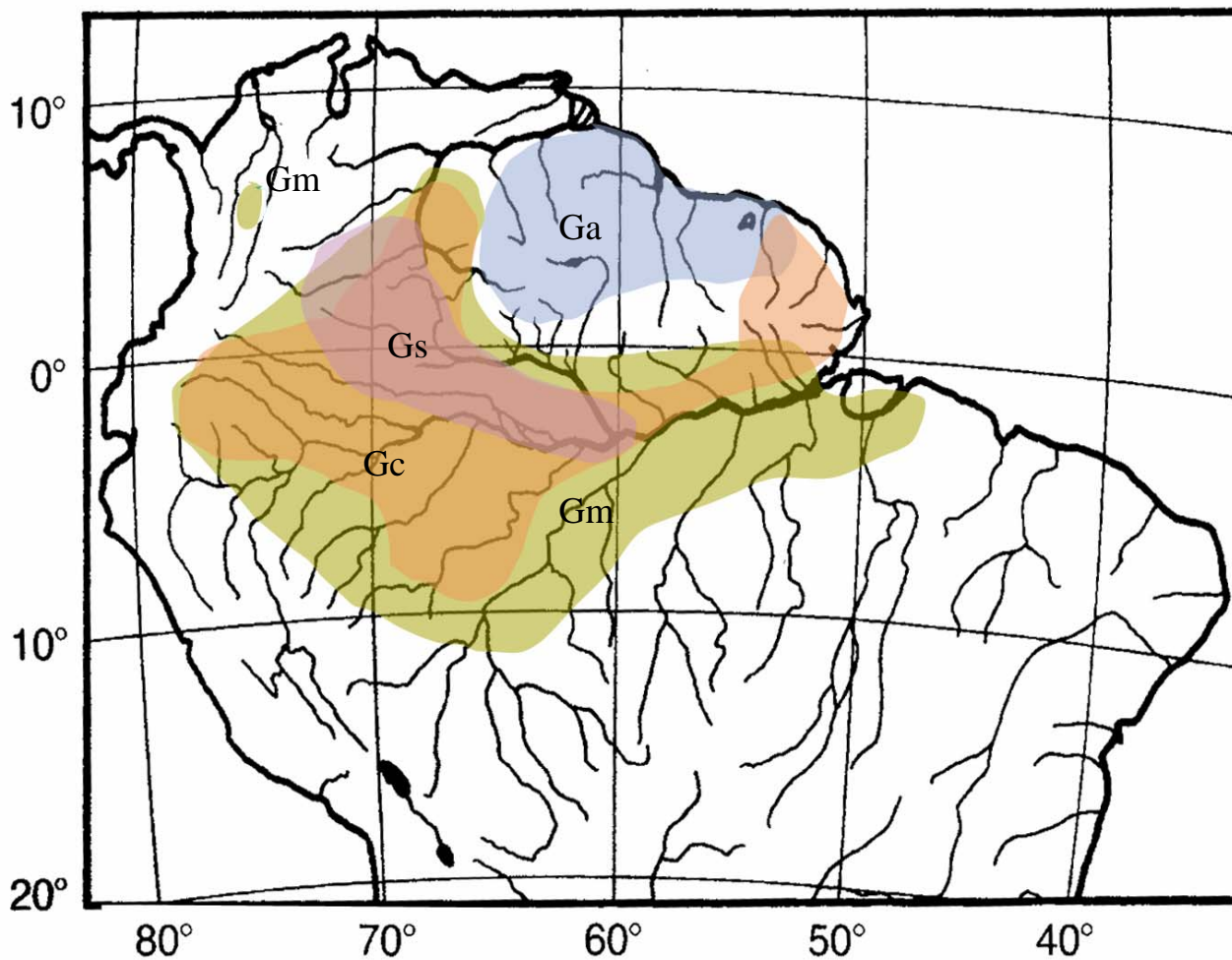


Figura 9. Distribuição geográfica do Complexo *Geonoma maxima*. Gm = *Geonoma maxima*; Gs = *Geonoma spixiana*; Gc = *Geonoma chelidonura*; Ga = *Geonoma ambigua*. Adaptação: Henderson (1995); Ferreira (1998); Lorenzi *et al.* (2004).

1.4. Espécimes examinados

Guiana Francesa, Cayenne, **Oldeman**, 1487 (CAY); Guiana Francesa, Crique Kapire, **Cremers**, 11577(CAY); Guiana Francesa, Région de Saül, 14764(CAY); Guiana Francesa, Saül, **Mori**, 21591 (CAY).

Brasil, Amazonas, Altamira, **Pardini**, 50 (INPA); Amazonas, Barro Vermelho, 13 (INPA/SPF); Brasil, Amazonas, Altamira, 51(INPA); Amazonas, Rio Preto da Eva, **Castro**, 613(INPA); Amazonas, Manaus, Reserva Ducke, **Prance**, s/n (INPA); Rondônia, Km 220-223, s/n (INPA); Amazonas, Manaus, Reserva Ducke, s/n (INPA); 21691(INPA); Amazonas, Br-174 km 60, s/n (INPA); Amazonas, Tapuruquara, s/n (INPA); Amazonas, Rio Cataria Pixuna, s/n (INPA); Amazonas, Vista Alegre, **Maas**, 6846 (INPA); Amazonas, Presidente Figueiredo, **Barret**, 262 (INPA); Amazonas, São Paulo de Olivença, **Cid Ferreira**, 8613 (INPA); Pará, Oriximiná, 1816 (INPA); Amazonas, Manaus, Reserva Ducke, **Moore**, 9534 (INPA); Amazonas, Tapuruquara Mirim, **Madison**, s/n (INPA); Amazonas, Manaus, Br 174, Km 64, **Henderson**, s/n (INPA); Amazonas, Manaus, Br 174, Km 64, s/n (INPA); Amazonas, Manaus, Reserva Ducke, 664 (INPA); Amazonas, Manaus, Br 174, km 60, s/n (INPA); Amazonas, Borba, 1517 (INPA); Amazonas, Humaitá, 215 (INPA); Amazonas, Alvarães, 1554 (INPA); Amazonas, Rio Demiti, D.W. **Stewenson**, s/n (INPA); Amazonas, Rio Preto da Eva, Reserva Egler, **Souza**, 171(INPA); Amazonas, Manaus, Reserva Ducke, 339(INPA); Amazonas, Manaus, Reserva Ducke, 340 (INPA); Amazonas, Manaus, Reserva Ducke, 342 (INPA); Amazonas, Manaus, Reserva Ducke, 343 (INPA); Tocantins, Chiqueirão, **Kahn**, 532 (INPA); Amazonas, AM-10, km 36, 566 (INPA); Amazonas, AM-10, Km 36, 567 (INPA); Tocantins, Itupiranga, 575(INPA); Pará, Tucuruí, 594 (INPA); Amazonas, Manaus, Reserva Ducke, **Rabelo**, 38 (INPA); Amazonas, São Gabriel da Cachoeira, 66 (INPA); Amazonas, Tefé, **Mori**, s/n (INPA); Amazonas, Manaus, km, 36, **coletor desconhecido** (INPA-Reg-172677); Amazonas, Manaus, Reserva Ducke, **Küchmeister**, 140 (INPA); Amazonas, Manaus, Reserva Ducke, 154 (INPA); Amazonas, Tefé, **PLK & Urbano**, 12260 (INPA); Amazonas, Waupés, **Castellanos**, s/n (INPA); Amazonas, Manaus, Reserva Ducke, **Küchmeister & Hopkins**, 153 (INPA); **Silva**, s/n (INPA); Amazonas, Tefé, **Lleras**, s/n (INPA); Amazonas, Tefé,

PLK & Marilene, s/n, (INPA); Amazonas, Manaus, Reserva Ducke, **Aluisio**, s/n; Amazonas, Manaus, Reserva Ducke, s/n; Amazonas, Manaus, Reserva Ducke, s/n (INPA); Amazonas, Tefé, **Plowman**, 12419 (INPA); Pará, Belém, Horto do Museu Goeldi, **Cavalcanti**, s/n (IPA); Brasil, Pará, Belém, Horto do Museu Goeldi, **Cavalcanti**, 1000 (MG); Pará, Murutucú, **J. Huber**, s/n (MG*); Pará, Jupatituba, s/n (MG*); Pará, Tantuzal-Ourém, s/n (MG*); Pará, Santa Isabel, s/n (MG*); Pará, Marabá, **Anderson**, 2203(MG); Amazonas, **Rosa**, 1600 (MG); Amapá, Calcoene, **Mori**, 17265 (MG); Pará, Bragança, **Rocha**, 155 (MG); Pará, Marabá, **Secco**, 304 (MG); Amazonas, Purus, Bom Lugar, **A. Goeldi**, s/n(MG*); Pará, Serra dos Carajás, **Sperling**, 6210 (MG); Pará, Faro, **A. Ducke**, s/n (MG*); Pará, Cuminá-Mirim, s/n (MG*); Amazonas, Rio Japurá, s/n (MG*); Maranhão, Betel, **J. Jangoux**, 758 (MG); Amazonas, Tefé, **Plowman**, 12419 (MG); Pará, Caxiuanã, **Valente**, 11(MG); Pará, Paramapebas, **Bastos**, 152(MG); Amapá, Mazagão, **P. Le Doux**, s/n(MG); Brasil, Amazonas, Camanaós, Rio Negro, **Luetzelburg**, 23044 (R); Brasil, Amazonas, Barro Vermelho, **Pardini**, 13 (SPF/INPA); Pará, Rio Itacaimas, **Murça Pires**, 12949 (IAN); Pará, Belém, Reserva APEG, 10499 (IAN); Pará, Belém, IPEAN Mocambo, 12000 (IAN); Pará, Monte Dourado Munguba, **Oliveira**, 4676(IAN); Pará, **Silva**, 267(IAN); Pará, Belém-Brasília, **E. Oliveira**, 162(IAN); Pará, Rio Itacaima, Serra do Encontro, **Fróes**, 24562 (IAN); Pará, Lago Acaraí, Bacia do Xingu, 32444(IAN); Guiana, Britânica, Rio Demerara, **Persaud**, 49(IAN*); Amapá, **Irwin**, 47455(IAN); Rio Negro, **Luetzelburg**, 22278 (RB*)

Venezuela, Ter. Federal Amazonas, **Delascio**, 9634bcde (VEN); Venezuela, Alto Orinoco, **Williams**, 14014 (VEN); Venezuela, Maroa, 14808 (VEN); Venezuela, Solano, 14738 (VEN); Venezuela, Camatama, 15091(VEN); Venezuela, Maroa, 14193 (VEN); Venezuela, Selva del Casiquiare, **Vareschi**, 7796(VEN); Venezuela, Ter. Federal Amazonas, **Stergios**, 15004c (VEN); Venezuela, Ter. Federal de Atabapo, 11451a e b (VEN); Venezuela, Edo. Amazonas, **Zimmermann**, 187(VEN); Venezuela, Ter. Federal de Atabapo, **Guanchez**, 1264(VEN); Venezuela, Depto. Rio Negro, **Davidse**, 26831(VEN); Venezuela, Solano, **Berry & Brunig**, 1514(VEN); Venezuela, Edo. Bolivar, **Bernardi**, 7943 (VEN); Venezuela, San Carlos de Rio Negro, **Liesner**, 3833(VEN); Venezuela, San Carlos de Rio Negro, 6817 (VEN); Venezuela, San Carlos de Rio Negro, 8986(VEN); Venezuela, Alto Orinoco, **Fariñas**,

616 (VEN); Venezuela, Rio Mawarinuma, **s/c (VEN-326694)**; Venezuela, Rio Mawarinuma, **Davidse & Miller**, 27237 (VEN); Venezuela, Edo. Amazonas, 26695 (VEN); Venezuela, Edo. Amazonas, **Stauffer**, 374(VEN); Venezuela, Edo. Amazonas, 387(VEN); Venezuela, Edo. Amazonas, 396 (VEN); Venezuela, Edo. Amazonas, 424 (VEN); Venezuela, Edo. Amazonas, 461A (VEN); Venezuela, Edo. Amazonas, 489(VEN); Venezuela, Edo. Amazonas, 628 (VEN); Venezuela, Edo. Amazonas, 375(VEN); Venezuela, Cerro Yapacana, **Steyermark**, 103029 (VEN); Venezuela, Edo. Bolivar, 88126(VEN); Venezuela, Edo. Bolivar, 89119(VEN); Venezuela, Ter. Federal Amazonas, **Listabarth**, 120594 (VEN); Venezuela, Ter. Federal Amazonas, **Henderson**, 976 (VEN); Venezuela, Edo. Amazonas, 09 (VEN); Venezuela, Edo. Amazonas, 26(VEN); Venezuela, Ter. Federal Amazonas, **Aymard**, 6372 (VEN)

* Coletas históricas, ver em ANEXO

2. DNA

A aplicação da técnica AFLP detectou 61 fragmentos ou bandas em 33 amostras analisadas para todas as espécies. O dendrograma, obtido de UPGMA e índice de Jaccard, não mostra uma separação consistente entre os táxons (Figura 10), mas a aplicação dos coeficientes de Dice e Bray Curtis, mostram aproximação entre *Geonoma maxima* e *Geonoma chelidonura*, com algumas populações de cada espécie, apresentando coeficientes de similaridade altos, principalmente entre aquelas mais próximas geograficamente, enquanto *Geonoma spixiana* aparece como um grupo separado (Figura 11 e 12).

3. Cariótipo

O estudo citogenético não foi bem sucedido entre as amostras de raízes analisadas de *Geonoma maxima*, assim como de *Geonoma spixiana*. Em nenhuma das lâminas se detectou células em metáfase, ou em algumas se verificou sobreposição de cromossomos, o que fica impossível estabelecer qualquer característica sobre o cariótipo para qualquer táxon, principalmente o número cromossômico. Alguma informação, no entanto, nesse sentido foi obtida para *Geonoma chelidonura*, cujo número de cromossomos fica em torno de 28 ($2n=28$), mostrado mais adiante.

4.Flavonóides

O estudo preliminar dos flavonóides revelou um perfil flavonoídico com, possivelmente, substâncias em comum entre *Geonoma maxima* e *Geonoma chelidonura*, uma vez que após analisar os picos de ocorrência de flavonóides, provenientes da cromatografia (CLAE), se observou o mesmo tempo de retenção destes compostos para os dois táxons (6,52 min.) (Tabela 7). *Geonoma spixiana*, entretanto, mostrou-se diferente. Os tempos de retenção de flavonóides foram 15,76; 16,64; 17,08 e 18,11.

O emprego da matriz construída com base em ausência e presença de tais compostos, pelo método UPGMA e índice de Jaccard, revelou através do fenograma uma distância maior entre *Geonoma maxima* e as demais (Figura 13).

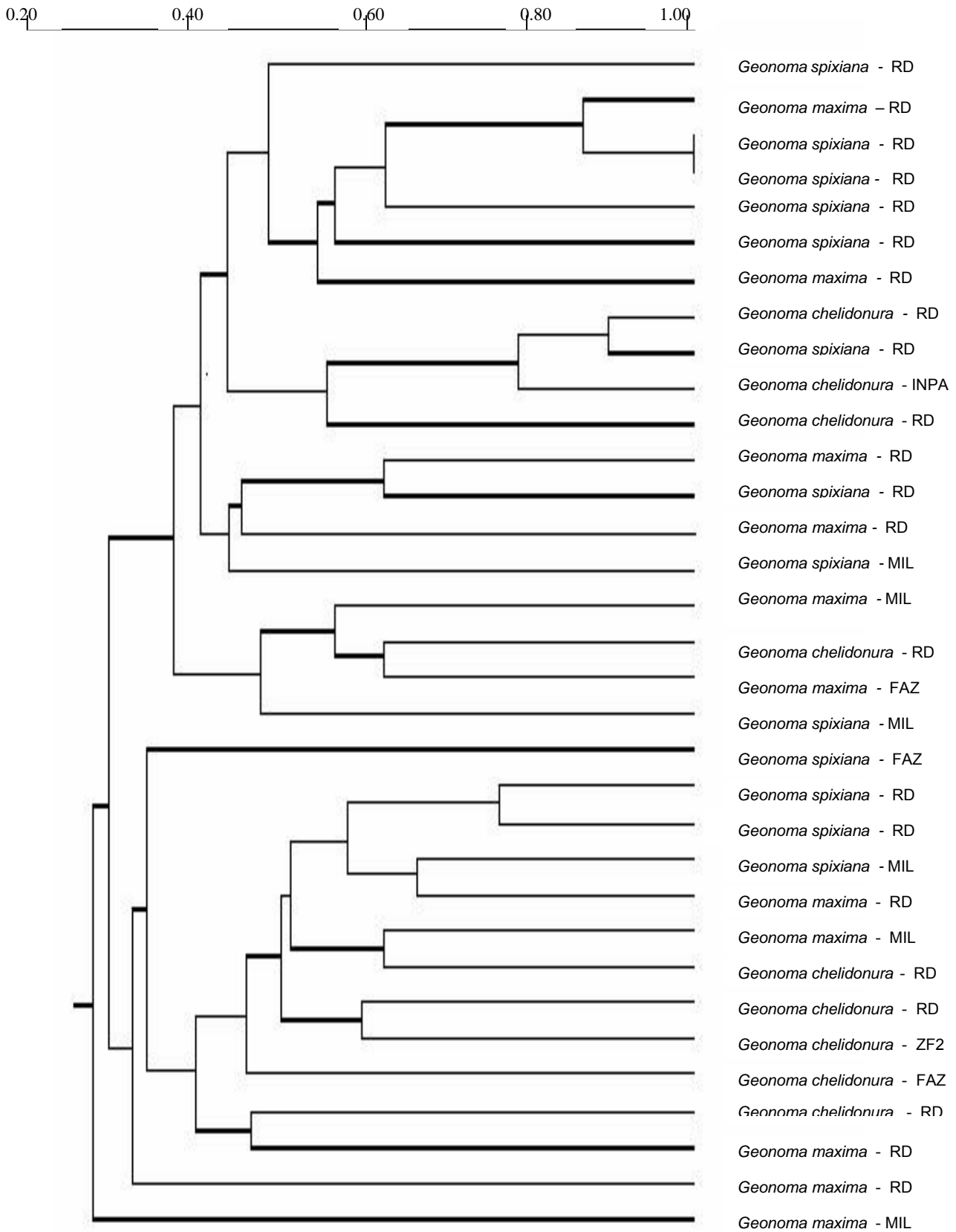


Figura 10. Dendrograma baseado em marcadores AFLP, obtido pelo método UPGMA e índice de Jaccard. RD= Reserva Ducke, AM 10, Km 26; FAZ= Fazenda UFAM, Br 174, Km 32; MIL= AM 10, Km 227; ZF2= Silvicultura/INPA, Br 174, Km 60.

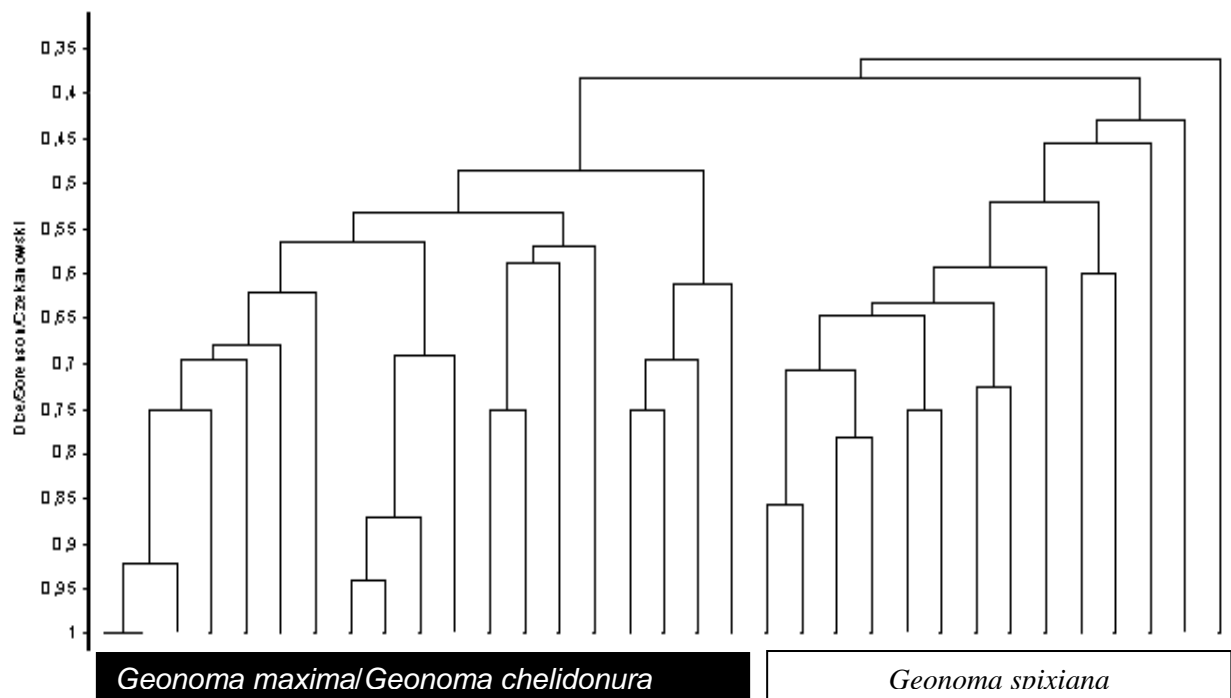


Figura 11. Método de UPGMA utilizando coeficiente de DICE, entre os indivíduos de *Geonoma maxima*, *Geonoma chelidonura* e *Geonoma spixiana*.

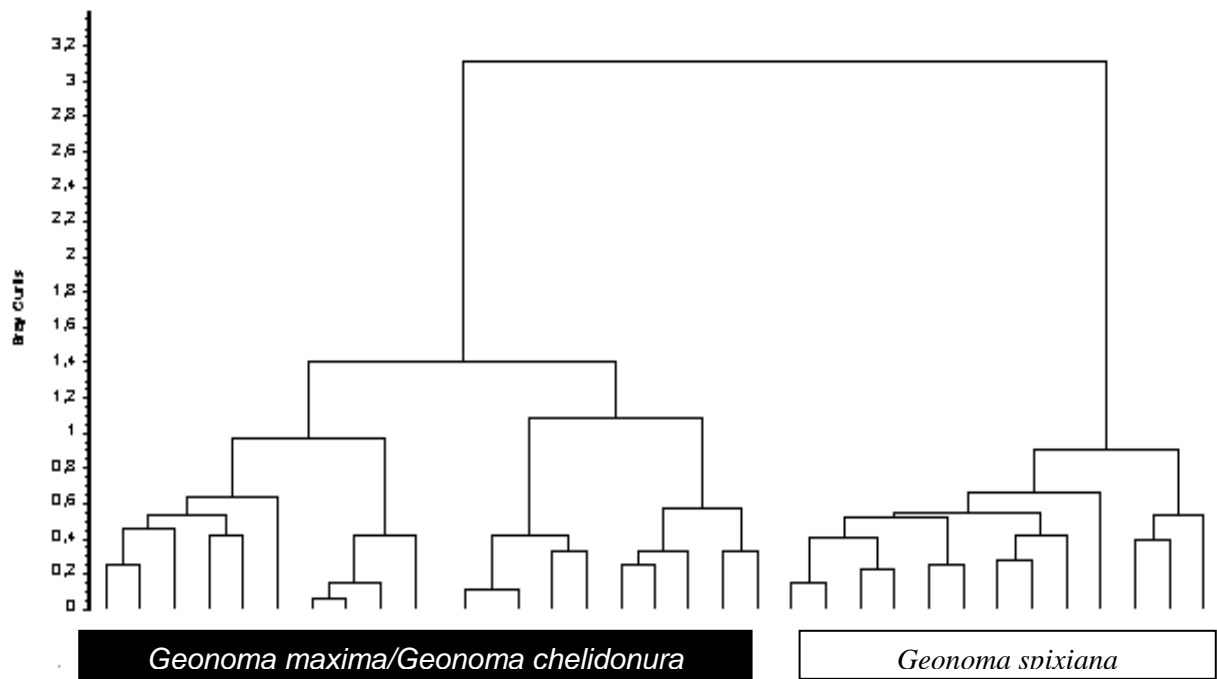


Figura 12. Método de Ward utilizando coeficiente de Bray Curtis, entre os indivíduos de *Geonoma maxima*, *Geonoma chelidonura* e *Geonoma spixiana*.

Tabela 7. Ausência ou retenção de flavonóides em minutos, obtidos em Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) no estudo do Complexo *Geonoma maxima*.

| Espécies | Tempo de retenção de flavonóides (minutos) | | | | | | | | |
|----------------------------------|--|-------|-------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|
| | 4.747 | 6.518 | 7.265 | 15.763 | 16.171 | 16.640 | 17.084 | 18.108b | 19.083 |
| <i>Geonoma chelidonura</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Geonoma chelidonura</i> (25)* | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| <i>Geonoma chelidonura</i> (28)* | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Geonoma maxima</i> | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Geonoma maxima</i> (3)* | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Geonoma maxima</i> (27)* | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Geonoma spixiana</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| <i>Geonoma spixiana</i> (16)* | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| <i>Geonoma spixiana</i> (30)* | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |

* Código da amostra

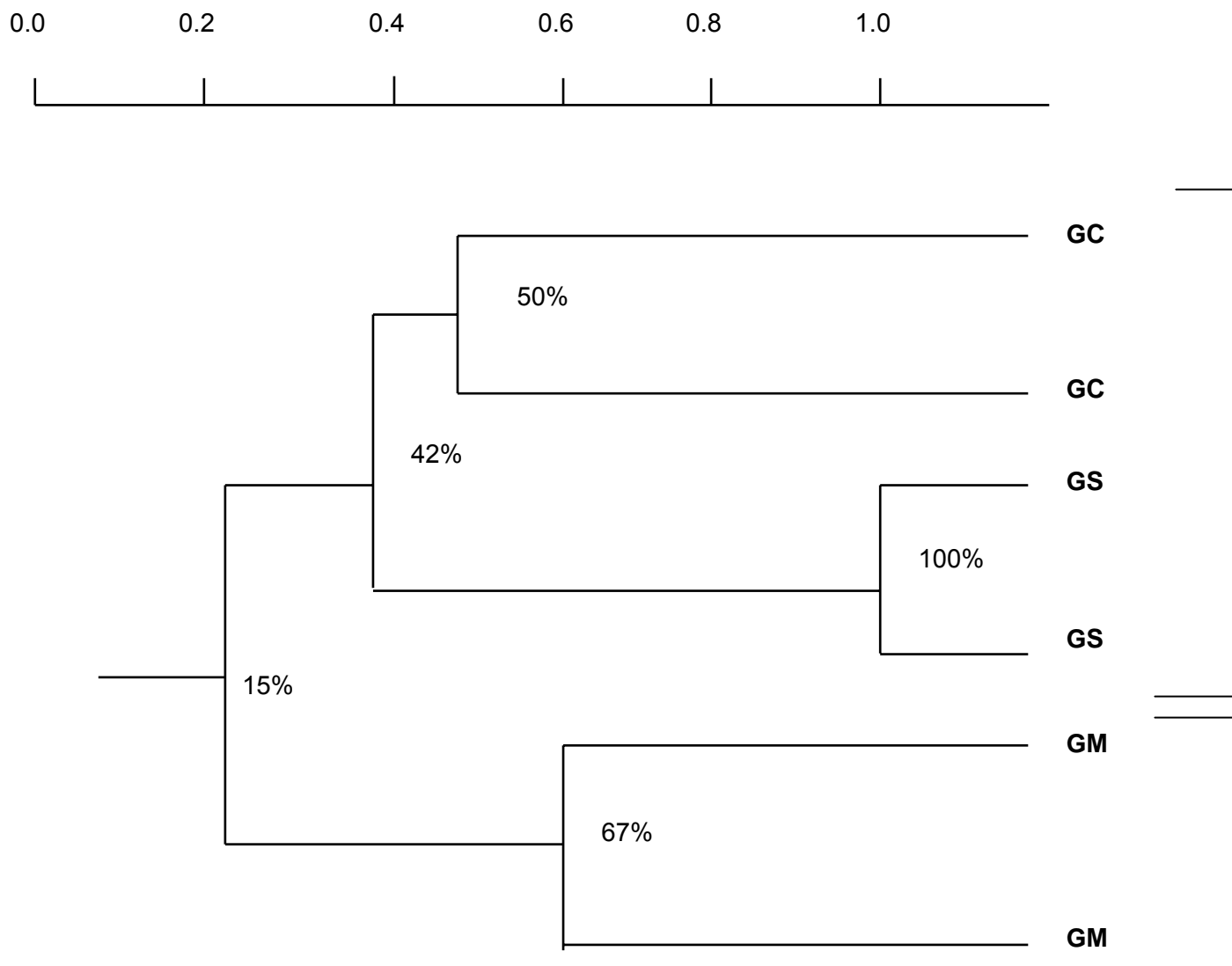


Figura 13. Dendrograma de Jaccard, baseado em UPGMA, usando flavonóides como marcadores entre populações de GC= *Geonoma chelidonura*; GS= *Geonoma spixiana* e GM= *Geonoma maxima*.

5. Comentários

Foram observadas 206 amostras de *Geonoma maxima*. Dentre estas algumas foram vistas em estágio de plântula, tanto no campo como no herbário do INPA, como parte de um estudo sobre regeneração. Entre elas é possível observar a primeira folha (eófilo) de um indivíduo de *Geonoma maxima*, de forma inteira, bífida, e de uma textura bastante leve e um tom verde muito claro. Após alguns centímetros de crescimento, a plântula já começa a se diferenciar apresentando pinas estreitas. Com 18 cm de altura ela apresenta dois a três pares de pinas estreitas medindo 1 a 1,5 cm de largura; e com 23 cm de altura o aspecto é o mesmo, mas já apresentando um maior número de pinas; com 48 cm já se observa quatro pares de pinas estreitas (0,5 -1 cm).

Outros caracteres sugerem que *Geonoma maxima* é uma espécie separada das demais espécies em questão, uma vez que logo no início de seu desenvolvimento é possível observar a divisão em algumas pinas e estreitas, diferentes das plântulas das outras espécies analisadas, que se mostram bífidas e inteiras durante algumas fases do seu desenvolvimento.

Além dessas observações, pode se acrescentar que nenhum indivíduo adulto identificado como *Geonoma maxima* foi visto no campo sem folhas pinadas e estreitas. A análise do fototipo (Figura 1A e B), bem como da ilustração (Figura 2) depositados no Museu de Paris, conforme já citados, comprovam essas pinas estreitas. Nas coleções de herbários consultadas, espécimes identificados como *Geonoma maxima*, mas com caracteres diferentes do que apresenta o material original, por exemplo, pinas largas, ráquulas com alvéolos (Anexo - item 3) opostos não foram consideradas como sendo *Geonoma maxima*, principalmente pelo número de indivíduos observados durante as excursões.

A altura desses indivíduos, variou entre 2 e 9 metros. Um caráter pouco consistente, já que a maneira como se mede é subjetiva, e difícil de estabelecer, já que muitos dados foram obtidos de exsicatas. No campo, a média entre 62 indivíduos observados, foi de 5.8 metros. A maioria dos indivíduos apresentou estipes cespitosos (77%), ou seja, apresentando outros estipes lado a lado, que partem de um estipe mestre por brotamento. Enquanto a média do número de

folhas, outro caráter pouco informativo na separação dos táxons, foi de 28 (Tabela 8, Souza, 2000).

Tabela 8. Quantificação dos caracteres vegetativos medidos em 217 indivíduos observados na Reserva Ducke, Amazônia Central, representando o Complexo *Geonoma maxima*.

| Caracteres | Táxons | | |
|----------------------|---------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| | <i>Geonoma maxima</i> (n=62) | <i>Geonoma spixiana</i> (n=111) | <i>Geonoma chelidonura</i> (n=44) |
| Altura (média) | 5.8 | 3.2 | 3.6 |
| Estipe cespitoso (%) | 77 | 87 | 77 |
| Folhas (n° /média) | 28 | 24.4 | 16.8 |

O número de pinas varia bastante, foram vistos indivíduos com folhas apresentando apenas nove pinas por lado, assim como outros apresentaram folhas com 33 pinas por lado, mas são sempre estreitas (0,9 a 3,0 cm), o último par (apical) pode ser visto um pouco mais largo que os demais, mas isso não é regra. Essas pinas nem sempre são completamente opostas, em muitos indivíduos observou-se pinas sub-opostas. Essa variação nas folhas, contudo, não foi motivo para separar indivíduos como pertencentes a outros táxons. Wessels Boer (1968) comenta, não só a variação na quantidade de pinas, mas também em outros caracteres, como a densidade de alvéolos ao longo das ráquulas, ao mesmo tempo em que afirma que tais variações são comuns e não devem levar a separar indivíduos como táxons distintos.

No atual estudo ficou comprovado tal fato, através das observações feitas no campo e pelas várias amostras observadas entre as coleções dos herbários, o que sugere que no passado surgiram muitas descrições por conta de interpretações erradas. Uma delas foi a descrição de *Geonoma multiflora* por Martius (cf. página 15).

Pôde se verificar várias amostras, tanto históricas como recentes, depositadas nos herbários do Museu Goeldi e IAN (Embrapa), em Belém, identificadas como sendo *Geonoma multiflora* (Tabela 9 em ANEXO), assim como foi vista uma coleta de P. Cavalcanti (s/n), depositada no herbário do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), também com a mesma identificação (Figura 14). Entretanto, em nenhuma se observou algum caráter que se diferenciasse de *Geonoma maxima*. Apenas em alguns exemplares se observou um menor número de pinas; e ráquias de maior comprimento, mas a distribuição dos alvéolos é igual ao que se vê em *Geonoma maxima* (Vide: Figuras 1, 7, 8 e 14).

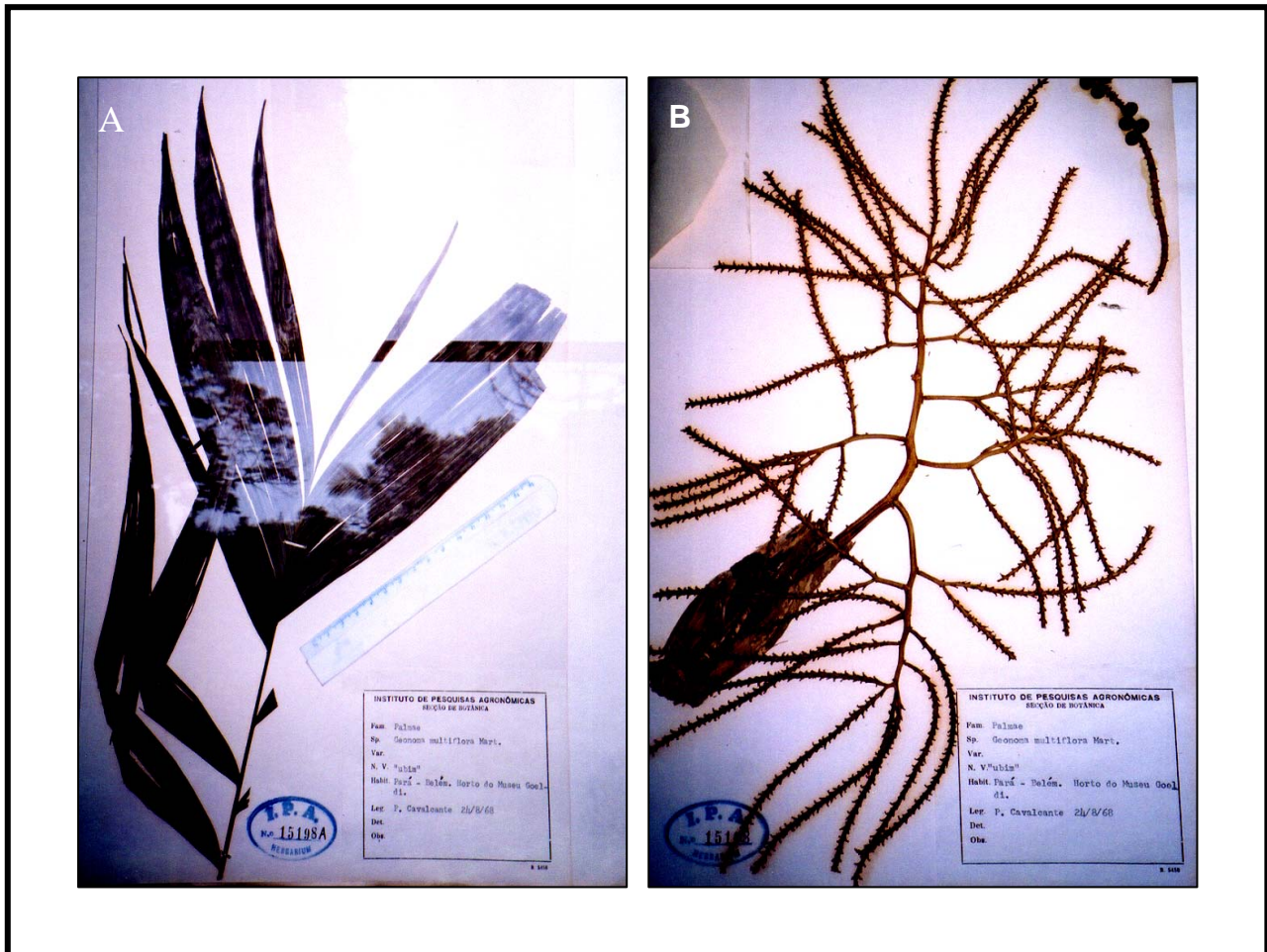


Figura 14 A-B. Espécime depositado no herbário do IPA, identificado como *Geonoma multiflora*. **(A)** Parte de uma folha; **(B)** Inflorescência.

Um caráter que poderia causar dúvidas se fosse diferente seria a distância entre o ponto de inserção do prófilo e da bráctea peduncular, esse dado, no entanto, não difere do que é visto em *Geonoma maxima*, geralmente essa distância é de 0,5 a 1cm.

Tendo em vista essas observações, onde muitos caracteres foram medidos em diferentes exemplares é sugerido aqui que *Geonoma multiflora* seja aceita como

sinônimo de *Geonoma maxima*. Contrariando Burret (1930) e Wessels Boer (1968), e concordando parcialmente com Henderson (1995), uma vez que ele considera *Geonoma multiflora* como sinônimo de *Geonoma maxima* var. *maxima*.

Outro exemplo de interpretação confusa, está representada por uma amostra depositada no herbário do Museu Nacional do Rio de Janeiro, coletada em outubro de 1923, nas proximidades do Rio Negro por Luetzelburg de número 22278, que serviu de base para Burret descrever uma nova espécie, dando-lhe o nome de *Geonoma parvisecta* (Figura 15; Tabela 9). Os caracteres, apresentados pelo exemplar se assemelham, no entanto, com o que é visto em *Geonoma maxima*, principalmente por apresentar folhas pinadas, não mais largas que 3cm. O ângulo mediu 20°, caráter que poderia levar a colocá-la como representante de *Geonoma chelidonura* ou *Geonoma spixiana*, já que de ambas pode se obter essa medida de ângulo. No entanto, foram vistos tanto no campo como nas coleções de herbário, embora raríssimos, alguns indivíduos representantes de *Geonoma maxima*, apresentando exatamente tal medida.

O exemplar do Museu também se compõe de uma inflorescência que embora muito jovem, percebeu-se com alvéolos distribuídos em espiral, bem característicos de *Geonoma maxima*.

Wessels Boer (1968), na sua revisão, aceitou *Geonoma parvisecta* como sinônimo de *Geonoma aspidiifolia*. Henderson (1995) considerou *Geonoma parvisecta* como sinônimo de *Geonoma maxima* var. *chelidonura*.

Aqui, pelos caracteres vistos no tipo de *Geonoma parvisecta*, sugere-se que ela seja considerada como sinônimo de *Geonoma maxima*, fazendo parte de uma nova proposta de sinonímia.



Figura 15. Exemplar identificado por Burret como *Geonoma parvisecta*, depositado no herbário do Museu Nacional do Rio de Janeiro (R)

Em outro sentido, pode se inferir que seja possível ocorrer troca de genes entre alguns indivíduos representantes de *Geonoma maxima* e *Geonoma chelidonura*, e isso reflita logicamente no fenótipo. A observação é pertinente por duas razões, uma porque foram vistos três indivíduos de *Geonoma* (dois representantes de *Geonoma chelidonura* e outro de *Geonoma maxima*) ocorrendo muito próximos, nas margens do Rio Solimões (no município de Iranduba), com

ráquias e distribuição dos alvéolos muito semelhantes entre si, com diferenças inclusive em relação a outros indivíduos observados em outros locais, e sendo a polinização realizada por moscas, besouros e abelhas (Küchmeister, 1997), sem descartar também a ocorrência pelo vento, é possível que haja entre os indivíduos a participação desse evento.

A outra razão é que os resultados obtidos através da análise de DNA, aplicando a técnica de AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphisms), onde foram testadas amostras de *Geonoma maxima*, *Geonoma chelidonura* e *Geonoma spixiana*, não mostraram uma separação consistente entre os dois primeiros táxons. Com algumas das populações representando os dois táxons tendo o mesmo grau de similaridade ou muito próximos (Figura 10, 11 e 12).

Resultados semelhantes também foram vistos por Roncal *et al.* (2005) na reconstrução filogenética dos seis gêneros da Tribo *Geomeae*. A técnica nesse estudo foi o uso de pequenas cópias de DNA nuclear de fosforibuloquinase (PRK) e RNA polimerase II (RPB2). Entre as 46 espécies analisadas estavam *Geonoma maxima* e *Geonoma maxima* var. *chelidonura* (assinaladas assim pelos autores), cujos resultados vistos através do dendrograma mostram a grande proximidade entre os dois táxons, com o mesmo grau de similaridade, tanto pela análise isolada de cada marcador, como pela análise combinada de ambos.

Um outro resultado que se assemelha, embora obtido através de outro parâmetro, foi o referente ao perfil flavonoídico, estabelecido pela análise de algumas amostras das espécies analisadas. Através da tabela 6 se pode observar a ausência ou presença de flavonóides nos diferentes tempos de retenção visualizados pelo emprego da Técnica de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) entre as espécies *Geonoma maxima*, *Geonoma chelidonura* e *Geonoma spixiana*. Verificou-se que *Geonoma maxima* e *Geonoma chelidonura* apresentaram flavonóides no mesmo tempo de retenção, 6.52, o que confere alguma característica em comum entre ambos.

A visualização destes resultados através do dendrograma, utilizando método UPGMA e coeficiente de Jaccard, mostra, contudo, *Geonoma maxima* separada num único grupo e *Geonoma chelidonura* e *Geonoma spixiana* mais próximas, formando um só grupo ou clado (Figura 14). Esses resultados, embora alcançados

com base em apenas poucas amostras, duas de cada espécie (Tabela 6), chamam a atenção pelas localidades de onde procederam, uma distância que provavelmente elimina a interação entre as populações, já que os mecanismos de polinização dentro desse grupo são conhecidos como ocorrendo através de abelhas, moscas e besouros (Küchmeister, 1997).

Estudos de perfil flavonoídico em palmeiras com intuito de resolver problemas taxonômicos ainda são incipientes, e há quem considere que flavonóides não são um bom marcador, por estar presentes em todas as plantas. Possivelmente, uma questão de ponto de vista, uma vez que, estando presentes em todas as plantas possuem uma certa estabilidade e podem apontar diferenças na composição de tais substâncias e contribuir na delimitação de táxons. Salatino *et al.* (2000) chamam a atenção para esta classe de compostos secundários, considerando-os como de grande importância e freqüentemente usados para comparações em baixos níveis hierárquicos.

Rodrigues (2004) ao fazer revisão do gênero *Allagoptera*, acrescentou, entre outras informações, o perfil flavonoídico das quatro espécies que compõem o gênero, observando afinidades mais estreitas entre as espécies, *Allagoptera campestris* e *A. leucocalyx*, pela presença em comum de determinados flavonóides.

Voltando ao estudo do material de herbário, destaque deve ser dado as descrições feitas por Spruce (1871). O autor demonstra através desse trabalho, que estava muito atento as características do gênero *Geonoma*. Assinalando detalhadamente a importância de determinados caracteres na separação dos táxons. Por exemplo, Spruce se reporta ao arranjo dos alvéolos ao longo da ráquila como um caráter consistente na distinção das espécies.

Apesar disso, após analisar suas descrições e alguns fototipos cedidos gentilmente pelo herbário de Kew, percebe-se descrições repetidas com caracteres vistos em *Geonoma maxima*. Tal procedimento pode ser notado através dos fototipos que representam *Geonoma hexasticha*, *Geonoma negrensis* e *Geonoma paraensis* (Figura 16 A-D), onde se verifica a grande semelhança destas com *Geonoma maxima*. O autor, provavelmente não viu a descrição de *Geonoma maxima*, já que em nenhum momento se refere a essa espécie, ou ignorou esta por ter aceito a descrição de Martius – *Geonoma multiflora*.



Figura. 16 A-D. Fototipos. **(A)** *Geonoma hexasticha*; **(B-C)** *Geonoma negrensis*; **(D)** *Geonoma paraensis*. Cortesia do herbário The Royal Botanic Garden (Kew).

A Tabela 10 mostra alguns dos caracteres revelados por Spruce (1871) para estas espécies, incluindo *Geonoma discolor*. E é sugerido aqui que esses nomes passem a ser sinônimos de *Geonoma maxima*, lançados como uma nova proposta de sinonímia.

Tabela 10. Caracteres apresentados pelas espécies descritas por Spruce.

| Spruce (1871, páginas 110 a 113) | | | |
|----------------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <i>Geonoma hexasticha</i> | <i>Geonoma discolor</i> | <i>Geonoma paraensis</i> | <i>Geonoma negrensis</i> |
| Folhas pinadas | Folhas pinadas | Folhas pinadas | Folhas pinadas |
| 27 pares de pinas | 16-22 pares de pinas | 11 pares de pinas | 20 pares de pinas |
| Ângulo 60° | Angulo 45° | Angulo 70° | Angulo 65° - 70° |

Pelo fato de *Geonoma maxima* apresentar folhas pinadas, onde o número de pares de pinas foi visto entre nove e 33 pares, e o ângulo medido (entre a ráquis e a pina) em várias amostras variar entre 20° (muito raro) e 60°, não sendo impossível portanto encontrar uma amostra que o ângulo meça 70°, é sugerido no atual estudo que esses nomes sejam considerados como sinônimos de *Geonoma maxima*.

Outras descrições analisadas foram as de Barbosa Rodrigues (1903), onde se percebeu, principalmente, por meio das ilustrações que, *Geonoma yauaperyensis*, *Geonoma uliginosa*, *Geonoma capanemae* e *Geonoma brachyfoliata*, apresentam os mesmos caracteres de *Geonoma maxima* (Figura 17 A –C). Todas, de acordo com as descrições e ilustrações apresentam folhas pinadas. Para *Geonoma capanemae* o autor apresenta um ângulo de 40°, e *Geonoma*

uliginosa, um ângulo que varia entre 50° e 57°. Para as demais, o autor não menciona a medida do ângulo. São medidas que foram encontradas em *Geonoma maxima*.

Uma descrição que precisa ser analisada com um certo critério é *Geonoma brachyfoliata*. Pela ilustração (Figura 17 C), a planta estava ainda jovem, as folhas não parecem ter alcançado o total desenvolvimento, mas observa-se folhas pinadas, com sete a oito pinas. No atual estudo foram observadas folhas com nove pinas por lado, não podendo ser impossível encontrar folhas com oito. O autor, ao mesmo tempo diz que a planta é acaule. Um aspecto bem semelhante com uma planta jovem de *Geonoma maxima*. Wessels Boer (1968) também considerou-a como sinônimo de *Geonoma maxima*. Henderson (1995), no entanto, aceitou esse nome como sendo sinônimo de *Geonoma maxima* var. *chelidonura*.

Na nova proposta de sinonímia apresentada como resultado desse trabalho também se sugere que os táxons citados de Barbosa Rodrigues sejam considerados como sinônimos.

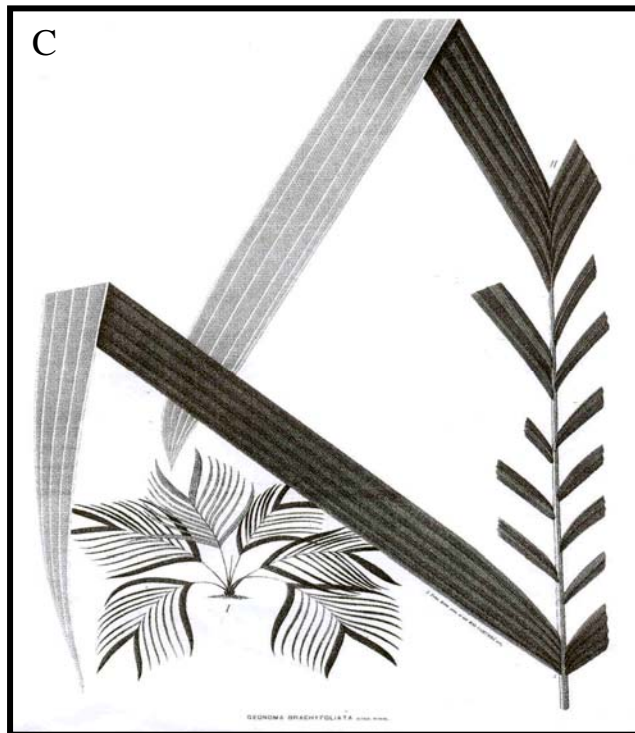
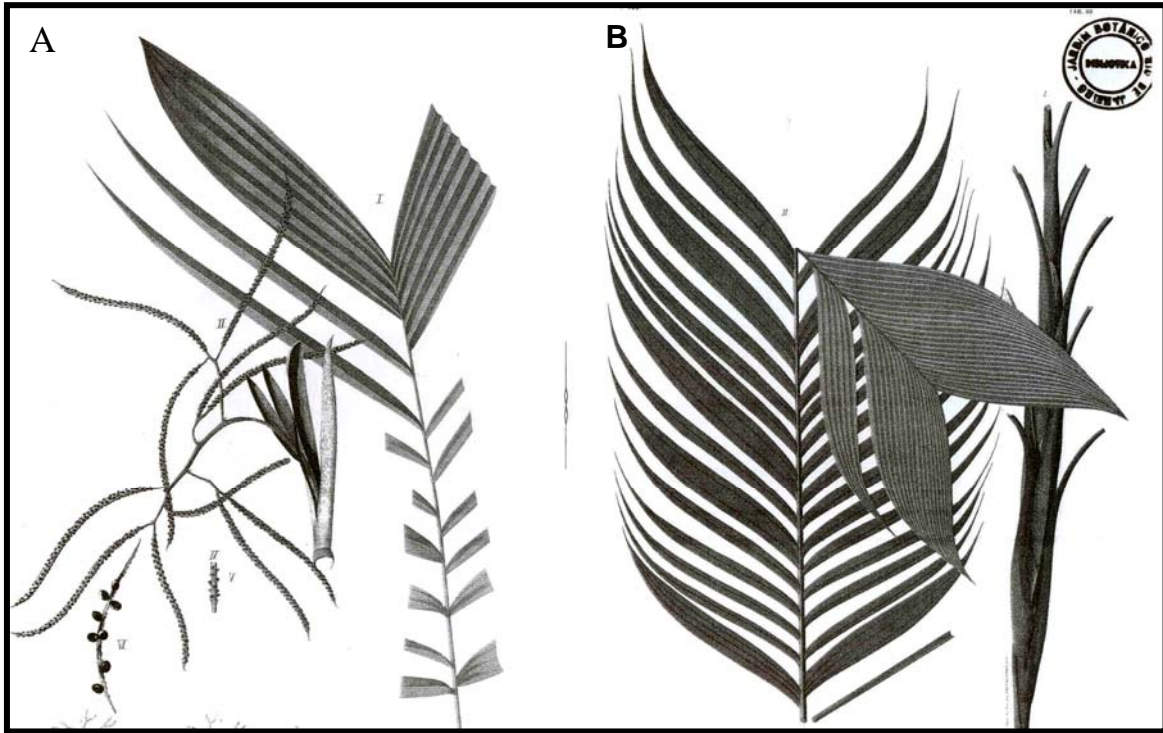


Figura 17 A-C. Ilustrações e identificações feitas por Barbosa Rodrigues (1903) **(A)** *Geonoma capanemae*; **(B)** *Geonoma yauaperyensis*; **(C)** *Geonoma brachyfoliata*.

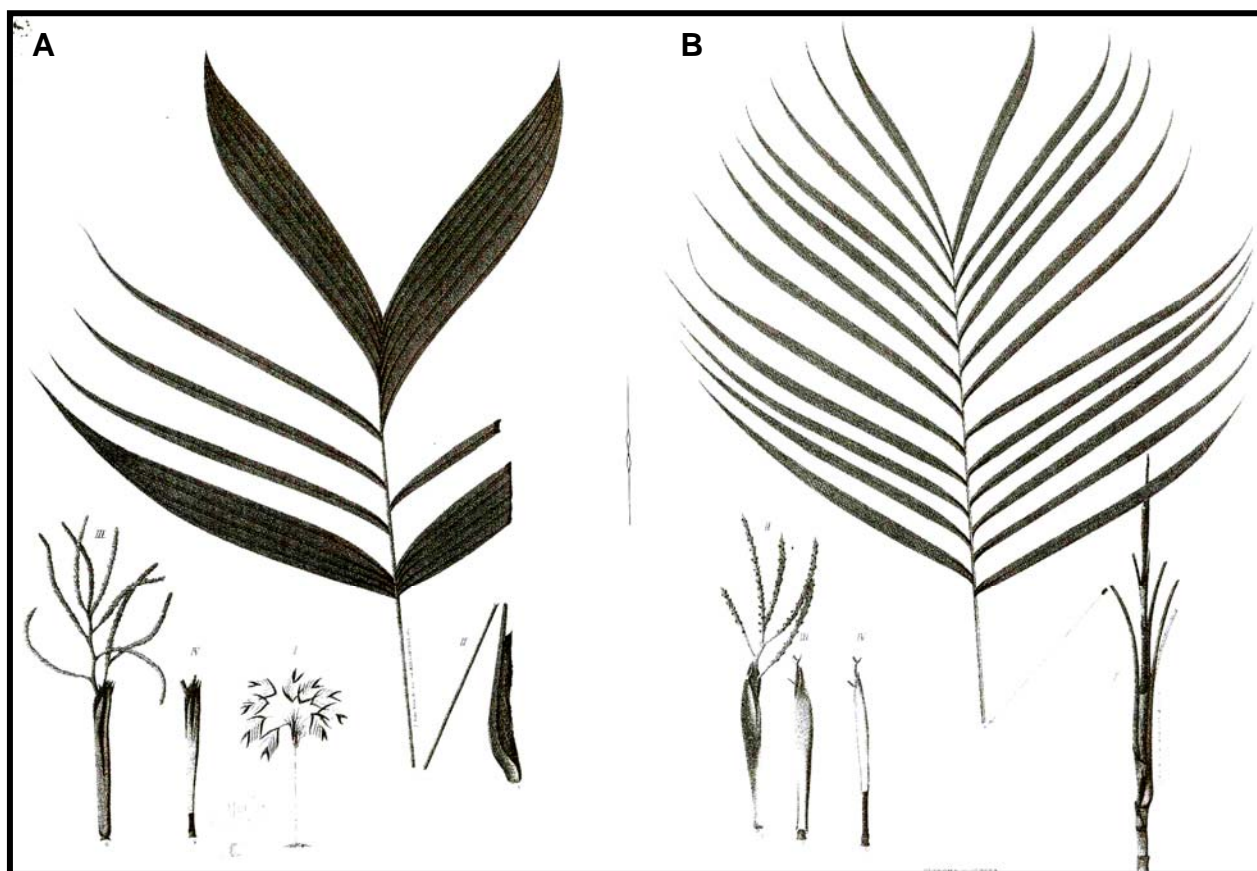


Figura 18 A-B. Ilustrações e identificações feitas por Barbosa Rodrigues (1903): **(A)** *Geonoma palustris* = *Geonoma chelidonura*; e **(B)** *Geonoma uliginosa* = *Geonoma maxima*.

6. Descrição de *Geonoma ambigua*

Esta espécie tem altura entre 1 e 3,0 m, estipes marrom-amarelados, finos, com diâmetro que varia entre 0,67 e 1 cm; entrenós medindo entre 2 e 2,5 cm, nós de 2 a 3mm; folhas simples bifurcadas, retas, de 36,5 a 50 cm de comprimento e 4,5 a 6,0 cm de largura, em algumas, presença de tomento marrom ao longo das nervuras; bainha com 14 - 17cm de comprimento; ângulo entre a ráquis e a folha medindo entre 20 e 30 graus. Inflorescências infrafoliar e interfoliar, uma vez ramificada, ráquias em número de sete a 10, a basal medindo 7,5 cm de comprimento e 1,8 mm de diâmetro. Alvéolos distribuídos em espiral, muito próximos, mais ou menos em fileiras de três a cinco, distantes uns dos outros 1mm (Figura 19).

6.1. Nomes populares: ubim (Brasil); San Pablo (Venezuela)

6.2. Usos: cobertura de casas (Spruce, 1871)

6.3. Distribuição: Brasil: Roraima (Henderson, 1995); Venezuela: Território Federal do Amazonas, Departamento Rio Negro; Delta Amacuro; Estado Bolívar; Guiana Britânica (Spruce, 1871; Henderson, 1995) (Figura 9).

6.4. Espécimes examinados

Guiana Francesa, Montagne Bellevue de l'Inivi, **de Granville**, 7966 (CAY); Suriname, Voltzberg, **de Granville**, 13753 (CAY); Venezuela, Edo. Amazonas, Depto. Rio Negro, Mamurividi, **Davidse & Miller**, 26715 (VEN); Venezuela, Edo. Amazonas, Mamurividi, 26711 (VEN); Venezuela, Delta Amacuro, **Steyermark**, 87274 (VEN); Venezuela, Edo. Amazonas, 102463 (VEN); Venezuela, Edo. Amazonas, Alrededores de Canaima, **Stauffer**, 171(VEN); Venezuela, 373 (VEN);

Venezuela, Edo. Zulia, Dtto. Lagunilhas, **Bunting**, 11167 (VEN); Venezuela, Edo. Bolivar, **Liesner & González**, 5978 (VEN); Guyana, Kanuku Mto., **Jansen-Jacob**, 368 (RB/SP).

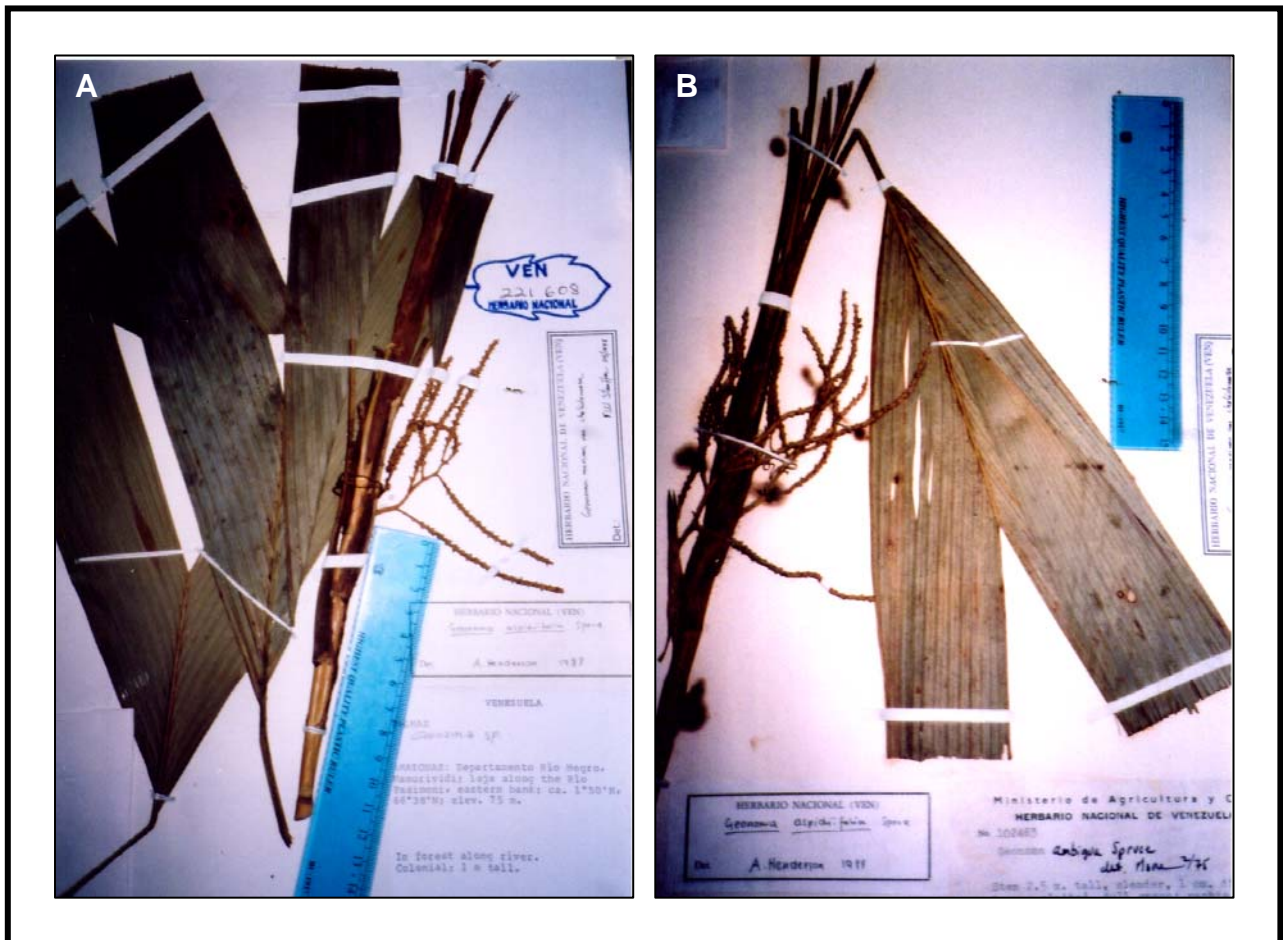


Figura 19. Exemplares de *Geonoma ambigua*, depositados no herbário do Jardim Botânico da Venezuela (VEN). **(A)** Exsicata identificada a primeira vez por Henderson como *G. aspidiifolia* e depois por Stauffer, como *G. maxima* var. *chelidonura*. **(B)** Exsicata identificada a primeira vez por Moore, como *G. ambigua*, depois por Henderson, como *G. aspidiifolia* e depois por Stauffer como *G. maxima* var. *chelidonura*.

6.5. Comentários

Difícil de avaliar essa espécie, já que foi pouco o material analisado. Foram examinadas apenas 12 exsicatas, e não foi vista no campo. Henderson (1995) relata que o táxon ocorre dentro do Brasil, no estado de Roraima. No entanto, numa excursão realizada até aquele Estado, em maio de 2003, onde foram percorridas várias trilhas durante uma semana, no entorno do Rio Uraricoera, não foi observado nenhum indivíduo. A escolha desse local foi porque *Geonoma ambigua* foi coletada pelo etnobotânico Milliken nesse mesmo Estado, cujo número de coleta é 706 (Henderson, 1995). Assim como há registro de ocorrência de outra espécie pertencente ao gênero - *Geonoma baculifera* (Poit.) Kunth, com algumas amostras depositadas no herbário do INPA. Uma mensagem enviada para Milliken com o intuito de obter melhores informações sobre o local de coleta não obteve resposta (ANEXO).

Spruce (1871) na sua descrição menciona apenas a Guiana Inglesa como local de ocorrência, sem se ater a qualquer detalhe a respeito dessa localidade, mas sua descrição foi com base em coleta feita por Appun de número 566, provavelmente o coletor não registrou tal informação. Os contatos com a Guiana Inglesa, para que fosse protocolada com a Agência do Meio Ambiente uma excursão até lá, foram vários, todos em vão.

Spruce se refere na sua descrição apenas a essa coleta, feita por Appun. A mesma que vem sendo citada ao longo do tempo (Burret, 1930, Henderson, 1995), embora Burret assinale que não viu esse material. No entanto, o exame do fototipo desse exemplar, depositado no herbário de Kew (Figura 20), cedido gentilmente por esta instituição, mostra que essa exsicata foi identificada como *Geonoma ambigua* por Harold Moore, Jr. em 1950. É possível que Harold Moore tenha feito essa identificação com base em outras amostras coletadas por Spruce ou ainda existiu outra parte da coleta de Appun onde o Spruce assinalou como sendo *Geonoma ambigua*. Também se percebe na exsicata uma outra identificação – *Geonoma*

spruceana, uma espécie descrita por Trail (1876), que pode ter sido notificada como tal pelo próprio Trail. Essa espécie vai ser melhor comentada mais adiante.



Figura 20. Fototipo de *Geonoma ambigua*. Cortesia do herbário The Royal Botanic Garden (Kew).

No herbário da Venezuela (VEN) foram encontradas algumas exsicatas identificadas ou como *Geonoma ambigua* ou como *Geonoma maxima* var. *ambigua*. Duas delas apresentam-se muito semelhantes com a descrição de Spruce e com o fototipo (e foi com base nestas que foi feita a descrição acima). Uma, identificada anteriormente por Harold Moore, em 1975, como *Geonoma ambigua*, e depois por

Fred Stauffer, em 1997, como sendo *Geonoma maxima* var. *chelidonura*. Aqui se discorda dessa última identificação, o exemplar tem folhas inteiras, bifurcadas, são bem menores que as de *Geonoma chelidonura* e não apresentam pinas oblongo-lanceoladas. A medida do ângulo foi de 20° e 30° para as duas exsiccatas (Figura 19 A-B). São as medidas apresentadas por Spruce (1871) para *Geonoma schomburgkiana* e *Geonoma ambigua*. Da mesma forma, ele menciona que estas espécies têm folhas bifurcadas. São descrições muito semelhantes e foram nomes considerados por Wessels Boer (1968) como sinônimos de *Geonoma maxima*.

Entretanto, o exame do fototipo de *Geonoma schomburgkiana* (Figura 21) também cedido gentilmente pelo herbário de Kew, impõe uma mudança, é possível que Spruce tenha se equivocado, esse fototipo apresenta semelhança com *Geonoma baculifera*. O próprio autor ao tratar dessa última espécie que foi descrita por Poiteau, chama a atenção para as possíveis variações na forma das folhas, podendo ser inteiras, ou com alguns segmentos. Mas aqui, além da forma da folha tão característica com a ilustração apresentada por Poiteau, também se enfatiza a forma da inflorescência, muito parecida com a de *G. baculifera*, de tal maneira que permite sugerir que *Geonoma schomburgkiana*, que foi apontada por Wessels Boer (1968) como sinônimo de *Geonoma maxima* e por Henderson (1995) como sinônimo de *Geonoma maxima* var. *ambigua*, seja mais um nome a fazer parte da sinonímia, mas dessa vez de *Geonoma baculifera*.

A Tabela 11 mostra alguns dos caracteres apresentados por Spruce para *Geonoma ambigua* e *Geonoma schomburgkiana*, assim como expõe os caracteres apresentados pela descrição de Burret para *Geonoma robusta*, sendo sugerido que esse último nome passe a ser sinônimo de *Geonoma ambigua*.

Tabela 11. Alguns caracteres morfológicos apontados por Spruce (1871) e Burret (1930) para *Geonoma ambigua*, *Geonoma schomburgkiana* e *Geonoma robusta*.

| Autores | Espécies | | |
|---------|------------------------|-------------------------------|--|
| | <i>Geonoma ambigua</i> | <i>Geonoma schomburgkiana</i> | <i>Geonoma robusta</i> |
| Spruce | | | |
| (1871) | Folhas bifurcadas | Folhas bifurcadas | |
| | Ângulo de 30° | Ângulo de 20° | |
| | Alvéolos subdecussados | Alvéolos espiralados | |
| Burret | | | Segmentos quase retos, um pouco falcados |
| (1930) | | | Angulo de 30° |
| | | | Alvéolos espiralados |



Figura 21. Fototipo de *Geonoma schomburgkiana*. Cortesia do herbário The Royal Botanic Garden (Kew).

Muitas das descrições realizadas por Spruce revelam que foram feitas com base em material incompleto. Para *Geonoma ambigua* o autor acrescenta que o espécime tem folha incompleta e flores semidestruídas. Pôde se verificar ao examinar o fototipo (Figura 20), que a inflorescência já estava velha no momento da

coleta. O fototipo também revela que são poucas as informações que constam na exsicata. Um ato corriqueiro entre os coletores botânicos do passado, pois foram várias as exsicatas históricas consultadas com o mesmo procedimento. Já a descrição de Burret em relação a *Geonoma robusta*, é mais completa.

Outras coletas depositadas no herbário da Venezuela, identificadas como sendo *Geonoma maxima* var. *ambigua*, são consideradas aqui como *Geonoma maxima*, nenhuma característica mostrou-se diferente do que foi descrito por Poiteau (1822, Figuras 1A-B e 2) para *Geonoma maxima*; ou apenas em algumas delas, se percebeu uma menor distância entre os alvéolos. Uma situação semelhante foi vista nos herbários do Instituto Botânico de São Paulo (SP) e Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB). Há nesses herbários duas exsicatas, ou partes de uma só, já que tem como coletor Jansen-Jacob, com o mesmo número de coleta (368), procedentes da Guayana. Essas amostras têm todas as características de *Geonoma maxima*. Ou melhor, apenas um caráter coincide com a descrição feita para *Geonoma ambigua*, o ângulo, que mediu 30⁰, mas essa medida foi registrada entre algumas amostras de *Geonoma maxima*, na realização do atual trabalho, uma vez que a variação para esse caráter foi de 20 a 70 graus.

Henderson identificou esse material em 1991, como *Geonoma maxima*, entretanto, no seu trabalho: *The Palms of Amazonian*, publicado em 1995, ele menciona esse espécime como sendo *Geonoma maxima* var. *ambigua*. Aqui, apesar dessa amostra ter sido citada como material examinado referente a *Geonoma ambigua*, não foi aceita como tal, pois difere muito das descrições de Spruce.

Uma outra situação se observou ao analisar amostras pertencentes ao herbário da Guiana Francesa (CAY), uma procedente do mesmo país e outra do Suriname, identificadas como sendo *Geonoma maxima* var. *ambigua*. Uma dessas amostras guarda alguma semelhança com a descrição original de *Geonoma ambigua*, porém, foi considerada aqui como *Geonoma maxima* e a outra foi possivelmente confundida com um outro táxon - *Geonoma baculifera*.

Wessels Boer (1968) considerou *Geonoma ambigua*, *Geonoma schomburgkiana* e *Geonoma robusta* como sinônimos de *Geonoma maxima* (cf. página 17).

Nesse estudo, pelo pouco material examinado e por não ter sido vista no campo, e de acordo com as descrições feitas no passado por Spruce, é sugerido que *Geonoma ambigua*, seja considerada como espécie separada, tendo como sinônimo *Geonoma robusta*, até que um maior número de amostras sejam examinadas e, entre estas, algumas sejam observadas no campo, o que levará a se obter material para análises de laboratório, incluindo o estudo do DNA.

7. Descrição de *Geonoma chelidonura*

Os indivíduos têm alturas que variam de 2 a 8 metros. Apresentam estipes, verde-amarronzados ou verde-amarelados, solitários ou cespitosos, quando cespitosos podem ser encontrados indivíduos de dois até quatro estipes, o diâmetro desses estipes varia de 0,8 a 3,5 cm, entrenós distantes 2 a 10 cm e nós que medem de 2 a 6 mm. As folhas variam em número de nove a 42, com dois pares de pinas largas, oblongo-lanceoladas, geralmente proporcionais em tamanho, a basal com 17,5 a 70 cm de comprimento e 4 a 10 cm de largura, podendo ser visto mais um par ou dois intermediários, estreitos, com 1cm de largura. São verde-escuras, mas não tanto quanto as de *Geonoma spixiana*, com uma textura menos macia que em *Geonoma maxima*. A face abaxial dessas folhas quando jovens apresentam um tomento marrom, concentrando-se ao longo das nervuras. A ráquis mede de 15 a 53 cm de comprimento. O ângulo variou de 20 a 43 graus. Pecíolo achatado, de 11,5 a 91,5 cm de comprimento, e 0,3 a 2 cm de diâmetro; bainha com 7,5 a 18 cm de comprimento. Prófilo medindo de 11 a 18 cm de comprimento. Bráctea peduncular em número de dois, distante do prófilo 0,8 a 1 cm, medindo de 6,8 a 13 cm. Pedúnculo achatado medindo de 2 a 13 cm de comprimento e 0,4 a 0,6 mm de diâmetro, com bractéolas. Inflorescência interfoliar, verde na fase de flor, alaranjada quando em fruto (infrutescência), ramificada com uma a duas ramificações, ráquias, em número de quatro a 51, medindo 3,5 a 15 cm de comprimento e 1,5 a 3 mm de diâmetro, nas raquias basais. Ráquis com 3 a 15 cm de comprimento. As flores apresentam-se em tríades, 2 (duas) laterais estaminadas e 1 (uma) central pistilada. As estaminadas, medindo de 5,0 a 5,5 mm, sépalas e pétalas arroxeadas, conatas

em número de três, respectivamente; as sépalas, medindo cada uma, 2,0 x 1,0 mm; as pétalas, medindo 2,5 a 3,0, destacando-se por uma lista vertical roxa no centro destas, em sentido longitudinal; contendo seis estames livres do meio para o ápice, contendo filetes brancos, medindo 2 mm, sendo cada um deste terminado por um par de anteras livres, curvadas para dentro, medindo cada uma 1 mm. Presença de um pistilódio muito pequeno entre os estames. Flor pistilada, branca, com 3 a 4 mm, também com três sépalas, cada uma medindo 2,5 a 3,0 mm; e três pétalas, medindo 3,0 a 3,5 mm; com tubo estaminodial unindo seis estaminódios que passam a ser livres do meio para o ápice (digitalmente lobados). Esse conjunto está circundando um estigma, medindo cerca de 3,0 mm, trifido no ápice. Essas flores estão inseridas em alvéolos, dispostos em espiral ao longo das raquillas numa distância que varia de 1 a 5 mm, uns dos outros. Os alvéolos têm lábios inferiores (em relação à base das raquillas) fendidos, mas quando em inflorescência jovem podem ser vistos inteiros. Os frutos são ovais, às vezes pontiagudos no ápice, verde-amarelados quando imaturos, e violetas a pretos quando maduros, medem de 7,4 a 13 mm de comprimento e 5,4 a 8 mm de diâmetro, semente de cor marrom escura, endosperma homogêneo, medindo 6 mm de comprimento e 5,3 de diâmetro (Figura 22 A-H).

7.1. Nomes populares: ubim; caranã; ubí; ubim calhano (Brasil).

7.2. Usos: as folhas são usadas para confecção de coberturas de casas rústicas, também no fabrico de utensílios pelos ribeirinhos.

7.3. Distribuição: Brasil: Amazonas, Acre, Amapá, Rondônia, Pará; Colômbia; Peru (Figura 9).



Figura 22. *Geonoma chelidonura*. **(A)** Hábito; **(B-C)** Estipe; **(D)** Folha adulta; **(E)** Plântula; **(F)** Folha adulta; **(G)** Inflorescência jovem, estaminada; **(H)** Frutos.

7.4. Espécimes examinados

Brasil, Amazonas, Manaus, Reserva Ducke, **Castro**, 536 (INPA); Amazonas, Manaus, Reflorestadora Ajuricaba, Rio Urubu, 603 (INPA); Amazonas, Manaus, Reserva Ducke, **Anderson**, 132 (INPA); Mato Grosso, Aripuanã, **Gomes**, 108 (INPA); Amazonas, Tefé, **D. Coelho**, s/n (INPA); Amazonas, Manaus, Igarapé do Buião, s/n (INPA); Pará, **Daly**, 1213 (INPA); Amazonas, Serra dos Três Irmãos, **Prance**, s/n (INPA); Amazonas, Br 174, km 30, **Henderson**, 183 (INPA); Amazonas, Bonfuturo, s/n (INPA); Amazonas, Manaus, Br-174, Km 64, 190 (INPA); Amazonas, Borba, Rio Madeira, 1518 (INPA); Amazonas, Manaus, Br 174, km 64, s/n (INPA); Amazonas, Manaus, Br 174, km 64, s/n (INPA); Amazonas, Br 319, Humaitá, 230 (INPA); Amazonas, Manaus, Reserva Ducke, 670 (INPA); Amazonas, Manaus, Reserva Ducke, 678 (INPA); Acre, Mâncio Lima, 1712 (INPA); Amazonas, Manaus, Cidade Nova, 633 (INPA); Amazonas, Manaus, Campus do INPA, **Rabelo**, 05 (INPA); Amazonas, Coari, Porto Urucu, 21 (INPA); Amazonas, Manaus, Praia do Tupé, **Souza**, 349 (HGTP); Amazonas, Itacoatiara, Mil Madeireira, Km 227, 03 (INPA); Amazonas, Rio Preto da Eva, km 64, Reserva Egler, 91 (INPA); Amazonas, Manaus, Reserva Ducke, 336 (INPA); Amazonas, Manaus, Reserva Ducke, 341 (INPA); Amazonas, Manaus, Campus do INPA, 366 (INPA); Amazonas, Manaus, Campus do INPA, 367 (INPA); Amazonas, Iranduba, 368 (INPA); Amazonas, Manaus, Reserva Ducke, **Vicentini**, 1083; Amazonas, Manaus, Reserva Ducke, **Küchmeister**, 109 (INPA); Amazonas, Manaus, Reserva Ducke, 126 (INPA); Amazonas, Manaus, Reserva Ducke, 139 (INPA); Pará, Rio Tapajós, **E. Snethlage**, s/n (MG); Amazonas, Purus, Cachoeira, **A. Goeldi**, s/n (MG*); Amazonas, Marmellos, Rio Madeira, **Ule**, 6126 (MG*); Amazonas, São Felipe, Rio Negro, **Fróes**, 28712 (IAN); Pará, Alto Tapajós, **Anderson**, 11127 (IAN); Peru, Rio Ucayali, **J. Huber**, s/n (MG*); Amazonas, Manaus, Ponta Negra, **Eiten**, 5196 (SP); Amazonas, Barro Vermelho, **Pardini**, 10 (SPF/INPA); Amazonas, Altamira, 44 (SPF/INPA); Pará,

Martinelli, 7147 (RB); Kuhlmann, 986 (RB); Brasil, Amazonas, Tabatinga, **Jobert-Schwacke**, 516 (RB/R*)

Venezuela, T. F. Amazonas, Rio Negro, **Stauffer**, 234 (VEN).

- Coletas históricas, ver em ANEXO

7.5.Comentários

Foram analisadas 101 amostras, entre estas, exemplares de herbário, amostras no campo estéreis e férteis. Da mesma forma que foi observada plântula de *Geonoma maxima* foi observada também a plântula de *Geonoma chelidonura*, onde se verificou que a primeira folha ou eófilo é bífido, com 2 a 3 cm de largura. Verificou-se que por um bom tempo elas permanecem inteiras. Em seguida se diferencia em dois pares de pinas relativamente largas, oblongo-lanceoladas, intermediadas (nem sempre) por um outro par de pinas bastante estreitas com 1 cm de largura, podendo ser visto também indivíduos com mais um par de pinas estreitas.

Spruce (1871) ao descrever essa espécie (Figura 23) classificou-a entre aquelas que apresentam folhas simples bifurcadas, onde estão incluídas *Geonoma ambigua* e *G. schomburgkiana*, conforme já assinaladas.

Pelo número de amostras observadas no campo e todo material visto nos herbários se pode dizer que *Geonoma chelidonura* é mais comumente vista com folhas oblongo-lanceoladas e ao mesmo tempo ganhando a forma falcada (ANEXO, item 3) divididas em dois pares de pinas, de mesma largura, estando muitas vezes entre estas um par estreito, 1-1,5 cm de largura.



Figura 23. Fototipo de *Geonoma chelidonura*. Cortesia do herbário The Royal Botanic Garden (Kew).

Uma outra descrição de Spruce foi analisada - *Geonoma turbeculata*, assim como seu fototipo (Figura 24). Possivelmente um outro equívoco de Spruce, apesar de tão atento às variações dentro desse gênero, designou mais uma espécie que também pode ser confundida com *Geonoma aspidiifolia*. No entanto, apesar de

mostrar uma planta de menor porte, e folhas menores, com alguma semelhança com *Geonoma aspidiifolia*, não pode ser considerada como tal, além da diferença na folha, possível de ser encontrada em *Geonoma chelidonura* (vide Figura 22), principalmente quando a planta é encontrada distante de área alagada, sua inflorescência diverge muito da que é vista naquela, guardando mais semelhança com *Geonoma chelidonura*, e por isso sugerido aqui como mais um exemplar equivalente dessa última, concordando parcialmente com Henderson (1995) e discordando de Wessels Boer (1968) que assinalou como sinônimo de *Geonoma aspidiifolia*.



Figura 24. Fototipo de *Geonoma tuberculata*. Cortesia do herbário The Royal Botanic Garden (Kew).

A análise de um outro fototipo (Figura 25), dessa vez referente à coleção de Traill, coletado em abril de 1874, no lago Juruty, registrado como o número 1002, que o autor denominou de *Geonoma spruceana* é possivelmente outra amostra equivalente a de *Geonoma chelidonura*, através do fototipo se pode perceber a semelhança nos caracteres, a forma da folha; a distribuição dos alvéolos, são os que se destacam aqui. Incluir esse nome como sinônimo de *Geonoma chelidonura* é outra sugestão desse trabalho.



Figura 25. Fototipo de *Geonoma spruceana*. Cortesia do herbário The Royal Botanic Garden (Kew).

Outro exemplar original examinado com o nome de *Geonoma juruana*, depositado no herbário do Museu Emilio Goeldi, (MG, isótipo), coletado por E. Ule de número 5744, e que na atualidade é considerado como sinônimo de *Geonoma chelidonura*, é de identificação duvidosa. A amostra tem mais características de *Geonoma spixiana* do que *Geonoma chelidonura*. A exsicata apresenta folhas retas e ráquias grossas com distribuição dos alvéolos em fileiras organizadas, distantes 1-2 mm uns dos outros, do jeito que se vê em *Geonoma spixiana*. O questionamento se deve também ao fato que várias amostras foram comparadas de uma e outra espécie de mesma procedência. Uma outra coleta histórica identificada como *Geonoma juruana*, sem o nome do identificador, também depositada no Museu Goeldi, procedente do Rio Purus, coletada por André Goeldi em 25/VI/1903, foi no presente estudo considerada como *Geonoma spixiana* (Tabela 9). Mas, aquelas exsicatas identificadas recentemente como *Geonoma juruana* que guardam mais características de *Geonoma chelidonura*, foram aqui consideradas como *Geonoma chelidonura*.

A análise, também, das descrições e ilustrações feitas por Barbosa Rodrigues (1903), permite sugerir que, *Geonoma palustris*, *Geonoma bijugata*, *Geonoma speciosa* e *Geonoma falcata* (Figura 18 A; 26 A-B) são sinônimos de *Geonoma chelidonura*. Uma outra ilustração sua, no entanto, nomeada pelo autor como *Geonoma furcifolia*, que Wessels Boer (1968) considerou como sinônimo de *Geonoma aspidiifolia* e Henderson (1995) registrou como sinônimo de *Geonoma maxima* var. *chelidonura*, não foi aqui aceita como pertencente ao gênero *Geonoma*. Possivelmente Barbosa Rodrigues se equivocou, aparentemente se trata de um representante de *Bactris*. Alguns representantes desse gênero apresentam espinhos tão pequenos nas folhas que são muito comumente confundidos com *Geonoma*. O autor complementa sua descrição mencionando que não viu flor nem frutos dessa espécie.

Infelizmente não há material testemunho de Barbosa Rodrigues depositado no herbário do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Instituição onde o autor foi diretor no final do século XIX. Ao ser questionada esta coleção naquele herbário através da Curadoria, comentaram que Barbosa Rodrigues guardava seu material de coleta no porão daquela Instituição, e que uma enchente estragou todo esse material.



Figura 26 A-B. Ilustrações de Barbosa Rodrigues (1903) **(A)** *Geonoma falcata*; e **(B)** *Geonoma speciosa*.

Da mesma forma, foram examinadas as descrições feitas por Burret: *Geonoma latisecta*, *Geonoma lakoi* e *Geonoma huebneri*. As semelhanças podem ser vistas através de alguns caracteres mencionados na Tabela 12.

Com essas três descrições de Burret não é diferente, uma delas representada no herbário do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB), procedente de Uipiranga, Rio Negro, perto de Manaus, Amazonas, tendo como coletor Kuhlmann com número 986, identificada por Burret entre 1937 e 1938 como sendo *Geonoma latisecta* (Tabela 9 em ANEXO), conforme consta na ficha, sendo ele o próprio autor da espécie, é aqui considerada como sinônimo de *Geonoma chelidonura*. Suas características são bem semelhantes com essa última (Tabela 12).

Henderson (1995) considerou *Geonoma latisecta* como sinônimo de *Geonoma maxima* var. *maxima*, nos seus dados consta que o material original usado por Burret (1930), ou seja, o Tipo, é procedente do Amazonas, próximo de Manaus, e se refere a uma coleta feita por G. Huebner de número 30, depositada no Museu de Berlim. É possível que Henderson não tenha visto essa amostra, já que muito do material que havia sido depositado no Museu de Berlim foi destruído, conforme ele mesmo chama a atenção no transcorrer de suas citações; ou Burret nas suas identificações fez confusão, uma vez que o exemplar depositado no herbário do Jardim Botânico do Rio de Janeiro foi identificado pelo próprio.

A descrição de *Geonoma huebneri*, também foi analisada, uma outra coleta de G. Huebner de número 43, procedente da Serra do Japaty, Brasil, e que aparentemente teve o mesmo destino, uma vez que o holótipo foi depositado no herbário do Museu de Berlim, é aqui sugerida como outro sinônimo de *Geonoma chelidonura*. Contrariando Wessels Boer (1968) que a aceitou como sinônimo de *Geonoma maxima*. As características apresentadas na descrição de Burret (1930) são muito semelhantes com o que é visto em *Geonoma chelidonura* (Tabela 12).

Tabela 12. Comparação entre as descrições de Spruce (1871), de Barbosa Rodrigues (1903) e Burret (1930).

| Spruce (1871) | Barb. Rodr. (1903) | Barb. Rodr. (1903) | Barb. Rodr. (1903) | Barb. Rodr. (1903) | Burret (1930) | Burret (1930) | Burret (1930) |
|---|--|---|--|---|--------------------------|----------------------|-------------------------|
| <i>Geonoma chelidonura</i> | <i>Geonoma bijugata</i> | <i>Geonoma speciosa</i> | <i>Geonoma falcata</i> | <i>Geonoma palustris</i> | <i>Geonoma latisecta</i> | <i>Geonoma lakoi</i> | <i>Geonoma huebneri</i> |
| Folhas simples, bifurcadas-lanceoladas, 2-6 pinas | Folhas com 4 pinas, obliquas, falcadas | Folhas com 3 a 4 pinas, falso-lanceoladas | Folhas com 4 pinas falcado-lanceoladas | Folhas com pinas lineares falcadas, irregularmente distribuídas | Folhas com 4 pinas | Folhas com 4 pinas | Folhas com 4 pinas |
| Ângulo de 20-40° | Ângulo de 20-40° | Ângulo de 37° | Sem medida de ângulo | Sem medida de ângulo | Sem medida de ângulo | Sem medida de ângulo | Ângulo de 30° |
| Alvéolos bidentados | Alvéolos bidentados | Alvéolos bidentados | Alvéolos bidentados | Alvéolos bidentados | Alvéolos emarginados | Alvéolos bidentados | Alvéolos emarginados |

Um outro exemplar analisado, dessa vez depositado no herbário do Museu Nacional do Rio de Janeiro (R), coletado no estado do Amazonas, no município de Tabatinga por Jobert-Schwacke, com número 516, identificado como *Calyptronoma robusta* Trail (Tabela 9), é aqui considerada como sinônimo de *Geonoma chelidonura*. Na sua revisão, Wessels Boer (1968) viu esse material e identificou como sendo *Geonoma juruana*, assinalada na ficha da exsicata (Figura 27). Seus caracteres morfológicos, embora estejam representados incompletamente, diferem do exemplar original (isotipo) coletado por Ule, 5644, depositado no herbário do Museu Goeldi (MG). Infelizmente esse espécime assim como os demais depositados nessa instituição, não puderam ser registrados através de fotografia, porque o herbário, naquele momento que estava sendo consultado, não permitia o uso de equipamentos fotográficos.

O procedimento de Wessels Boer (1968), na Revisão da Tribo, que parece ter sido a mais consistente até o momento, foi muito em razão dele ter aceito *Geonoma chelidonura* como sinônimo de *Geonoma aspidiifolia*, uma outra espécie fora do Complexo, bem definida que diverge bastante de *Geonoma chelidonura* (cf. página 18). *Geonoma aspidiifolia* é representada por indivíduos muito pequenos até 1,5 m de altura, apresenta três pares de pinas relativamente largas, sendo a apical mais larga; ráquias curtas, eretas, geralmente trifidas. O autor provavelmente confundiu o material que analisou.

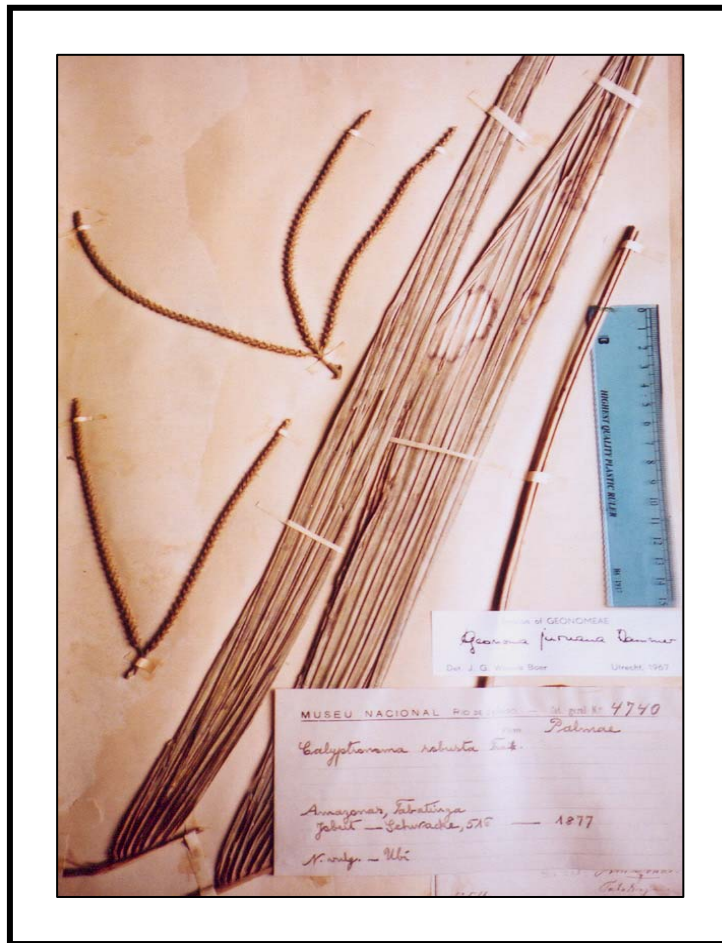


Figura 27. Exemplo de *Calyptrocoma robusta*, revisado por Wessels Boer, depositado no herbário do Museu Nacional do Rio de Janeiro (R).

Ao mesmo tempo, o autor foi coerente ao reconhecer a espécie *Geonoma densiflora*, descrita por Spruce. De acordo com a descrição de Spruce na página 112 publicada em 1871, o seu fototipo, e pelas exsicatas examinadas nos herbários, essa espécie morfologicamente difere do Complexo. Um dos espécimes observado que está depositado no herbário do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB), coleta de Kuhlmann e identificado por Burret em 1938 (Tabela 9) não deixa dúvida quanto

a separa-la de *Geonoma chelidonura*. As ráquulas curtas e densamente cobertas de alvéolos muito próximos, não permite confusão entre os táxons.

Henderson (1995) se referiu a *Geonoma densiflora* e *Geonoma personata*, outra descrição de Spruce, como sinônimos de *Geonoma maxima* var. *chelidonura*. Neste estudo, após analisar as descrições e fototipos, se discorda de Henderson, mantendo *Geonoma densiflora* como táxon separado e *Geonoma personata* como seu equivalente (Figura 28 A-B).



Figura 28 A-B. Fototipos: (A) *Geonoma densiflora*; (B) *Geonoma personata*. Cortesia do herbário The Royal Botanic Garden (Kew).

Entre outras análises também se questionou uma outra descrição, dessa vez de *Geonoma longisecta* descrita por Burret, que Henderson reconheceu também como sinônimo de *Geonoma maxima* var. *chelidonura*. Aqui, se incluiu esse nome como sinônimo de *Geonoma chelidonura*, mas com uma ressalva, na descrição de Burret não há qualquer informação sobre a parte reprodutiva da planta.

O estudo desse material culminou numa nova proposta de sinonímia que pode ser observada mais adiante.

Ainda se referindo as observações de campo, é preciso que se registre que todos caracteres morfológicos quantificáveis foram medidos visando aplicar métodos estatísticos que mostrassem ou não uma separação entre os táxons analisados.

Alguns desses testes foram Qui-quadrado e o teste t (Beiguelman, 1991). A altura dos indivíduos, apesar de ser um caráter meio subjetivo, foi avaliada através do teste t, sendo significativa a diferença ao nível de 5%, entre *Geonoma maxima* e *Geonoma spixiana* com valor de $t=8,7$ ($p<0,001$). Também foi significativa a diferença entre *Geonoma maxima* e *Geonoma chelidonura*, com valor de $t=7,4$ ($p<0,001$).

O número de folhas variou significativamente ao nível de 5% entre as espécies *Geonoma maxima* e *Geonoma chelidonura*, com $t=4,6$ ($p<0,001$), não sendo significativo quando foram comparadas, *Geonoma maxima* e *Geonoma spixiana*, com $t=0,1$ sendo $p>0,05$, ou entre *Geonoma spixiana* e *Geonoma chelidonura*, com $t=0,28$ ($p>0,05$). Esses dados foram obtidos de um total de 217 indivíduos, sendo *Geonoma maxima* representada por 62, *Geonoma chelidonura* por 44 e *Geonoma spixiana* por 111 (Souza, 2000).

Também se registrou, nesse levantamento preliminar sobre o Complexo *Geonoma maxima*, a preferência dos indivíduos por determinados ambientes, e aqui se chama a atenção para o fato dos primeiros dados terem sido obtidos de apenas dois locais, Reserva Ducke, na AM-10, a 26 km de Manaus, e na Mil Madeireira também na AM-10, km 227, município de Itacoatiara.

Nesses locais, verificou-se que *Geonoma maxima* tem preferência por lugares em declive, onde de um total de 62 indivíduos, 34 foram registrados com tal preferência. Já *Geonoma spixiana*, apesar de ocorrer tanto em locais planos como inclinados, tem preferência por locais planos, o registro para esses locais foi de 65

indivíduos, de um total de 111. Enquanto *Geonoma chelidonura*, tem preferência por locais sujeitos a inundações, e aqui merece que seja enfatizado que foram vistos indivíduos tanto próximos a água barrenta como também de águas transparentes, conhecidas como águas negras (Figura 4 A-C), onde foram registrados 37 indivíduos de um total de 44. As amostras examinadas em herbário também mostram essas preferências, o que leva a concluir de imediato que as preferências não ficam apenas em nível local, já que não apenas as coletas recentes foram de diferentes locais, mas as exsicatas examinadas foram das mais diversas procedências. Esses dados confirmam dois estudos realizados verificando a distribuição das palmeiras ao longo de uma topossequência, onde estão incluídos esses táxons (Kahn, 1987; Kahn & de-Granville, 1992). Um aspecto interessante notado em relação a *Geonoma chelidonura* é que quanto mais sombreado o local onde a planta se encontra melhor o seu desenvolvimento. No subbosque mais fechado a planta alcança uma maior altura e suas folhas têm pinas mais largas e maiores. A variação na forma das folhas bem como de outros caracteres morfológicos dentro e entre as espécies de *Geonoma* e a sua capacidade de adaptação ao habitat, já foram estudados por Chazdon (1991). Entre outras conclusões o autor revela a alta eficiência dessas plantas na interceptação da luz.

Essa preferência por local inundado e sombreado tão característico em *Geonoma chelidonura* aparentemente não delimita o táxon, uma vez que pelo menos a análise do DNA através de marcadores AFLP, conforme já foi mencionado, não se verificou uma separação consistente entre essa espécie e *Geonoma maxima*. Os dendrogramas de Jaccard, DICE e Bray Curtis (Figuras 10, 11 e 12) mostram essa interação. Por exemplo, através desses dendrogramas observa-se que uma amostra da população de *Geonoma chelidonura* procedente da Reserva Ducke, em um dos seus extremos, próximo ao igarapé Tinga e uma outra amostra de uma população de *Geonoma maxima* coletada nas proximidades da Sede, tiveram o mesmo grau de similaridade, 0.43.

Tal resultado leva a fazer comparações com o que foi observado no campo, realmente muitos dos caracteres morfológicos apresentados pelos indivíduos, tanto de uma como de outra espécie, guardam mais semelhança entre si do que se forem comparados com os indivíduos que representam *Geonoma spixiana*. Nessa última

espécie, as folhas têm pouca variação, são sempre inteiras e retas, muito raramente são vistos indivíduos com folhas divididas, e medem, normalmente, um ângulo com a ráquis entre 15 e 25°. Nas ráquias, mais grossas, os alvéolos são profundos, tem lábios pouco expressivos, o superior quase não existe e o inferior é fendido e muito curto, e são distribuídos em fileiras ordenadas e muito próximos, normalmente com 1 a 1,5 mm entre si.

Nas outras espécies é possível observar uma maior variação nesses caracteres, *Geonoma maxima* tem sempre folhas de pinas estreitas, mas pode se observar variação nos alvéolos, que apesar de sempre terem uma saliência na base, como se as ráquias estivessem intumescidas ao redor destes, mostram variação quanto à distância. Podem ser vistos muito próximos, 1-1,5 mm distantes um do outro, sendo mais comum no entanto estarem dispostos a uma certa distância, entre 03 a 5 mm. A forma inclinada ou em espiral, contudo, como estão distribuídos ao longo de ráquias mais finas facilita bastante a sua identificação.

Da mesma forma, em *Geonoma chelidonura*, apesar de apresentar pinas largas, geralmente em número de dois pares, pode se verificar em alguns indivíduos, um ou dois pares pinas estreitas intermediárias. Talvez por essa razão, foram causa no passado de tantas descrições em comum. Há também variação na distância entre os alvéolos, mas sempre dispostos em espiral em ráquias finas como em *Geonoma maxima*.

Infelizmente, a tentativa de evidenciar diferenças ou semelhanças entre as espécies questionadas, através do estudo do cariótipo, não obteve sucesso. Foram feitas várias repetições de lâminas (mais de 69), com emprego de coloração convencional (Giemsa) e outras técnicas (Fluorocromos - CMA-DAPI, Bandeamento C), buscando aquelas que melhor evidenciasse o cariótipo, assim como as melhores metáfases, e não foram bem sucedidas. Na captura das imagens, tanto pela microscopia convencional como pela microscopia de fluorescência, se observou, não só muita sobreposição de cromossomos, ou seja, não se obteve cromossomos individualizados, o que impede a contagem dos mesmos, como também foram vistas muitas lâminas sem metáfase.

Então, a ausência de metáfase nas lâminas pode significar, coleta de material (raiz) num momento em que as células não estavam em divisão, o que

parece mais provável, já que foram muitas coletas mal sucedidas, e aí se levanta outra questão: será que o momento de divisão das células nesse grupo difere do que se conhece para outros grupos de plantas? Onde, pela experiência se convencionou que a melhor hora de coleta é pela manhã, por volta das 10:00h (Guerra & Souza, 2002).

Por outro lado, pode também se pensar que ocorreram falhas no decorrer da execução do trabalho (pre-tratamento, fixação, estocagem do material, etc.), entretanto buscou-se seguir à risca o protocolo elaborado pelo laboratório de Citogenética da Universidade Federal de Pernambuco, onde foram feitas as análises, sob os cuidados do Dr. Marcelo Guerra.

Outro fato que precisa ser lembrado, é que a maioria dos trabalhos realizados com plantas, visando informações sobre cariótipos é conseguido por meio do estudo de plantas cultivadas (Röser, 1994 a, 1997; Pedrosa *et al.*, 1999; Guerra & Félix, 2000; Santos, 2002; Marcon *et al.*, 2003 a, 2003 b, 2005, entre outros), onde o monitoramento desses cultivares facilita a obtenção de bons resultados, o que difere quando se pretende analisar material coletado em estado natural, procedente de diferentes locais como foi o caso desse atual estudo, onde as amostras foram coletadas de indivíduos no campo, sujeitas possivelmente a diferentes condições.

Algumas tentativas, visando a germinação de sementes de representantes do Complexo, ora em questão, foram feitas no viveiro da Universidade Federal do Amazonas, mas não surtiram efeitos, necessitando para isso que sejam testados diferentes tratamentos. Estudos desenvolvidos com sementes de *Geonoma* no Brasil ainda são escassos. Mathes & Castro (1987) referindo-se ao período de germinação de *Geonoma schottiana* Mart., de ocorrência restrita ao sudeste e sul do Brasil, afirmam ser necessários 174 dias para que as sementes germinem. Aguiar (1990) verificou que esta mesma espécie requer 206 dias para que tal germinação ocorra. São informações desconhecidas que podem estar associadas ao tipo de tratamento utilizado.

Braum & Chitty (1987) já se referiam a tais palmeiras como de difícil cultivo, cuja prática depende de umidade e sombra durante todo dia, e a propagação por semente requer na maioria das vezes, 3 a 4 meses.

Diante das poucas informações a respeito, é que se tentou uma segunda alternativa, visando obter raízes em franco desenvolvimento, tal qual é mencionada por Guerra & Souza (2002), onde se lê que pode coletar pontas de raízes de indivíduos adultos, desde que apresente a coifa e seja coletada numa determinada hora, e dessa forma se agiu. As poucas lâminas que melhor apresentaram uma metáfase, embora com restrita definição dos cromossomos, apontaram para *Geonoma chelidonura* um número entre 26 e 28 cromossomos ($2n=26$ ou 28) (Figura 29 A-D), já para as demais espécies não se conseguiu metáfases.

Tendo em vista as respostas pouco expressivas nesse sentido, a busca de soluções não parou por aqui, foram feitas novas coletas e outros testes estão sendo feitos em laboratório, uma vez que quase não há registro de informações sobre o cariótipo de representantes do gênero *Geonoma*. Além disso, tais informações como número cromossômico aliado a outros caracteres citológicos, auxiliam não só na delimitação taxonômica das espécies, como também no entendimento das alterações genéticas envolvidas na evolução de um grupo (Pedrosa *et al.* 1999).

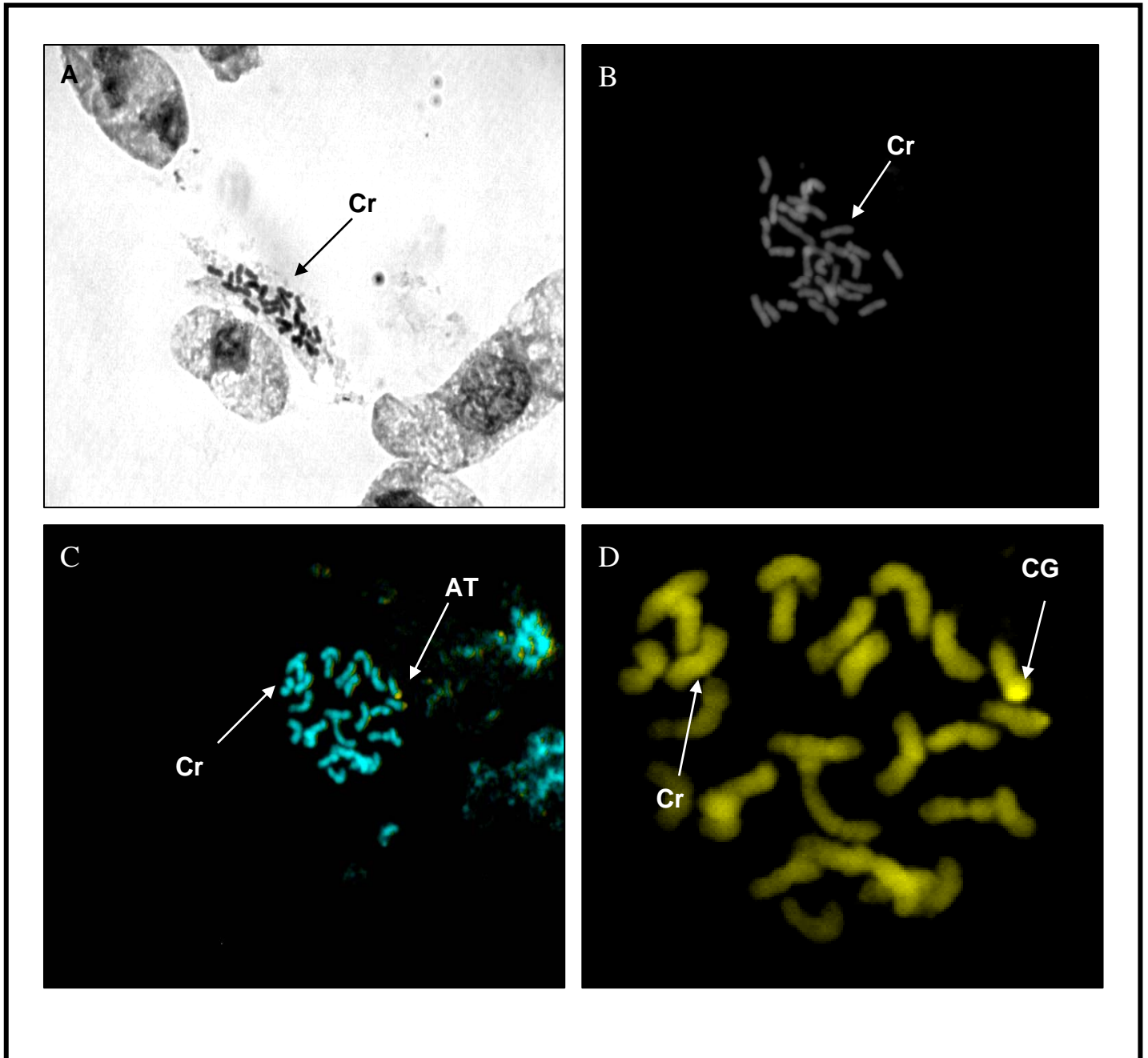


Figura 29 A-D. Células em Metáfase de *Geonoma chelidonura*. **(A)** Coloração Convencional em Guiemsa; **(B)** Coloração com DAPI-Glicerol/microscópio óptico; **(C-D)** Dupla-coloração com Fluorocromos CMA-DAPI/microscópio de fluorescência; **(C)** AT= região (banda) rica em adenina/timina; **(D)** CG= região rica em citosina/guanina; Cr= Cromossomos.

Röser (1994, 1997) ao questionar alguns dados sobre o cariótipo entre as seis subfamílias das Arecaceae, visando esclarecimentos taxonômicos, verificou que na aplicação das técnicas de coloração, bandeamento C e o uso de fluorocromos, os resultados não foram satisfatórios. O autor chama a atenção para as dificuldades em conduzir trabalhos cariológicos com palmeiras, enfatizando o que já havia sido discutido por Johnson (1985), assim como cita que em muitas palmeiras, principalmente aquelas que representam a subfamília Arecoideae, devido a grande variação encontrada entre seus representantes (onde está inserida a Tribo *Geomeae* e conseqüentemente o gênero *Geonoma*), essas técnicas podem falhar ou ser pouco informativas. O autor ainda relaciona essas limitações com as informações obtidas no passado sobre cariótipo de palmeiras. Para ele, podem ter ocorrido muitas interpretações erradas, principalmente no estabelecimento do número de cromossomos, por conta de possíveis erros mascarados pelas técnicas.

Nesses trabalhos, Röser verificou que a Tribo *Geomeae* tem representantes com $2n=28$ ou $2n=30$ cromossomos, considerados os mais baixos números entre as palmeiras.

O estudo do perfil flavonoídico do Complexo *Geonoma maxima*, excluía *Geonoma ambigua*, sendo analisadas amostras de *Geonoma maxima*, *Geonoma chelidonura* e *Geonoma spixiana*, pelos motivos já enumerados quando da sua descrição na página 66; permite considerar a possibilidade de flavonóides comuns a *Geonoma maxima* e *Geonoma chelidonura*. A Tabela 7 mostra a coincidência do tempo de retenção de flavonóides (6,52 min), através da técnica de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE), entre *Geonoma maxima* e *Geonoma chelidonura*.

Informações sobre os constituintes químicos com o fim de solucionar problemas taxonômicos, tanto para o gênero *Geonoma* quanto para os demais gêneros pertencentes as Arecaceae são escassas. Um trabalho com esse intuito, foi realizado por Knudsen (1999). A autora identificou as classes de compostos químicos relacionadas com o odor das flores de alguns representantes de *Geonoma*. Registrando entre estas, ácidos graxos, monoterpenos, sesquiterpenos e benzenóides. O estudo apontou ainda uma diferença na composição química da essência floral, tanto qualitativamente como quantitativamente entre os

representantes do Complexo *Geonoma macrostachys* (a autora considerou a classificação de Henderson, 1995).

Informações nesse sentido, podem conduzir ao entendimento das variações inter e infraespecíficas, como também apontar os mecanismos de isolamento entre os táxons, além das interações entre estes e seus polinizadores.

No atual estudo pôde se observar de maneira superficial que o odor emitido pelas flores das espécies analisadas, difere entre estas. Infelizmente o trabalho realizado por Knudsen (1999) não incluiu nenhuma informação sobre tais táxons, podendo ser razão de uma próxima investigação.

Fora ao estudo de Knudsen, é muito comum a identificação de compostos químicos em *Arecaceae*, visando um melhor aproveitamento das palmeiras com valor comercial. Recentemente Gallota & Boaventura (2005) isolaram substância fenólica, triterpenos (pela primeira vez), esteroides e açúcares da raiz e talo da folha de *Euterpe precatoria* Mart., uma palmeira de ocorrência no estado do Amazonas, chamada popularmente de açai, bastante conhecida pelo comércio de seus frutos, emprego na medicina popular e no artesanato.

8. Descrição de *Geonoma spixiana*

Essa palmeira tem de 2 a 8 metros de altura, sendo mais comuns indivíduos com aproximadamente 5 metros; apresenta estipes solitários ou cespitosos, quando cespitosos podem ser encontrados indivíduos de dois até nove estipes, o diâmetro desses estipes varia de 1,5 a 3 cm, entrenós com 2,5 a 9,8 cm e nós que medem de 3 a 5 mm. As folhas variam em número de seis a 28, inteiras, bifurcadas, bastante estreitas na base, fortemente plicadas, raramente dividida em dois pares de pinas, medindo 63 a 146,3 cm (medida de um lado da pina) de comprimento e 4,5 a 14,5 cm de largura. São verde-escuras, às vezes apresentando um tomento marrom ao longo das nervuras. A ráquis mede de 9,6 a 89 cm de comprimento. O ângulo variou de 5 a 30 graus, sendo detectado apenas um indivíduo com 30°, o mais comum foi ângulo de 10°. Pecíolo achatado, de 5 a 45 cm de comprimento, 1,6 a 2,5 cm de diâmetro; bainha com 8 a 24,5 cm de comprimento. Prófilo distante da bráctea peduncular, 0,8 a 1,5 cm. Bráctea peduncular em número de dois, medindo de 6,5 a 17,5 cm de comprimento. Pedúnculo achatado medindo de 3,9 a 12 cm de comprimento, com bractéolas. Inflorescência interfoliar, verde na fase de flor, alaranjada quando em fruto (infrutescência), ramificada com apenas uma ramificação com ráquias eretas e grossas, em número de cinco a 32, bi e/ou trifurcadas, medindo 7,0 a 14 cm de comprimento e 2,4 a 4 mm de diâmetro, Ráquis com 1,5 a 7,5 cm de comprimento. As flores estaminadas, medindo 4 a 5 mm, com três sépalas conatas, medindo cada uma, 2 x 1 mm e três pétalas, também conatas, medindo 3 x 1 mm, contendo seis estames com filetes brancos, medindo de 1,5 a 2 mm, cada estame com duas anteras livres, curvadas para dentro, lilases, medindo 1 a 1,5 mm; presença de um pistilódio muito pequeno. Flor feminina branca, com 3 a 4 mm, também com três sépalas e três pétalas conatas, com tubo estaminodial unindo seis estaminódios que passam a ser livres do meio para o ápice. Esse conjunto está circundando um estigma, que mede ca. 3 mm, trifido no ápice. Essas flores estão inseridas em alvéolos, organizados em fileiras de seis a oito, em poucos indivíduos se pôde ver a distribuição desses alvéolos com uma pequena inclinação ao longo das ráquias. A distância entre um e outro alvéolo é de 1 a 1,5 mm, muito próximos. Esses alvéolos têm lábios inferiores fendidos e muito curtos, e quando em

inflorescência jovem, são vistos recobrindo quase que totalmente tal depressão. Os frutos são relativamente grandes, ovais, às vezes pontiagudos, verde-amarelados quando imaturos, e violetas a pretos quando maduros, medem de 8 a 16 mm de comprimento e 5 a 11,5 mm de diâmetro (Figuras 30 A-E; 31 A-C).

8.1. Nomes populares: ubim uaçu; ubi; ubim uassú (Brasil)

8.2. Usos: folhas utilizadas na cobertura de casas, confecção de utensílios pelos ribeirinhos e na conserva de peixe salgado e outros alimentos provenientes do rio.

8.3. Distribuição: Brasil: Amazonas. Colômbia. Peru (Figura 9).



Figura 30A-E. *Geonoma spixiana*. (A) Hábito; (B) Estipe; (C) Folha; (D) Infrutescência jovem (E) Frutos.

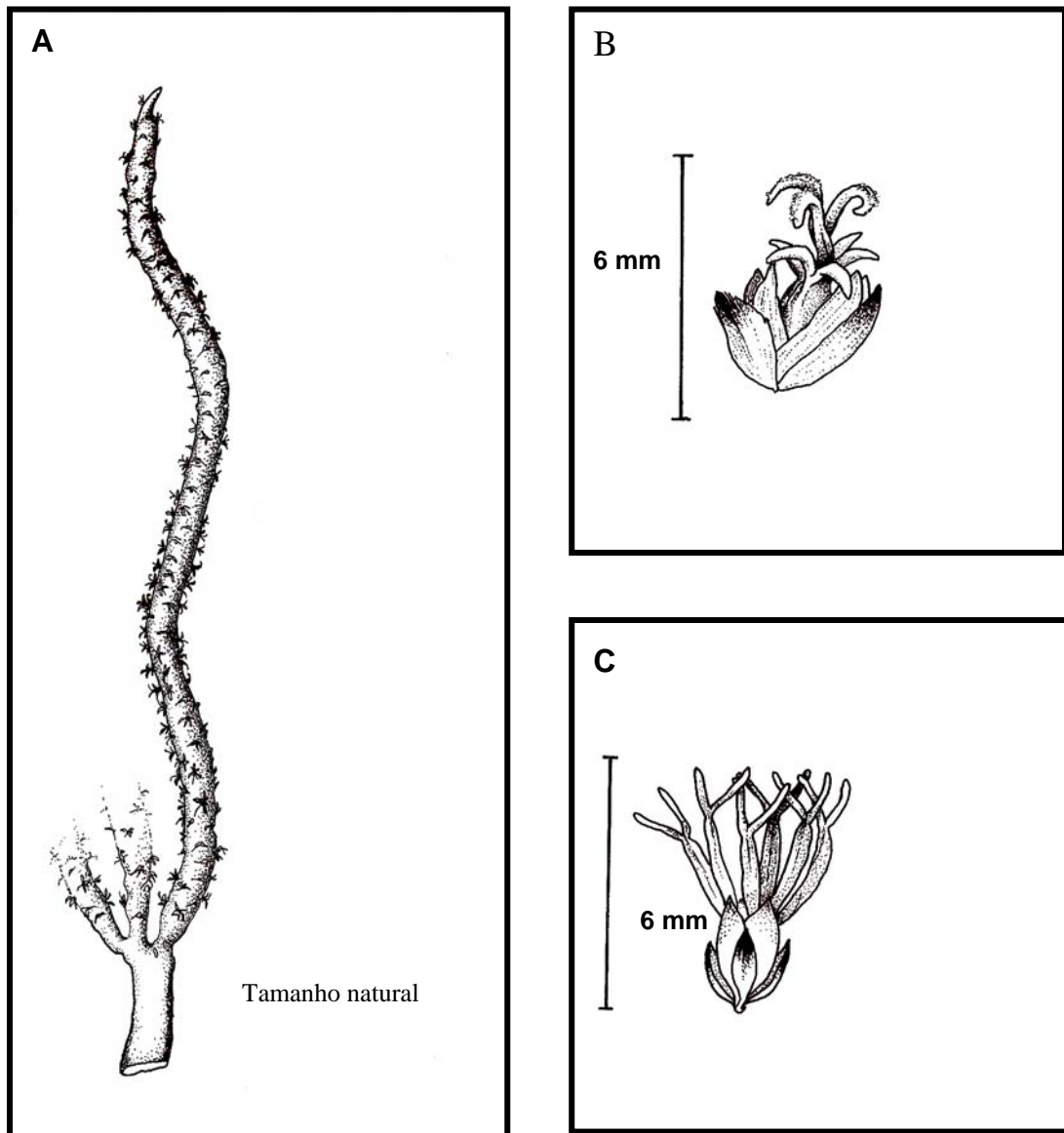


Figura 31 A-C. *Geonoma spixiana*. **(A)** Ráquila com flor pistilada; **(B)** Flor pistilada; **(C)** Flor estaminada (Ilustração de Ivo Seixas Rodrigues).

8.4. Espécimes examinados

Amazonas, Itacoatiara, km 227, **Anunciação & Souza**, 824(INPA); Amazonas, Itacoatiara, km 227, 861(INPA); Amazonas, Manaus, Reserva Ducke, **Aluisio**, s/n (INPA); Amazonas, Itacoatiara, km 227, **Souza**, 02 (INPA); Amazonas, Itacoatiara, Km 227, Mil Madeireira, 332 (INPA); Amazonas, Manaus-Boa Vista, Km 34, Fazenda UFAM, 346 (INPA); Amazonas, Manaus, Praia do Tupé, 361 (HGTP); Amazonas, Itacoatiara, Km 227, Mil Madeireira, 362(INPA); Amazonas, Manaus, Reserva Ducke, 370 (INPA); Acre, Cruzeiro do Sul, **Monteiro**, 324 (INPA); Amazonas, Br 174, km 60, **Kahn**, 589 (INPA); Amazonas, Rio Javari, **Prance**, s/n (INPA); Amazonas, Br 174, km 64, BDFF, **Henderson**, s/n (INPA); Amazonas, Br 174, km 64, BDFF, 1053(INPA); Acre, Mancio Lima, 1149 (INPA); Amazonas, Tefé, 1557(INPA); Amazonas, Tefé, 1558 (INPA); Amazonas, Bonfuturo, s/n (INPA); Amazonas, Manaus, Reserva Ducke, s/n (INPA); Amazonas, Br 174, km 60, 643 (INPA); Amazonas, Manaus, Vivenda, 189 (INPA); Acre, Mancio Lima, 1122 (INPA); Acre, Rio Moa, 1687 (INPA); Amazonas, Atalaia, **Braga**, 3143 (INPA); Amazonas, Estirão do Equador, 3244 (INPA); Amazonas, Barro Vermelho, **Pardini**, 32 (INPA); Amazonas, Altamira, 53 (INPA); Amazonas, Manaus, Reserva Ducke, **Rabelo**, 06 (INPA); Amazonas, São Gabriel da Cachoeira, 68 (INPA); Amazonas, Manaus, Reserva Ducke, **Costa**, 735 (INPA); **Küchmeister**, 110; Amazonas, Manaus, Reserva Ducke, 150 (INPA); **Braga & Nascimento**, 3244; Amazonas, Estação do Jaú, **D. Souza**, 1094 (INPA); Amazonas, Maraã, **Plowman**, 12235 (INPA); Amazonas, Manaus, **Castro**, 652 (INPA); Amazonas, Reflorestadora Ajuricaba, Rio Urubu 616 (INPA); Amazonas, Manaus, **Luetzelburg**, 22026 (R*); Amapá, Porto Grande, Horto do IEPA, **Pereira**, 452 (MB); Amazonas, Coari, **F. da Silva**, 1206 (MB); Acre, Rio Juruá-Miry, **Ule**, 5744 ((MG, Tipo*); Amazonas, Purus, Cachoeira, **A. Goeldi**, s/n (MG*); Pará Santarém-Cuiabá, Br 163, km 1231, **Balick**, 932(MG); Venezuela, Região do Rio Negro, Rio Demini, **Fróes**, 28959 (IAN)

*Coletas históricas, ver Tabela em anexo

8.5. Comentários

Entre os indivíduos observados, também foram vistas plântulas de *Geonoma spixiana*, cujo eófilo é bifido, reto, permanecendo assim até ao estágio de folha adulta.

Essas palmeiras ocorrem em terra firme, tanto em locais inclinados como planos, sendo mais comuns nesse último ambiente. Parece ser também a mais comum das palmeiras dentro do Complexo estudado. Uma vez que o estudo comparativo, já citado, verificando a ocorrência de indivíduos que representam esse táxon, entre duas áreas (Reserva Ducke, no km 26 da Manaus-Itacoatiara e na Mil Madeireira, no km 227, ambas na AM-10), revelou a ocorrência de 111 indivíduos na primeira área e 148 na segunda (Souza, 2000).

Na descrição de Martius (1823), se lê que a palmeira é muito freqüente e ocorre no Rio Japurá, Purus, Barreiras de Manceira, Cachoeira da Jarumã (Tarumã!) e próximo do Rio Jutahy. A coleta sem número feita por Martius, foi registrada como tendo sido feita no Rio Japurá.

A altura dos indivíduos vai além dos 3 metros assinalados por Martius, é possível, embora com raridade, encontrar indivíduo com 7-8 metros de altura, sendo mais comum indivíduos com 5 metros. O critério estabelecido para medir palmeira é muito pessoal, sendo por isso uma informação subjetiva. Wessels Boer (1968) considerou para essa espécie, altura de 5 a 10 metros.

Esta palmeira também parece a que melhor diverge dentro do Complexo, e por isso, a que menos varia. Suas folhas simples com a forma de um “V”, bifurcadas, furcas acuminadas, raramente dividida em dois pares de pinas (essa divisão muito rara parece estar associada às folhas mais antigas do indivíduo), com uma tonalidade verde-escura, se destacam na mata. A textura dura dessas folhas, plicadas (ANEXO – item 3) também é bastante diferente em relação a *Geonoma maxima*, *Geonoma ambigua* e *Geonoma chelidonura*.

Algumas informações sobre a anatomia foliar dessa espécie, mostraram que os estômatos estão presentes em maior quantidade que nas demais espécies, uma média de 22,8 estômatos por campo. Não sendo registradas, contudo, diferenças do ponto de vista qualitativo (Souza, 2000). Os caracteres anatômicos vistos para todo

Complexo foram semelhantes a uma outra espécie estudada - *Geonoma baculifera* por Pereira & Potiguara (1995), mostrando a homogeneidade no gênero entre seus caracteres do ponto de vista estrutural.

Martius (1823) na sua descrição também menciona que são palmeiras solitárias. Wessels Boer (1968) também assinalou para *Geonoma spixiana* estipe solitário. Essa informação é muito superficial, provavelmente foi obtida com base em poucos indivíduos vistos na mata, e ainda em estágio jovem, uma vez que é muito maior o número de indivíduos encontrados com mais de dois estipes. Além dos dados, complementares, obtidos para o atual trabalho, o levantamento já citado em duas áreas, revelou que de um total de 111 indivíduos observados, 97 foram vistos com mais de um estipe (cespitoso) na primeira área (Reserva Ducke, Manaus-Itacoatiara, km 26) enquanto na segunda (Mil Madeireira, Manaus-Itacoatiara, km 227), foram observados 113 indivíduos cespitosos de um total de 148. Henderson (1995) também menciona que essa palmeira raramente apresenta estipe solitário.

Outros caracteres que separam bem essa espécie são a espessura e a disposição das ráquulas. São ráquulas grossas, eretas (Figuras 30 e 31), com apenas uma ramificação, diferentes das ráquulas vistas nos outros táxons (*Geonoma maxima* e *Geonoma chelidonura*). Os alvéolos também mostram uma diferença em relação às demais espécies. São profundos, sem aquela “intumescência” observada nos outros táxons, e distribuídos em séries ou fileiras de seis a oito. Wessels Boer (1968) chama a atenção para esse arranjo dos alvéolos entre os representantes da Tribo *Geonomeae*, para ele tal informação é de fundamental importância no diagnóstico dos táxons. Em ráquulas de *Geonoma spixiana* também não se observa aquela “intumescência” ao redor do alvéolo, nem em estado de flor e nem de fruto, conforme foi observada para as outras espécies e esses alvéolos aparentemente são mais profundos, muito próximos uns dos outros.

Tais diferenças, não permitem dúvida quando comparadas com a resposta obtida através do DNA, que mostrou que os representantes dessa espécie foram os que melhor se separaram, através da técnica de AFLP (Figuras 10, 11 e 12), mostrando que possivelmente se trate de uma espécie separada.

O emprego dessa técnica entre as espécies *Geonoma*, com intuito de obter um melhor entendimento sobre as variações morfológicas entre e dentro de

populações, parece que foi a primeira vez, mas para outros gêneros de palmeiras neotropicais já se verifica alguns registros. Um exemplo é citado para *Bactris*, onde um dos seus representantes (*Bactris gasipaes* Kunth) é apontado, devido a sua domesticação, como formado por três raças de ocorrência ao longo dos rios Amazonas e Solimões, com base em caracteres morfológicos (Clement *et al.*, 2002). Os autores questionaram a ocorrência dessas raças empregando a técnica de AFP e verificaram a existência de dois grupos de plantas e não três, cujas observações, feitas através do dendrograma, mostraram similaridade de 0,795 para duas delas. Essa técnica também foi empregada por Kahn & Second (1999), dessa vez observando variações entre populações de *Astrocaryum*, onde os resultados apontaram a divisão do gênero em dois subgrupos, enquanto a avaliação considerando caracteres morfológicos mostrava três subgrupos.

Cardoso *et al.* (2000) empregaram a mesma técnica com *Euterpe edulis* Mart., visando caracterizar a variabilidade genética dentro e entre 11 supostas populações ao longo da Costa Brasileira. Os autores observaram que as estimativas de distâncias genéticas variaram de 0.031, onde estão incluídas populações mais estreitamente relacionadas, até 0.157 para a população mais divergente. Verificaram também que essas mesmas distâncias genéticas apresentaram correlação com a distância geográfica observada entre tais populações.

Com quase a mesma proposta, Adin *et al.* (2004) ao questionarem, usando o mesmo marcador molecular, as diferenças genéticas e geográficas entre duas populações de *Bactris gasipaes* ocorrentes na Amazônia Peruana, entre os rios Parapuru e Cuiparillo, verificaram não haver relação entre a localização das populações ao longo desses rios e a diferença apresentada geneticamente (0.0377-0.0416, $P < 0.01$).

Neste trabalho sobre o Complexo verificou-se alguma proximidade nos graus de similaridade entre algumas populações mais próximas geograficamente. Por exemplo, em relação aos indivíduos que representaram *Geonoma spixiana*, se percebeu o mesmo grau de similaridade (0.79) para amostras procedentes da Reserva Ducke (Km 26, AM-10) e da Fazenda-UFAM, no km 32 da Br 174. Mas quando esses mesmos indivíduos são comparados com amostras coletadas de uma

população que ocorre na Mil Madeireira, no Km 227 da AM-10, se verifica uma certa distância genética, com grau de similaridade igual a 0.74 (Figura 10, 11 e 12).

Outros trabalhos realizados com representantes de *Arecaceae* de ocorrência comum no entorno da bacia amazônica, foram conduzidos empregando diferentes marcadores moleculares, são exemplos, Billotte *et al.* (2001); Billotte *et al.* (2004); e Gaiotto *et al.* (2001) que usaram marcadores microssatélites; entre outros.

O estudo feito por Roncal *et al.* (2005), já citado, questionando através dos marcadores moleculares, fosforribulosequinase e RNA polimerase II, semelhanças e diferenças dentro da Tribo *Geonomeae*, infelizmente só incluíram do Complexo ora estudado, *Geonoma maxima* e *Geonoma maxima* var. *chelidonura* (os autores consideram a classificação de Henderson, 1995), cujo dendrograma permite visualizar o mesmo grau de similaridade para ambas, embora a autora não se reporte a tal valor.

Asmussen (1999), também visando um melhor entendimento taxonômico em relação aos gêneros que compõem a Tribo *Geonomeae*, mostrou dados obtidos ao nível do cloroplasto, usando como marcadores, parte do gene *rp16* (proteína ribossomal 1) e espaçadores intergenicos, *rp16* e *rps3*. Suas informações, porém, não avançaram tanto nesse sentido. Para o gênero *Geonoma* mostraram-se pouco esclarecedoras, segundo o autor, devido a homoplasia dos caracteres.

As evidências também, através do perfil flavonoídico, onde os tempos de retenção de flavonóides, 15,76; 16,64; 17,08 e 18,11 (em minutos) em *Geonoma spixiana* foram diferentes em relação aos outros grupos estudados (Tabela 7; Figura 13), levam a crer que possivelmente este é um táxon que se separa dos demais. Esclarecimentos taxonômicos obtidos pelo conhecimento dos flavonóides têm sido empregados nos níveis genérico, específico e infraespecífico entre diferentes famílias (Salatino *et al.*, 2000a; 2000b; Bomfim-Patricio *et al.*, 2001; entre outros). Seu emprego, no entanto, com o mesmo fim em palmeiras ainda é incipiente.

Rodrigues (2004), conforme já mencionado, conseguiu pela identificação dos flavonóides presentes nas quatro espécies do gênero *Allagoptera*, dividi-lo em dois subgrupos. A autora também analisou, essas espécies através do emprego de marcadores moleculares, fazendo o sequenciamento das regiões *rsp16* e *atpB-rcb* do genoma do cloroplasto. A análise combinada desses dados, também sugeriu com

pequenas diferenças, um arranjo em dois pares para as quatro espécies que compõe o gênero.

No trabalho que ora se apresenta, estão em andamento através do emprego de técnicas espectrométricas, o isolamento, análise e identificação dos flavonóides presentes nos táxons estudados.

Voltando ao estudo morfológico, verificou-se através das consultas às coleções de herbários, que *Geonoma spixiana* apesar de ser a mais comum (dentro do Complexo ora analisado) espécie na mata, ainda é pouca representativa nessas coleções. Sendo bem maior a coleção de *Geonoma maxima*. As coleções depositadas nos herbários da região ganharam um certo acréscimo com os levantamentos florísticos realizados recentemente, entre os quais, pode ser citado Ribeiro *et al.*(1999).

Também através do estudo das coleções, é possível sugerir que *Geonoma grandisecta* (Figura 32) descrita por Burret, cujo espécime está depositado no herbário do Museu Nacional do Rio de Janeiro (R) (Tabela 9), seja considerada como sinônimo de *Geonoma spixiana* (Tabela 13). Comparando as duas descrições, a de Martius e Burret, não se vê diferença.

Aqui, se destaca a ênfase que Burret dá na sua descrição ao tipo de lâmina apresentada por *Geonoma grandisecta*: “Palmeira robusta, ... frondes grandes, ...lamina rígida,... fóveas (alvéolos) inclinados em série de 5, sequencialmente distribuídas numa mesma distância, com 3mm ...” Todas essas informações podem ser vistas em amostras de *Geonoma spixiana*, com exceção da distância que o autor afirma ver entre os alvéolos, de 3mm. Burret chama a atenção também na chave de identificação para o ângulo de 15 graus medido entre a ráquis e a lamina. No atual trabalho, se verificou que em *Geonoma spixiana* a medida do ângulo variou entre 5 e 30°, sendo mais comum a medida de 10° e raramente com mais de 25°.



Figura 32. Fototipo de *Geonoma grandisecta*, depositado no herbário do Museu Nacional do Rio de Janeiro (R).

Wessels Boer (1968) também considerou *Geonoma grandisecta* como sinônimo de *Geonoma spixiana* (cf. página 20). Enquanto Henderson (1995) aceitou *Geonoma grandisecta*, como sinônimo de *Geonoma maxima* var. *spixiana*.

Uma outra observação feita no estudo desse último táxon é que ele mostra o menor número de sinonímia, o que revela ser uma espécie pouco confundida. Por

essa e todas diferenças apontadas para *Geonoma spixiana*, se sugere que ela permaneça como um táxon separado (Tabelas 13 e 14).

9.Nova proposta de sinonímia

Diante de todos os caracteres analisados, por meio de exsicatas recentes e históricas (Tabela 4 e 9), consultadas nos herbários no transcorrer da execução do projeto, pelas observações feitas no campo, bem como o estudo feito em laboratório, é sugerida uma Nova Proposta de Sinonímia, apresentada logo a seguir pela Tabela 13.

Os caracteres morfológicos que melhor evidenciam as diferenças entre os táxons estudados podem ser observados através da Tabela 14, o que permite sugerir que estes devem permanecer separados.

Tabela 13. Nova proposta de sinonímia para as espécies estudadas, os nomes que não estão em negrito são sinônimos.

| Espécie | Espécie | Espécie | Espécie |
|---|--------------------------------------|--|--------------------------------------|
| <i>Geonoma maxima</i> (Poit) Kunth | <i>Geonoma ambigua</i> Spruce | <i>Geonoma chelidonura</i> Spruce | <i>Geonoma spixiana</i> Mart. |
| <i>Geonoma multiflora</i> Mart. | <i>Geonoma robusta</i> Burret | <i>Caliptronoma robusta</i> Burret | <i>Geonoma grandisecta</i> Burret |
| <i>Geonoma paraensis</i> Spruce | | <i>Geonoma bijugata</i> Barb. Rodr. | |
| <i>Geonoma yauaperyensis</i> Barb. Rodr. | | <i>Geonoma speciosa</i> Barb. Rodr. | |
| <i>Geonoma uliginosa</i> Barb. Rodr. | | <i>Geonoma falcata</i> Barb. Rodr. | |
| <i>Geonoma capanemae</i> Barb. Rodr. | | <i>Geonoma palustris</i> Barb. Rodr. | |
| <i>Geonoma negrensis</i> Spruce | | <i>Geonoma latisecta</i> Burret | |
| <i>Geonoma hexasticha</i> Spruce | | <i>Geonoma lakoi</i> Burret | |
| <i>Geonoma discolor</i> Spruce | | <i>Geonoma tuberculata</i> Spruce | |
| <i>Geonoma parvisecta</i> Burret | | ? <i>Geonoma longisecta</i> Burret | |
| | | <i>Geonoma huebneri</i> Burret | |
| | | <i>Geonoma spruceana</i> Traill | |

Tabela 14. Diferenças nos Caracteres morfológicos apresentados pelo Complexo *Geonoma maxima* .

| Caracteres | Espécies | | | |
|----------------|---|---|--|--|
| | <i>Geonoma maxima</i> | <i>Geonoma ambigua</i> | <i>Geonoma chelidonura</i> | <i>Geonoma spixiana</i> |
| Folhas | Pinadas, 9-33 pares de pinas | Inteiras, Curtas, bifurcadas | Quatro pinas oblongo-lanceoladas | Inteiras, longas bifurcadas, fortemente plicadas |
| Inflorescência | Duas-três vezes ramificadas, ráquilas finas, 1,5-4mm Φ | Uma vez ramificada, ráquilas finas, 1,5-2,0 mm Φ | Duas-três vezes ramificadas, ráquilas finas, 1,5-3,0 mm Φ | Uma vez ramificada, ráquilas grossas, 3-6 mm Φ |
| Alvéolos | Em espiral, distantes, 1,5-5 mm | Em espiral, distantes 1 mm | Em espiral, distantes 1-5 mm | Em fileiras de 6-8; mais profundos, distantes 1-1,5 mm |

IV.CONCLUSÕES

- *Geonoma maxima*, *Geonoma chelidonura*, *Geonoma spixiana* e *Geonoma ambigua* são espécies separáveis pela análise dos caracteres morfológicos;
- *Geonoma ambigua*, apesar de diferente mostra semelhança na forma da folha (inteira e furcada) com *Geonoma spixiana*;
- *Geonoma chelidonura* tem alguns caracteres morfológicos em comum com *Geonoma maxima*: semelhança na espessura, disposição das ráquias (duas vezes ramificadas) e distribuição dos alvéolos (espiralados);
- Entre *Geonoma maxima* e *Geonoma chelidonura* pode haver troca de genes, o resultado da análise molecular através de AFLP, mostrou algumas populações das duas espécies com as mesmas distâncias genéticas;
- A análise de DNA revelou também *Geonoma spixiana* como um táxon separado dos demais estudados;
- A análise citogenética mostrou 26 a 28 cromossomos ($2n=26$ ou $2n=28$) para *Geonoma chelidonura*, para as demais espécies não se conseguiu determinar o número cromossômico;
- O perfil flavonoídico revelou presença de flavonóides no tempo de retenção 6,52 min. tanto para *Geonoma maxima* como *Geonoma chelidonura*;
- No mesmo perfil foram observados diferentes tempos de retenção (15,76; 16,64; 17,08 e 18,11) de flavonóides para *Geonoma spixiana*;
- As identificações feitas por vários especialistas em palmeiras com base em material de herbário, revelaram opiniões divididas quanto ao Complexo *Geonoma maxima*, uns consideram *Geonoma maxima* separada das demais, outros agrupam algumas dessas.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Que os Naturalistas do século IX prestaram uma grande contribuição para a botânica com suas viagens desbravadoras, isso é fato incontestável, principalmente em se tratando dos países neotropicais. Entretanto, no que diz respeito à descrição de espécies, usavam, aparentemente, de bem poucos caracteres morfológicos para estabelecerem tantos nomes, principalmente entre as palmeiras.

Pode-se verificar ao examinar coletas históricas que muitas espécies foram descritas entre os séculos XIX e início do século XX, com base em amostras incompletas guardadas em Museu. Fato este assinalado pelos próprios descritores ao enfatizarem em muitas das suas anotações, que só viram parte de uma folha, não viram flor, ou viram flor masculina e não feminina ou vice-versa, ou ainda não havia no momento da coleta, fruto, como se tais caracteres não fossem importantes ou senão os mais importantes para a nomeação de um táxon. A impressão que se tem é que na época o fundamental era criar espécies, com poucos ou quase nenhum questionamento sobre a possibilidade de tais espécies já terem sido estabelecidas... Uma questão de status, talvez !

As observações feitas no campo, dão conta que entre plantas é muito fácil ocorrer variações e que nem por isso devem ser interpretadas como espécies separadas com base apenas em caracteres morfológicos, assim como qualquer outro parâmetro não deve ser avaliado isoladamente. Há que considerar muitas variáveis nesse contexto.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adin, A.; Weber, J.C.; Sotelo Montes, C.; Vidaurre, H.; Vosman, B.; Smulders, M.J.M. 2004. Genetic differentiation and trade among populations of peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth) in the Peruvian Amazon-implications for genetic resource management. *Theor. Appl. Genet.*108:1564-1573.
- Aguiar, F. F. A.1990. Efeito de diferentes substratos e condições ambientais na germinação de sementes de *Euterpe edulis* Mart. e *Geonoma schottiana* Mart. *Acta Bot. Bras.* 4(2): 1-7.
- Applied Biosystems. 1998. Genescan Analysis Software 3.1. Foster City, PE Applied Biosystems, 52p.
- Applied Biosystems. 2000. AFLP plant mapping protocol. Foster City, PE Applied Biosystems, 52p.
- Applied Biosystems. 2001a. ABI Prism Genotyper 2.5 Software – User’s Manual. Foster City, PE Applied Biosystems, 52p.
- Applied Biosystems. 2001b.– ABI Prism 310 Genetic Analyser - User’s Manual. Foster City, PE Applied Biosystems, 52p.
- Asmussen, C. B. 1999. Toward a chloroplast DNA Phylogeny of The Tribe *Geomeae* (Palmae). *In: Henderson, A.; Borchsenius, F. (Eds.). Evolution, Variation, and Classification of Palms. Mem. New York Bot. Gard.* 83: 121-129.
- Bailey, L. 1943. Flora of Panamá (Palmaceae). *Gent. Herb.* 6: 327-385.
- Balick, J. M.; Anderson, A. B.; Silva, M. F. 1982. Palm Taxonomy in Brazilian Amazonia: The state of systematic collections in regional herbaria. *Brittonia*, 34(4): 463-477.
- Barbosa Rodrigues, J. 1875. *Enumeratio Palmarum Novarum quas Valle Fluminis Amazonum*. Brown & Evaristo, Sebastianopolis.
- Barbosa Rodrigues, J. 1903. *Sertum Palmarum Brasilensium* (Relation des Palmiers Nouveaux du Brésil). Imprimerie Typographique Veuve Monnom. Bruxelles. 1: 18-36.
- Beiguelman, B. 1991. *Curso prático de Bioestatística*. Sociedade Brasileira de Genética. São Paulo. 224 p.
- Bentham, G.; Hooker, J. D. 1883. *Genera Plantarum*. 3(2). London.

- Billotte, N.; Risterucci, A. M.; Barcelos, E.; Noyer, J.L; Amblard, P.; Baurens, F.C. 2001. Development, characaterisation, and across-taxa utility of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) microsatellite markers. *Genome*. 44: 413-425.
- Billotte, N.; Couvreur, T.; Marseillac, N.; Brottier, P.; Perthuis, B.; Vallejo, M.; Noyer, J. L; Jaquemoud-Collet, J.-P.; Risterucci, A.M.; Pintaud, J.C. 2004. A new set of microsatellite markers for the peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth); characterization and across-taxa utility within the Tribe Cocoeae. *Molecular Ecology Notes*. 10:1111.
- Bomfim-Patrcio, M.C.; Salatino, A.; Martins, A. B.; Wurdack, J.J.; Salatino, M.L.F. 2001. Flavonoids of *Lavoisiera*, *Microlicia* and *Trembleya* (Melastomataceae) and their taxonomic meaning. *Biochem. Syst. Ecol.* 29: 711-726.
- Borchsenius, F. 1997a. *Geonoma irena* (Palmae), a new species from western Ecuador. *Nord. J. Bot.* 16: 605-608.
- Borchsenius, F. 1999. Morphological Variation in *Geonoma cuneata* in Western Ecuador. In: Henderson, A.; Borchsenius, F. (Eds.). Evolution, Variation, and Classification of Palms. *Mem. New York Bot. Gard.* 83: 131-139.
- Braum, A.; Chitty, F.D. 1987. *Palmas autóctonas de Venezuela y de los países adyacentes*. LITOPAR C.A. Caracas. 156p.
- Burret, M. 1930. *Geonomeae Americanae*. *Bot. Jahrb.* 63: 123-270.
- Cardoso, S.R.S.; Eloy, N.B.; Provan, J.; Cardoso, M.A.; Ferreira, C.G. 2000. Genetic differentiation of *Euterpe edulis* Mart. populations estimated by AFLP analysis. *Molecular Ecology*. 9:1753-1760.
- Clement, C. R.; Sousa, N.R.; Rodrigues, D.P.; Astolfi-Filho, S.; Moreno, Y.N.; Pascual, V.T.; Rodríguez, F.J.G. 2002. Use of AFLPs to Distinguish Landraces of Pejibaye (*Bactris gasipaes*) in Brazilian Amazonia. *Scientia Agricola*. 59(4): 749-753.
- Chazdon, R. L. 1991. Plant size and form in the understory palm genus *Geonoma*: are species variations on a theme?. *Am. J. Bot.*, 78(5): 680-694.
- Cronquist, A. 1988. *The Evolution and Classificacion of Flowering Plants*. The New York Botanical Garden. New York. USA. 555 p.
- Darwin, C. 1859. *A origem das espécies*. Tradução de Eduardo Fonseca. Hemus Editora. São Paulo, (s/d). 471 p.

- Dobzhansky, T. 1973. *Genetics and the Origin of Species*. Columbia. University Press. New York.
- Dransfield, J. 1999. Species and Concepts Species in Old World Palms. *In*: Henderson, A.; Borchsenius, F. (Eds.). *Evolution, Variation, and Classification of Palms. Mem. New York Bot. Gard.* 83: 5-20.
- Drude, O. 1882. Palmae. *In*: C. F. P. Martius, *Flora Brasiliensis*. 3(2): 461-610.
- Drude, O. 1887. Palmae. *In*: A. Engler and K. Prantl. (Eds.). *Die natürlichen Pflanzenfamilien*, 2 (3): 1-93.
- Drude, O. 1889. Palmae. *In*: A. Engler and K. Prantl. (Eds.). *Die natürlichen Pflanzenfamilien*, 2 (3). Wilhelm Engelmann, Leipzig.
- Eguiarte, L. E.; Souza, V.; Núñez-Farfán, J. 1998. La Revolución Darwiniana y la evolución molecular. *TIP. Rev. Esp. Cienc. Quím. Biol.* 1(1): 8-16.
- Elzirik, E. 1996. Ecologia molecular, genética da conservação e o conceito de unidades evolutivamente significativas. *Rev. Bras. de Gen.* 19(4): 23-29. Supl.
- Ferreira, E. 1998. Palmeiras do Parque Natural do Seringueiro, Acre, Brasil. *Acta Amazonica*, 28(4): 373-394.
- Ferreira, M.E.; D. Grattapaglia. 1995. *Introdução ao uso de marcadores RAPD e RFLP em análise genética. EMBRAPA-CENARGEN*. Brasília, 220p.
- Gaiotto, F. A.; Brondani, R.P.V.; Grattapaglia, D. 2001. Microsatellite markers for heart of palm – *Euterpe edulis* and *E. oleracea* Mart. (Arecaceae). *Molecular Ecology Notes*. 1: 86-88.
- Galeano, G. 1992. *Las palmas de la región de Araracuara*. Tropenbos, Colômbia. 1: 1-180.
- Gallota, A. L. Q. A.; Boaventura, M.A.D. 2005. Constituintes Químicos da Raiz e do Talo da Folha do Açáí (*Euterpe precatoria* Mart., Arecaceae). *Quim. Nova*. 28(4): 610-613.
- Granville, J. J. 1992. Life forms and growth strategies of Guianan as related to their ecology. *In*: Kahn, F. (Ed.). *Las palmeras de los bosques tropicales. Bull. Inst. Fr. Études Andines*. IFEA. Lima, Peru. 21 (2): 533-548.
- Granville, J. J. 1999. Remarks on Vegetative Variation in *Bactris* (Palmae) and Associated Taxonomic Problems. *In*: Henderson, A.; Borchsenius, F. (Eds.).

- Evolution, Variation, and Classification of Palms. *Mem. New York Bot. Gard.*, 83: 29-34.
- Guerra, M.; Félix, L. P. 2000. O cariótipo de *Nothoscordum pulchellum* (Alliaceae), com ênfase na heterocromatina e nos sítios de DNAr. *Bol. Soc. Argent Bot.* 35(3-4): 283-289.
- Guerra, M.; Souza, M.J. 2002. *Como Observar cromossomos: Um Guia de Técnicas em Citogenética Vegetal, Animal e Humana*. Funpec-Editora. Ribeirão Preto, SP. 131 p.
- Henderson, A. 1995. *The Palms of the Amazon*. Oxford University Press, New York. 362 p.
- Henderson, A. 1999. Species, Species Concepts, and Palm Taxonomy in The New World. *In: Henderson, A.; Borchsenius, F. (Eds.). Evolution, Variation, and Classification of Palms. Mem. New York Bot. Gard.*, 83: 21-28.
- Heywood, V. H. 1970. *Taxonomia Vegetal*. Tradução de Kurt, G. Hill. Editora Nacional e Editora da USP. São Paulo. 108 p.
- Johnson, M.A.T., 1985. New chromosome counts in the Palmae. *Kew Bull.* 40: 109-114.
- Kahn, F. 1986. Life Forms of Amazonian Palms in Relation to Forest Structure and Dynamics. *Biotropica*, 18(3): 214-218.
- Kahn, F. 1987. The distribution of palms as a function of local topography in Amazonian terra-firme forests. *Experientia*, 43: 251-259.
- Kahn, F.; Granville, J. J. de 1992. Palms in forest ecosystems of Amazonia. Springer Verlag. Berlim, *Ecological Series* 95. 226 p.
- Kahn, F.; Moussa, F. 1994. *Las Palmeras del Perú*. IFEA. Lima, Peru. 180 p.
- Kahn, F.; Second, G. 1999. The Genus *Astrocayum* (Palmae) in Amazonia: Classical Taxonomy and DNA Analysis (AFLP). *In: Henderson, A.; Borchsenius, F. (Eds.). Evolution, Variation, and Classification of Palms. Mem. New York Bot. Gard.* 83: 179-184.
- Karsten, H. 1857. *Plantae Columbianae. Linnaea.* 28: 241-281, 387-412.
- Küchmeister, H. 1997. *Reproduktionsbiologie neotropischer Palmen eines Terra firme-Waldes im brasilianischen Amazonasgebiet*. Tese. Justus Liebig Universität Giessen. Alemanha. 197p.

- Knudsen, J.T. 1999. Floral Scent Chemistry in Geonomoid Palms (Palmae: *Geonomeae*) and Its Importance in Maintaining Reproductive Isolation. *In*: Henderson, A.; Borchsenius, F. (Eds.). *Evolution, Variation, and Classification of Palms. Mem. New York Bot. Gard.*, 83: 141-157.
- Kunth, C. S. 1841. *Enum. Pl.* 3: 228.
- Linnaeus, C. 1753. *Species Plantarum*. Impensis Laurentii Salvii. Stockholm.
- Lorenzi, Harri.; Souza, H. M.; Medeiros-Costa, J.T.; Cerqueira, L.S.C.; Ferreira, E. 2004. *Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas*. Instituto Plantarum. Nova Odessa, SP. 432 p.ilust.
- Marcon, A.B.; Barros, I.C.L.; Guerra, M. 2003a. A Karyotype Comparison, between Two Closely Related Species of *Acrostichum*. *American Fern. Journal*. 93 (3): 116-125.
- Marcon, A.B.; Barros, I.C.L.; Guerra, M. 2003b. Cariologia de algumas espécies de Pteridófitas ocorrentes no Nordeste do Brasil. *Acta. Bot. Bras.* 17(1): 19-26.
- Marcon, A.B.; Barros, I.C.L.; Guerra, M. 2005. Variation in Chromosome Numbers, CMA Bands and 45S rDNA Sites in Species of *Selaginella* (Pteridophyta). *Annals of Botany*. 95: 271-276.
- Martius, C.F.P. von. 1823. *Historia Naturalis Palmarum*. Vol. 2: *Genera et Species*. Weigel. Leipzig.
- Matthes, L. A. F.; Castro, C. E. F. 1987. Germinação de sementes de palmeiras. *O agrônomo*, Campinas, SP. 39(3): 267-277.
- Mayr, E. 1970. *Populações, espécies e evolução*. Tradução de Hans Reichardt. 1977. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo. 485 p.
- Mayr, E. 1996." What is a species and what is not ?" *Philosophy of Science*, 63 (6): 262-277.
- Moore, H. E., 1973. The major groups of palms and their distribution. *Gentes Herbarum*. 11(2): 27-140.
- Oersted, A. 1859. *Palmae centroamericanae*. Vidensk. Meddel. Dansk Naturhist. Foren. *Kjbenhavn*. 1885: 1-54.
- Pedrosa, A.; Gitaí, J.; Silva, A. E. B.; Felix, L.P.; Guerra, M. 1999. Citogenética de angiospermas coletadas em Pernambuco – V. *Acta. Bot. Bras.* 13(1): 49-60.

- Pereira, T. E. B; Potiguara, R. C. V. 1995. Estudos anatômicos e histoquímicos das pinas e quantitativos das fibras de *Geonoma baculifera* Kunth (Arecaceae). In: Resumos da 1^a Reunião dos Botânicos da Amazônia. Belém/Pará. p. 67-68.
- Pérez-Tamayo, R. 1998. Filosofía de la Ciencia y la Biología: Comentarios siguiendo a Ernst Mayr. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*. 1(1): 38-42.
- Pintaud, J.-C. 1999. A Cladistic Analysis of the *Archontophoenicinae* (Palmae, Areceae) Based on Morphological and Anatomical Characters. In: Henderson, A.; Borchsenius, F. (Eds.). Evolution, Variation, and Classification of Palms. *Mem. New York Bot. Gard.* 83: 279-284.
- Poiteau, A. 1822. Histoire des Palmiers de la Guiane Francaise. *Mém. Mus. Hist. Nat. Paris*. 9: 384-392.
- Prance, G. T. 1988. Padrões de distribuição e especiação em Chrysobalanaceae e outras famílias de plantas amazônicas. *Acta bot. bras.* 1(2): 1-25 supl.
- Ribeiro, J. E. L. S.; Hopkins, M. J. G.; Vicentini, A.; Sothers, C. A.; Costa, M. A. S.; Brito, J. M.; Souza, M. A. D.; Martins, L. H.; Lohmann, L. G.; Assunção, P. A. C. L.; Pereira, E. C.; Silva, C. F.; Mesquita, M. R.; Procópio, L. C. 1999. *Flora da Reserva Ducke: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central*. Manaus. INPA. 816 p. il.
- Rodrigues, C.N. 2004. Taxonomia de Allagoptera (Arecaceae): evidencias moleculares e químicas. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. 70p.
- Rohlf, F. J. 1990. NTSYS-pc. Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System, version 1.60. Exeter Software, New York.
- Roncal, J.; Francisco-Ortega, J.; Asmussen, C.B.; Lewis, C.E. 2005. Molecular Phylogenetics of Tribe *Geomeae* (Arecaceae) Using Nuclear DNA Sequences of Phosphoribulokinase and RNA Polymerase II. *Systematic Botany*. 30(2): 275-283.
- Röser, M. 1994. Pathways of karyological differentiation in palms (Arecaceae). *Pl. Syst. Evol.* 189: 83 – 122.
- Röser, M. 1997. Nuclear DNA Amounts in Palms (Arecaceae). *Bot. Acta*. 110. (1): 79-89.

- Röser, M. 1999. Chromosome Structures and Karyotype Rearrangement in Palms (Palmae). In: Henderson, A.; Borchsenius, F. (Eds.). Evolution, Variation, and Classification of Palms. *Mem. New York Bot. Gard.* 83: 61 - 71.
- Salatino, A.; Salatino, M. L. F.; Santos, D.Y.A.C.; Bomfim-Patício, M.C.2000a. Distribution and evolution of secondary metabolites in Eriocaulaceae, Lythraceae and Velloziaceae from "campos rupestres". *Genetics and Molecular Biology.* 23 (4): 931-940.
- Salatino, A.; Salatino, M. L. F.; Giannasi, D. E. 2000 b. Flavonoids and the taxonomy of *Cercis*. *Biochem. Syst. Ecol.* 28: 545-550.
- Santos, O. C. 2002. Caracterização Cromossômica do Cupuaçu, *Theobroma grandiflorum* (Wild. Ex Spreng.) Schum. (Sterculiaceae), cultivado na Amazônia. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. 58 p.
- Simpson, G. G. 1961. *Principles of Animal Taxonomy*. Columbia University Press. New York.
- Skov, F. 1989. Hypertaxonomy – a new computer tool for revisional work. *Taxon.* 38(4): 582-590.
- Shepherd, G.J. (ed.).1996. FITOPAC 1, Campinas, 97 b.
- Souza, M.C. 2000. Estudo Fitoecológico do Ubim, *Geonoma maxima* (Poit.) Kunth (Arecaceae) na Amazônia. Dissertação de Mestrado. INPA, Manaus. 84 p.
- Spruce, R. 1871. Palmae Amazonicae, sive enumeratio palmarum in itinere suo per regiones Americae a equatoriales lectarum. *J. Linn. Soc. Bot.* 11: 65-183.
- Stauffer, F. W. 1997. Estudio morfológico y taxonômico de *Geonoma spinescens* H. Wendl. ex Burret (Arecaceae) y descripcion de una nueva variedad. *Acta Bot. Venez.* 20(2): 1-10.
- Uhl, N. W.; Dransfield, J. 1987. *Genera Palmarum*, a classification of palms based on the work of Harold E. Moore, Jr. *L. H. Bailey Hortorium and International Palm Society*, Ithaca, NY. 610p.
- Uhl, N. W.; Dransfield, J. 1999. *Genera Palmarum* after Ten Years. In: Henderson, A.; Borchsenius, F. (Eds.). Evolution, Variation, and Classification of Palms. *Mem. New York Bot. Gard.* 83: 245-253.

- Wallace, A. R. 1853. *Palm trees of the Amazon and their uses*. Van Hoorst, London. 129 p.
- Wendland, H. 1859. Beschreibungen neuer Palmen; 6. *Calypstrogyne* gen. nov. *Bot. Zeit.* 17: 72-73.
- Wessels Boer, J. G. 1968. The geonomoid palms. *Verh. Kon. Ned. Akad. Wetensch, Afd. Natuurk. Tweed. Sect.* 2 (58): 1-202.
- Wessels Boer, J. G. 1971. Clave descriptiva de las palmas en Venezuela. *Acta Botánica Venezuelica.* 6(1-4): 299-362.
- Willdenow, C. L. 1805. *Species Plantarum*, Berlim. 4 (1): 174, 593.

ANEXOS

VI. ANEXOS

1. Tabela 4. Coletas feitas na execução desse trabalho, incorporadas aos Herbários

| Espécie | Coletor | Local |
|----------------------------|--|--|
| <i>Geonoma maxima</i> | Souza, 171(INPA) | Amazonas, Rio Preto da Eva, Reserva Egler |
| | Souza, 339 (INPA) | Amazonas, Manaus, Reserva Ducke |
| | Souza, 340 (INPA) | Amazonas, Manaus, Reserva Ducke |
| | Souza, 342 (INPA) | Amazonas, Manaus, Reserva Ducke |
| | Souza, 343 (INPA) | Amazonas, Manaus, Reserva Ducke |
| <i>Geonoma chelidonura</i> | Souza, 03 (INPA) | Amazonas, Itacoatiara, Km 227 |
| | Souza, 91(INPA) | Amazonas, Rio Preto da Eva, km 64, Reserva Egler |
| | Souza, 336 (INPA) | Amazonas, Manaus, Reserva Duck/L-03 700/Direito |
| | Souza, 341(INPA) | Amazonas, Manaus, Reserva Ducke, Acará |
| | Souza, 349 (HGTP) | Amazonas, Manaus, Praia do Tupé |
| | Souza, 366 (INPA) | Amazonas, Manaus, Campus do INPA |
| | Souza, 367 (INPA) | Amazonas, Manaus, Campus do INPA |
| | Souza, 368 (INPA) | Amazonas, Iranduba, próximo às margens do Rio Solimões |
| Souza, 369 (INPA) | Amazonas, Iranduba, próximo às margens do Rio Solimões | |
| <i>Geonoma spixiana</i> | Souza, 02 (INPA) | Amazonas, Itacoatiara, km 227 |
| | Souza, 332 (INPA) | Amazonas, Itacoatiara, km 227 |
| | Souza, 346 | Manaus, Fazenda-UFAM |
| | Souza, 361 (HGTP) | Amazonas, Manaus, Praia do Tupé |
| | Souza, 362 (INPA) | Amazonas, Itacoatiara, km 227, Mil Madeireira |
| | Souza, 370 (INPA) | Amazonas, Manaus, Reserva Ducke, sede |

2. Tabela 5. Herbários consultados

| Sigla | Local |
|--------------|---|
| INPA | Manaus, Brasil: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia |
| CAY | Cayenne, Guiana Francesa |
| PEUR | Recife, Brasil: Universidade Federal de Pernambuco |
| IPA | Recife, Brasil: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária |
| SPF | São Paulo, Brasil: Universidade de São Paulo |
| HGTP | Manaus, Brasil: Centro Luterano Ulbra de Manaus |
| HUAM | Manaus, Brasil: Universidade Federal do Amazonas |
| RB | Rio de Janeiro, Brasil: Jardim Botânico do Rio de Janeiro |
| R | Rio de Janeiro, Brasil: Museu Nacional do Rio de Janeiro |
| VEN | Caracas, Venezuela: Herbário Nacional de Venezuela |
| UFRPE | Recife, Brasil: Universidade Federal Rural de Pernambuco |
| SP | São Paulo, Brasil: Instituto Botânico de São Paulo |
| MG | Belém, Brasil: Museu Emílio Goeldi |
| IAN | Belém, Brasil: Instituto Agrônomo do Norte –EMBRAPA |
| KEW | The Royal Botanic Garden |

3.Tabela 9. Coletas históricas depositadas em diferentes herbários.

| Herbário/Registro | Espécie | Data de coleta | Local | Coletor/Numero | Determinador |
|----------------------|--|----------------|-----------------------------------|----------------------|-------------------------------------|
| RB/ 34786 | <i>Geonoma latisecta</i> = <i>G. chelidonura</i> | 22-XII-1923 | Amazonas, Uipiranga, Rio Negro | J.G. Kuhlmann, 986 | Burret, 1938 |
| RB/ 35167 | <i>Geonoma densiflora</i> | 24-I-1924 | Amazonas, Tonantins | J.G. Kuhlmann, 1237 | Burret, 1938 |
| R/ 44518 | <i>Geonoma grandisecta</i> = <i>G. spixiana</i> | 19-VIII-1928 | Amazonas, Manaus, Campos Sales | Luetzelburg, 22026 | M.C.Souza, 31-V-2005 |
| R/44523 | <i>Geonoma parvisecta</i> = <i>G. maxima</i> | IX –1923 | Amazonas, Rio Negro | Luetzelburg, 22278 | ?Burret; M.C.Souza, 31-V-2005 |
| RB/R/ 187579/4740 | <i>Calyptronoma robusta</i> = <i>G. chelidonura</i> | 1877 | Amazonas, Tabatinga | Jobert-Schwacke, 516 | |
| MG/2058 | <i>Geonoma maxima</i> | 06-VI-1901 | Pará, Murutucú | J. Huber, s/n | |
| MG/38 | <i>Geonoma maxima</i> | VIII-1895 | Pará, Jupatituba | J. Huber, s/n | |
| MG/10098 | <i>Geonoma maxima</i> = <i>G.chelidonura</i> | 01-XII-1908 | Pará, Rio Tapajós | E. Snethlage, sn | M.C.Souza, 15-XII-2005 |
| MG/3942 | <i>Geonoma maxima</i> | 15-VII-1903 | Amazonas, Purus | André Goeldi, s/n | M.C.Souza, 15-XII-2005 |

Continuação da **Tabela 7.**

| | | | | | |
|----------|---|-------------|-------------------------------------|-------------------|--|
| MG/3927 | <i>Geonoma juruana</i> = <i>G. spixiana</i> | 25-VI-1903 | Amazonas, Purus | André Goeldi, s/n | M.C.Souza, 15-XII-2005 |
| MG/5664 | <i>Geonoma juruana</i> = <i>G. spixiana</i> | VIII- 1901 | Amazonas, Rio Juruá | Ule, 5744 | M.C.Souza, 15-XII-2005 |
| MG/6001 | <i>Geonoma bijugata</i> , <i>G. maxima</i> = <i>G. chelidonura</i> | III-1902 | Amazonas, Rio Madeira, Marmellos | Ule, 6126 | M.C.Souza, 15-XII-2005 |
| MG/6001 | <i>Geonoma bijugata</i> <i>G maxima</i> = <i>G. chelidonura</i> | III-1902 | Amazonas, Rio Madeira, Marmellos | Ule, 6126 | M.C.Souza, 15-XII-2005 |
| MG/11267 | <i>Geonoma maxima</i> | 1-XII-1910 | Pará, Rio Trombetas | A. Ducke, s/n | Wessels Boer; M.C.Souza, 15-XII-2005 |
| MG/1376 | <i>Geonoma chelidonura</i> | 26- X- 1898 | Peru, Rio Ucayali | J. Huber, s/n | M.C.Souza, 15-XII-2005 |
| MG/1376 | <i>Geonoma chelidonura</i> | 26- X- 1898 | Peru, Rio Ucayali | J. Huber, s/n | M.C.Souza, 15-XII-2005 |
| MG/6793 | <i>Geonoma multiflora</i> = <i>G. maxima</i> | 18-IX-1904 | Amazonas, Rio Japurá | A. Ducke, s/n | M.C.Souza, 16-XII-2005 |
| MG/142 | <i>Geonoma multiflora</i> = <i>G. maxima</i> | 29-V-1896 | Pará Santa Isabel | J. Huber, s/n | M.C.Souza, 16-XII-2005 |
| MG/1809 | <i>Geonoma multiflora</i> = <i>G. maxima</i> | XII-1899 | Pará, entre Tantuzal e Ourém | J. Huber, s/n | M.C.Souza, 16-XII-2005 |

4. TERMOS EMPREGADOS NO TEXTO

- Alvéolos: também chamados de fôveas, pits (no inglês), são depressões ou covas vistas ao longo das raquillas, onde estão inseridas as flores, muito característico do gênero *Geonoma*.
- Bainha: estrutura que faz parte da folha, fibrosa, localizada na base do pecíolo, geralmente mais larga que este.
- Bilobados: formação de dois lobos.
- Bráctea peduncular ou espata: estrutura de sustentação da inflorescência
- Eletroferogramas: perfis onde são vistos picos representando os fragmentos das amostras de DNA , classificados quanto ao tamanho em pares de base.
- Eletroforese: etapa onde se detecta através de marcação radioativa e do gel de agarose, bandas de DNA.
- Cariótipo: o mesmo que estudo dos cromossomos do ponto de vista qualitativo e quantitativo.
- Eófilo: é a primeira folha que surge na palmeira
- Estipe: é o nome que se dá em palmeiras ao tronco da mesma, pode ser solitário ou cespitoso, muito característico no gênero *Geonoma*, onde se observa vários estipes que brotaram da base do estipe mais antigo.
- Espádice: refere-se a inflorescência
- Entrenós: intervalos entre as cicatrizes foliares (nós) apresentadas nos estipes de palmeiras, muito evidentes em *Geonoma*, semelhantes ao que é visto nas hastes do bambu.
- Folha bífida: termo muito usado em palmeira seria o mesmo que folha dividida parcialmente em duas partes ao longo da nervura central.
- Folha bifurcada: folha dividida em forma de “V” com aspecto de furcas, cujo ângulo é sempre menor que 90° .
- Folha oblonga-lanceolada: folha cujo diâmetro longitudinal supera, supera um pouco o transversal, o transversal e as duas extremidades têm a forma de segmento de círculo mais estreito.
- Folha falcada: em forma de foice.

- Folha pinada: folha composta, subdividida em segmentos menores inseridos ao longo da ráquis, podendo ser largos ou estreitos.
- Folha pinatisecta: a folha é pinatisecta quando os recortes atingem a nervura mediana.
- Folha plicada: folha semelhante a um leque
- Folha simples/inteira: sem nenhum recorte.
- Inflorescência de 1ª. ordem/uma vez ramificada: o mesmo que inflorescência composta de raquilas com apenas uma ramificação.
- Inflorescência de 2ª. ordem/duas vezes ramificadas: o mesmo que inflorescência composta de raquilas com duas ramificações, podendo também apresentar mais de duas.
- Inflorescência interfoliar: inflorescência localizada entre as folhas.
- Inflorescência infrafoliar: inflorescência localizada abaixo das folhas.
- Nós: cicatrizes transversais deixadas ao longo do estipe pelo desprendimento das folhas
- Pecíolo: é a parte da folha que liga a bainha ao limbo.
- Perfil cromatográfico: são os picos apresentados pela análise fitoquímica de amostras visualizados usando, entre outras, a técnica de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE)
- Prófilo: revestimento fibroso que parte da base do pedúnculo, cobrindo a bráctea e semelhante a esta.
- Protândrica: aparecimento primeiro das flores masculinas.
- Ráquis: prolongamento do pecíolo onde está inserida a folha ou segmentos foliares.

5. Protocolo (01) para extração de DNA de plantas, modificado de Ferreira & Grattapaglia (1995).

1. Pese 30-50 mg de tecido seco e macere-o num eppendorf, utilizando um pilãozinho de plástico duro (ou bastão de vidro) através de nitrogênio líquido, até o tecido se tornar um pó fino;
2. Adicione então 700 µL de Solução Tampão de Extração e misture (com palito de dentes esterilizado) para umedecer o tecido;
3. Encube os tubos em banho-maria a uma temperatura de 60-65° C por 60 minutos. Durante a incubação, agite cuidadosamente os tubos a cada 20 minutos para homogeneizar a suspensão;
4. Retire os tubos do banho-maria e deixe-os esfriar por 5 minutos;
5. Extraia com solvente orgânico adicionando 600 µL de CIA (clorofórmio: álcool isoamílico 24:1). Agite os tubos em vórtex por ca. 5 minutos ou até fazer uma emulsão homogênea;
6. Centrifugue os tubos em microcentrífuga a velocidade máxima (12000 –15000 rpm) durante 5 minutos;
7. Retire os tubos da centrífuga cuidadosamente, evitando perturbar a interface entre as duas fases formadas. Pipete a fase superior (aquosa) para um novo tubo;
8. Repita os passos 5, 6 e 7;
9. Adicione ao novo tubo ½ volume de NaCl 5M e 2 volumes de isopropanol frio (-20°C) e deixe-os por no mínimo 3 dias;
10. Centrifugue os tubos a 7000 rpm por 5 minutos;
11. Descarte o sobrenadante sem perder o pellet, que pode ser bastante translúcido e de difícil visualização;
12. Adicione 1 ml de etanol 70% e deixe em repouso por 10 minutos;
13. Centrifugue os tubos a 7000 rpm por 3 minutos;
14. Descarte o sobrenadante sem perder o pellet;
15. Repita os passos 12, 13 e 14;
16. Ressuspenda o pellet em 300 µL de H₂O milliQ por 1 hora a 37°C;

17. Adicione 150 μL de acetato de amônio 7,5M, misturar levemente por inversão para homogeneizar a solução. Incube na geladeira por 15 minutos;
18. Centrifugue por 30 minutos a 10000 rpm a 4°C. Transfira o sobrenadante para um novo tubo;
19. Adicione 2 volumes de etanol absoluto ao sobrenadante e misture suavemente por inversão. Incube por 1 hora a -20°C ;
20. Centrifugue por 10 minutos a 5000 rpm a 4°C;
21. Descarte o sobrenadante sem perder o pellet;
22. Repita os passos 12, 13, e 14 por 2 vezes;
23. Adicione 1 mL de etanol absoluto. Deixe o pellet imerso por 3 minutos. Retire o sobrenadante sem perder o pellet;
24. Seque o pellet em centrífuga a vácuo ou em capela de exaustão;
25. Ressuspenda o pellet em 50 μL de H_2O milliq por 1 hora a 37°C;
26. Acrescente 2 μL de RNase em cada tubo. Incube-os em banho-maria a 37°C por 1 hora, para que haja a digestão do RNA.