



Universidade de Brasília

Instituto de Ciências Biológicas

Programa de Pós-graduação em Botânica

Delimitação taxonômica das espécies do Complexo

***“Piper aduncum”* (Piperaceae)**

Karina Shizue Gadelha Kubota
Orientadora: Micheline Carvalho Silva

Brasília – DF 2023

KARINA SHIZUE GADELHA KUBOTA

Defesa de Dissertação

Delimitação taxonômica das espécies do Complexo “Piper aduncum” (Piperaceae)

Defesa de dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Botânica da Universidade de Brasília como requisito necessário para obtenção do título de Mestre em Botânica.

Brasília - DF
2023

Comissão Examinadora:

Dra. MICHELINE CARVALHO SILVA
Membro interno vinculado ao programa
(Presidente)

Dra. Daniela Cristina Zappi
Membro interno vinculado ao programa
(Titular)

Dr. George Azevedo Queiroz
Membro externo não vinculado ao programa
(Titular)

Dra. Cássia Beatriz Rodrigues Munhoz
Membro interno vinculado ao programa
(Suplente)

Agradecimentos

Muito obrigado ao apoio prestado pela Universidade de Brasília em especial ao grupo responsável pelo Herbário UB e o Departamento de Botânica do Instituto de Biologia que me acolheu e auxiliou na realização dessa pesquisa. Obrigada também à Fundação De Apoio à Pesquisa do Distrito Federal – FAPDF pelo financiamento provido em formato de bolsa de estudos assim como o Decanato de Pesquisa e Pós Graduação da UnB por ter financiado parte do material utilizado para as análises moleculares.

Agradeço a minha orientadora Micheline Carvalho Silva por ter me acolhido e me apoiado a cada momento dentro da graduação e sequentemente o mestrado, sempre se mantendo disponível para qualquer dificuldade pessoal ou profissional. Agradeço também ao professor Paulo Eduardo Aguiar Saraiva Câmara que cedeu espaço e me acolheu em seu laboratório para que eu realizasse meus trabalhos moleculares assim como me ajudando no processo de geração de árvores filogenéticas. Obrigada Paulo Roberto Furlanetto Amorim por ter me direcionado quanto a técnica de morfometria e análises estatísticas. Obrigada Guilherme Tonelli pelo auxílio na geração das imagens da microscopia eletrônica de varredura. Obrigada ao time do Herbário da Embrapa Cenargen (CEN) por ter me recebido pessoalmente para a análises das exsicatas.

Obrigada aos meus amigos Leonardo Ferreira e Iane Perdigão que me acompanham nessa jornada desde o início da graduação e foram importantes fontes de suporte durante o mestrado. Amanda Borges que sempre esteve ao meu lado nos momentos mais difíceis e Ana Carolina Rodrigues e Karoline Costa por estarem sempre me apoiando mesmo que à distância.

Muito obrigada acima de tudo aos meus pais, Maria Adriana Gadelha Kubota e Fernando Kubota, pois nunca chegaria até aqui sem eles, que sempre me apoiaram e incentivaram meus estudos, assim como minhas irmãs Fernanda Kazue Gadelha Kubota e Marina Natsue Gadelha Kubota, pelo apoio e incentivo incondicional.

SUMÁRIO

RESUMO	6
ABSTRACT	7
1. INTRODUÇÃO	8
2. MATERIAIS E MÉTODOS	13
2.1. Material Examinado	13
2.2. Análise Morfológica e Morfométrica	14
2.3. Microscopia eletrônica de varredura	15
2.4. Análise Filogenética	16
3. RESULTADOS	17
3.1. Análise Filogenética	17
3.2. Análise Morfométrica	20
3.3. Mapas de localização dos indivíduos analisados	23
3.4. Análise morfológica das sementes	25
3.5. Microscopia Eletrônica de Varredura	26
4. Discussão	28
5. Tratamento taxonômico	33
6. Considerações finais	37
7. Referências Bibliográficas	38
Apêndice 1	47
Apêndice 2	57
Apêndice 3	59

RESUMO

Características morfológicas vegetativas têm sido empregadas na distinção taxonômica de espécies do gênero *Piper*, mas a variação no tamanho, forma e indumento das partes vegetativas resulta na criação de complexos de espécies sem delimitação clara entre si. No Brasil, algumas espécies que ocorrem no Cerrado, como *Piper aduncum* L., *P. corintoanum* Yunck., *P. flavicans* C.DC., *P. fuligineum* Kunth, *P. gaudichaudianum* Kunth, *P. hispidinervum* C.DC., *P. macedoi* Yunck. e *P. malacophyllum* (C. Presl) C.DC. são muito confundidas devido a semelhança morfológica e estão incluídas no Complexo “*Piper aduncum*”. Nesse trabalho foi feita a filogenia do grupo utilizando marcador ITS em conjunto á características morfológicas, análise morfométrica e microscopia eletrônica de varredura (MEV) com o objetivo de esclarecer a identidade taxonômica destas espécies. Foram examinadas sete espécies do Complexo “*Piper aduncum*”, 181 espécimes para as análises, e 294 sementes. A análise mostrou que não é possível distinguir todas as espécies entre si utilizando somente as características morfológicas ou morfométricas possuindo sobreposição entre todas as espécies. Porém na morfometria três grupos foram formados. O Primeiro grupo denominado (g) incluiu todos os espécimes de *P. gaudichaudianum* e foi caracterizado por folhas sem extensão basal e espigas curvas. O segundo grupo denominado (f/fl/mc) formado com todos os indivíduos de *P. fuligineum*, *P. flavicans* e *P. macedoi* foi caracterizado pela presença de extensão basal foliar e espigas eretas. O terceiro grupo denominado (a/co/hi/ma) incluiu todos os indivíduos de *P. aduncum*, *P. corintoanum*, *P. hispidinervum* e *P. malacophyllum* e foi caracterizado pelas folhas com extensão basal e espigas curvas. Os resultados aqui apresentados culminam em um tratamento taxonômico de delimitação das espécies incluindo nota para a sinonimização de *P. corintoanum* para *P. aduncum*.

Palavras-chave: análise filogenética, sementes, complexos de espécie.

ABSTRACT

Morphological vegetative characteristics have often been used in the taxonomic distinction of species within the *Piper* genus, but variation in size, shape, and indumentum of vegetative parts has led to the creation of species complexes with unclear boundaries. In Brazil, some species occurring in the Cerrado, such as *Piper aduncum* L., *P. corintoanum* Yunck., *P. flavicans* C.DC., *P. fuligineum* Kunth, *P. gaudichaudianum* Kunth, *P. hispidinervum* C.DC., *P. macedoi* Yunck., and *P. malacophyllum* (C. Presl) C.DC., are often confused due to their morphological similarity and are included in the “*Piper aduncum*” Complex. In this study, we investigated the phylogeny of the group using the ITS marker in conjunction with morphological characteristics, morphometric analysis, and scanning electron microscopy (SEM) of seeds to clarify the taxonomic identity of these species. 181 specimens of the seven species of the Complex were used for the analyses, and 294 seeds were examined. The analysis revealed that it is not possible to distinguish all the species solely based on morphological or morphometric characteristics, as there is overlap among all the species. However, three internal groups were formed. The first group, denoted as (g), included all specimens of *P. gaudichaudianum* and was characterized by leaves without basal extensions and curved spikes. The second group, denoted as (f/fl/mc), comprised all individuals of *P. fuligineum*, *P. flavicans*, and *P. macedoi* and was characterized by the presence of basal leaf extensions and erect spikes. The third group, denoted as (a/co/hi/ma), included all individuals of *P. aduncum*, *P. corintoanum*, *P. hispidinervum*, and *P. malacophyllum* and was characterized by leaves with basal extensions and curved spikes. The results presented here culminate in a taxonomic treatment of species delimitation including note for the synonymization of *P. corintoanum* to *P. aduncum*.

Key words: phylogenetic analysis, seeds, species complexes.

1. INTRODUÇÃO

Piper L. é o segundo maior gênero de plantas com sementes com 2.171 espécies (Simmonds et al. 2021). O gênero possui distribuição Pantropical (Ulloa et al. 2018, Quijano-Abril et al. 2006) ocorrendo principalmente em florestas Neotropicais (Jaramillo et al., 2008). No Brasil, o gênero *Piper* ocorre em todos os domínios fitogeográficos com predominância em biomas com características florestais contando com 299 espécies, das quais 194 são consideradas endêmicas do país (Guimarães et al. 2023).

O gênero é considerado bastante relevante dentro de parâmetros econômicos (Lekhak et al., 2014, Menezes, 2018, Chaveerach et al., 2006), com representantes como *Piper nigrum* L., popularmente conhecido por pimenta do reino e considerado como o “rei dos temperos” devido a sua grande influência no mercado global (Srinivasan, 2007, Salehi et al., 2019). No Brasil, destaca-se *Piper hispidinervum* C.DC (pimenta longa), que produz um óleo essencial extremamente rico em safrol, utilizado na fabricação de inseticidas biodegradáveis, cosméticos e produtos farmacêuticos (Kemprai et. al 2019), com seu cultivo incentivado após a proibição da exploração da Canela-sassafrás, em 1992 (*Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer), previamente utilizada para a extração do safrol (IBAMA, 1992). *Piper umbellatum* L. utilizado como planta ornamental (Lorenzi & Souza 1999) e na produção de cremes e filtro solar para uso cosmético (Baldoqui, 2009), e *Piper regnellii* (Miq.) C.DC. utilizado no tratamento de dor e febre, apresentando atividade analgésica positiva (Silva, 1999). Diversas espécies de *Piper* apesar de não inseridas no comércio mundial possuem estudos relatando seu potencial para serem empregadas como inseticidas ou no tratamento de diferentes doenças (e.g. Souza & Lorenzi 2012; Amin et al. 2019; Gangan et al 2011; Estrela et al. 2006, Felsenstein et al. 2007, Piton et al. 2014, Cossolin et a. 2019), sendo incluídas também em estudos voltados para o combate a COVID-19 (Sengupta 2019).

Piper foi proposto inicialmente por Linnaeus (1753) com dezessete espécies e mais tarde, já com 136 espécies, Kunth (1839) dividiu *Piper* em outros cinco gêneros (*Enckea*, *Heckeria*, *Ottonia* Spreng., *Schillera*, *Steffensia*) com base nas características florais, sendo somente *Ottonia* não considerada como um nome ilegítimo. Miquel (1843 – 1844) dividiu 350 espécies em quinze gêneros sendo dez descritos pelo autor entre os anos de 1839-1843. De Candolle (1869) classificou 635 espécies em sua obra “Prodromus” apenas nos gêneros *Piper* L. e *Chavica* Miq., entretanto o gênero *Piper* foi dividido em 10 seções (*Apopiper*, *Carpunya* (C.Presl) C.DC., *Cocobryum* (Klotzsch ex

Miq.) C.DC., *Enckea* (Endl.) C.DC., *Eupiper*, *Nematanthera* (Miq.) C.DC., *Piper* L., *Potomorphe* (Miq.) C.DC., *Steffensia*, *Schizonephos* (Griff.) C.DC.). Yuncker (1972, 1973) publicou a obra “The Piperaceae of Brazil” onde incluiu 292 espécies de *Piper*, muitas delas endêmicas, dividindo o gênero em cinco grupos (I, II, III, IV e V) e incluiu os gêneros *Otonia* e *Potomorphe* separadamente. Tebbs (1989, 1990, 1993) por sua vez reconheceu para *Piper* do Novo Mundo sete seções inicialmente propostas por Miquel (1844) (*Otonia*, *Enckea*, *Macrostachys*, *Callianira*, *Churumayu* e *Radula*) que focam na estrutura da inflorescência madura combinadas com características vegetativas.

Estudos filogenéticos (Jaramillo et al. 2001, 2004, 2008) utilizando o marcador nuclear de ITS, entre outros ou mesmo o genoma completo (Simmonds et al. 2021) permitiram a determinação de *Piper* como um gênero monofilético possuindo três clados representando espécies da Ásia, Pacífico Sul e Neotrópico e dez clados informais, seis deles ocorrendo no Neotrópico; Clados *Enckea*, *Otonia*, *Schilleria*, *Macrostachys*, *Potomorphe* e *Radula*, mantendo de maneira geral as seções previamente reconhecidas por Miquel (1844) e Tebbs (1989, 1990, 1993) baseadas na taxonomia clássica.

Estudos biogeográficos revelam o gênero como emergindo durante o cretáceo e com linhagens como do clado *Radula* demonstrando radiação evolutiva rápida e recente (Martínez et al. 2015, Simmonds et al. 2021).

O gênero *Piper* é caracterizado por possuir hábito arbustivo, subarbustivo, raramente arborescentes, com folhas simples, alternas, inteiras e pecioladas de tamanhos variáveis e frequentemente inequiláteras com inserção basal assimétrica e venação frequentemente pinada. As inflorescências são espigas ou, em alguns casos, racemos, com flores aclamídeas com 2 a 6 estames e gineceu com 3 ou 4 estigmas. Os frutos são do tipo drupa, sésseis ou pediceladas (Guimarães et al. 2020, Jaramillo et al. 2004, Yuncker 1972, Tebbs 1989).

As sementes de *Piper* em geral não são exploradas quando ao seu valor taxonômico. São geralmente descritas como pequenas, com coloração, peso e formato variáveis, sendo que o número de sementes por espiga também pode variar entre as espécies (Yuncker 1972, Nyffeler & Rowley 2002, Lameira et al. 2005, Dousseau et al. 2008, Bergo et al. 2010, Batista 2015). A maior parte dos estudos envolvendo as sementes do gênero tratam de sua germinação e dispersão, com poucas menções das características morfológicas específicas das sementes (e.g. Vianna e Akisue (1997) e Dousseau et al. (2008) para *P. aduncum* L., Rosa e Souza (2004) para *P. amalago* var. *medium* L., Batista

(2015) para *P. marginatum* Jacq. e *P. tuberculatum* Jacq. e Chen et al. (2018) para *P. nigrum* L).

Apesar de pouco estudadas as sementes de *Piper* possuem um papel ecológico importante, tendo muitas de suas espécies dispersas por morcegos que são atraídos pelo odor dos frutos, e também por aves (Mikich 2002, Raia et al. 2009). Assim, ecólogos que estudam morcegos ou aves frequentemente recorrem aos taxonomistas de Piperaceae para auxiliar na identificação de sementes relacionadas à dieta desses animais, principalmente para algumas espécies de morcegos que tem os frutos de *Piper* como principal componente de sua dieta (Thies & Kalko 2004, Passos et al. 2003). Levando em conta que morcegos possuem um papel importante para processos de restauração de ambientes (Mikich 2005), estudos morfológicos que incluem as sementes desse grupo podem servir como recurso para auxiliar na identificação das espécies consumidas por esses animais.

Embora existam diversos tratamentos taxonômicos e florísticos sobre o gênero *Piper* (Yuncker 1972, 1973, Tebbs 1989, 1993, Guimarães et al., 2015, 2020) a morfologia completa ainda é pouco explorada, sendo a delimitação das espécies feita principalmente com base nas características das folhas, inflorescências ou frutos, de maneira isolada dependendo do autor. Quanto a essas características existe uma grande variação morfológica presente não só entre algumas espécies de *Piper*, mas também dentro da família Piperaceae como um todo, gerando assim a criação de complexos em que os limites taxonômicos não são bem delimitados dificultando a distinção entre espécies (Burger 1972, Wadt et al. 2004, Schubert et al. 2012).

Entre as seções de *Piper*, a seção *Radula* caracteriza-se pelas folhas geralmente membranáceas, elípticas, ovadas, oblongas, raramente estreitas, acuminadas e com base foliar inequilátera, raramente glabras com pubescência mais acentuada na face abaxial; brácteas florais triangulares ou semilunares, não carnudas e com margens densamente ciliadas; inflorescência ereta ou arqueada e fruto obovoide, trígono ou redondo (Miquel 1843-1844, Tebbs 1989).

O Complexo "*Piper aduncum*" , inserido dentro da secção *Radula*, possui sete espécies no Brasil reconhecidas com características morfológicas similares às de *Piper aduncum*: *P. corintoanum* Yunck., *P. flavicans* C.DC., *P. fuligineum* Kunth, *P. gaudichaudianum* Kunth, *P. hispidinervum* C.DC., *P. macedoi* Yunck. e *P. malacophyllum* (C. Presl) C.DC e quatro taxa infraespecíficos: *P. aduncum* var. *cordulatum* (C.DC.) Yunck., *P. flavicans* var. *minor* Yunck., *P. gaudichaudianum* var. *minor* Yunck. e *P. macedoi* f. *longispicum* Yunck. Essas plantas possuem um histórico

extenso quando se trata de suas diferenciações, sendo utilizados diferentes características florais e vegetativas ao longo do tempo, tendo *P. fuligineum*, *P. gaudichaudianum* e *P. aduncum* inicialmente sendo diferenciados entre si pelo número de nervuras secundárias de acordo com Miquel (1843-1844) seguido por De Candolle (1869) que utilizou a forma do fruto e venação foliar para distinguir *P. flavicans* e *P. fuligineum* de *P. gaudichaudianum* e *P. aduncum*; Yuncker (1953, 1966, 1972) que diferenciou *P. aduncum* var. *cordulatum*, de *P. aduncum* var. *aduncum* utilizando a densidade de tricomas nos ramos e nas folhas, e descreveu *P. corintoanum*, *P. macedoi* f. *longispicum*, *P. gaudichaudianum* var. *minor* e *P. flavicans* var. *minor* se baseando principalmente em características das folhas. Na classificação do gênero “Piper do Novo Mundo” Tebbs (1989, 1990, 1993), que diferencia as espécies principalmente com base na morfologia do perfilo, da bractéola e do fruto, reconhece desse complexo apenas *P. aduncum* e *P. fuligineum* sendo *P. gaudichaudianum* tido hipoteticamente como sinônimo de *P. aduncum*. Devido a essa discrepância em padrões usados para diferenciação de espécies nesse grupo juntamente com a variação morfológica do gênero em si é comum que espécimes de herbário do Complexo “*Piper aduncum*” tenham suas identificações erradas e frequentemente revisadas por diferentes especialistas.

O Complexo “*Piper aduncum*” se mostra de interesse não só por sua interação ecológica com morcegos e aves (Mikich 2002, Raia et al. 2009, Thies & Kalko 2004, Passos et al. 2003) mas também por haver registros detalhando seu potencial fitoquímico devido à abundância e diversidade de seus compostos secundários, em particular *P. fuligineum*, *P. aduncum* e *P. gaudichadianum* com compostos com resposta boa e confiável quanto à ação inseticida (Salehi et al. 2019, Navickiene et al. 2006, Krinski et al. 2018); *P. macedoi* com seu óleo essencial e sua resposta positiva leishmanicida e acaricida (Bezerra et al. 2022; dos Santos et al. 2021); *P. malacophyllum* produzindo um composto com relevante ação antifúngica, não encontrado em outras espécies de *Piper* (Lago et al. 2005) e *P. hispidinervum*, na qual também foram detectados compostos com potencial uso como inseticida (Alves et al. 2014, Lima et al., 2009) além da produção de óleo essencial rico em safrol que é utilizado também para fabricação de cosméticos e farmacêuticos (Kempriai et al. 2019). As espécies *P. flavicans*, *P. corintoanum* até o momento não foram estudadas com respeito às suas características fitoquímicas.

Dentro do complexo vale destacar *Piper aduncum*, que possui distribuição ampla tendo origem neotropical e considerada invasiva contendo populações na Indonésia, Malásia e Nova Guiné já naturalizadas, deslocando espécies nativas e dificultando restauração de florestas devido ao seu comportamento de preferência a áreas abertas ou perturbadas (Starr et. al. 2003, Hartemink A.E. 2010, Padmanaba et al. 2014).

O objetivo deste estudo é esclarecer os limites taxonômicos das espécies do Complexo “*Piper aduncum*” através do emprego das técnicas de morfometria tradicional e sistemática filogenética. Assim como descrever o padrão exibido pelas sementes com objetivo de encontrar características taxonomicamente informativas que consigam delimitar as espécies do complexo Complexo “*Piper aduncum*”

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Material Examinado

Foram utilizadas 181 exsicatas oriundas de 15 herbários, sendo: 53 amostras de *P. aduncum*, 02 de *P. corintoanum*, 04 de *P. flavicans*, 26 de *P. fuligineum*, 53 de *P. gaudichaudianum*, 07 de *P. hispidinervum*, 22 de *P. macedoi* e 16 de *P. malacophyllum* (Apêndice 1). Espécimes das variedades e formas tratadas para o Complexo “*Piper aduncum*” não estão aqui representadas por não conseguirmos separá-las das espécies-típicas. Dentro dessas, 25 possuíam frutos maduros e foram utilizadas para a análise das sementes, sendo 03 amostras de *P. aduncum*, 01 de *P. corintoanum*, 01 de *P. flavicans*, 04 de *P. fuligineum*, 05 de *P. gaudichaudianum*, 02 de *P. hispidinervum*, 03 de *P. macedoi* e 06 de *P. malacophyllum* (Tabela 1). Para a análise filogenética foram utilizadas 32 exsicatas para extração de DNA e 83 sequências adicionais foram retiradas do Genbank totalizando 115 sequências (Apêndice 2).

Tabela 1- Dados dos espécimes utilizados na análise das sementes

Espécie	Local de Coleta	Coletores	Voucher	N ^o de sementes analisadas
<i>Piper aduncum</i>	DF	Silva, JS; Carvalho, AM	273	11
<i>Piper aduncum</i>	GO	Amorim, PRF; Faria, JEQ	78	12
<i>Piper aduncum</i>	GO	Amorim, PRF; Faria, JEQ	81	12
<i>Piper corintoanum</i>	MG	Amorim, PRF et.al.	104	8
<i>Piper flavicans</i>	SP	Rozza, A	182	11
<i>Piper fuligineum</i>	DF	Irwin, HS	14124	20
<i>Piper fuligineum</i>	DF	Barboza, MA et.al.	71	20
<i>Piper fuligineum</i>	MG	Rosa, PO; Hattori, EKO	41	12
<i>Piper fuligineum</i>	SP	Amorim, PRF	144	13
<i>Piper gaudichaudianum</i>	SP	Viani, RAG; et al.	554	18
<i>Piper gaudichaudianum</i>	SC	Falkenberg, D.B	3910	3
<i>Piper gaudichaudianum</i>	ES	Kollmann, L et.al.	5083	3
<i>Piper gaudichaudianum</i>	SP	Santos, MB; et al.	134	20
<i>Piper gaudichaudianum</i>	MG	Silva, AV	13	16
<i>Piper hispidinervum</i>	AC	Dias, T.A.B	708	20
<i>Piper hispidinervum</i>	AC	Dias, T.A.B	707	15
<i>Piper macedoi</i>	MG	Prado, CA; Romero, R	66	20
<i>Piper macedoi</i>	ES	Arbo, MM	5590	20
<i>Piper macedoi</i>	SP	Rozza, A	143	6
<i>Piper macedoi</i>	GO	Amorim, PRF; Faria, JEQ	64	12
<i>Piper malacophyllum</i>	MG	Amorim, PRF et al.	57	10
<i>Piper malacophyllum</i>	SP	Gonçalves, EG et.al.	384	5
<i>Piper malacophyllum</i>	MG	Amorim, PRF et al.	55	20
<i>Piper malacophyllum</i>	GO	Amorim, PRF et al.	126	18

2.2. Análise Morfológica e Morfométrica

Foram utilizadas 12 variáveis baseadas nos critérios de classificação de espécies de Yuncker (1972) para as folhas e espigas (Tabela 2). O valor mínimo, o valor máximo, a média, a mediana e o desvio padrão foram calculados para cada variável. Para as sementes foi medido o comprimento e largura, como as sementes não possuem formato uniforme para a determinação da largura foi feito o cálculo da média de três medidas distintas em cada semente (ponto mais largo, médio e mais estreito). As medidas das variáveis das folhas e espigas foram feitas utilizando o paquímetro digital e fita métrica flexível enquanto as sementes foram analisadas utilizando o software Leica LAS EZ em conjunto com a câmera digital Leica EC4.

Foi feita a Análise de Agrupamentos com UPGMA (Unweighted Pair-Group Method using Arithmetic Averages) como algoritmo de ligação e Análise de Coordenadas Principais, ambas utilizando distância de Gower (Gower 1971) como coeficiente de similaridade entre indivíduos, com objetivo de ver se os grupos formados por estas análises correspondem aos taxa reconhecidos por Yuncker (1972) ou Tebbs (1993).

O Coeficiente de Correlação Cofenética (rcs) foi utilizado como medida de correlação entre a matriz de similaridade obtida a partir do dendrograma gerado pela análise de agrupamentos e a matriz de similaridade original. O rcs varia de 0 (ausência de correlação) a 1 (máxima correlação) e segundo Sneath & Sokal (1973) quanto a maior o valor da correlação melhor o dendrograma. Também foi rodada Análise de Bootstrap com 1.000 replicações. Para análise exploratória das sementes foi usado o Teste t de Student para Amostras Independentes. Todas as análises estatísticas foram executadas no programa PAST versão 2.17b (Hammer et al. 2001).

Foram gerados mapas de localização dos 181 indivíduos incluídos na análise utilizando o programa DIVA-GIS versão 7.5 (Hijmans et al. 2001). Latitude e longitude foram extraídas das exsicatas ou do Banco de Nomes Geográficos do Brasil-IBGE (www.bngb.ibge.gov.br/bngb/php) e os pontos foram plotados no mapa dos biomas brasileiros.

Tabela 2. Variáveis examinadas na análise morfométrica.

Nº	Descrição	Unidade de medida
1	CENT : comprimento do entrenó (média de dois entrenós adjacentes a espiga em fruto)	Milímetros
2	DENT : diâmetro do entrenó (média de dois entrenós adjacentes a espiga em fruto)	Milímetros
3	CPEC : comprimento do pecíolo	Milímetros
4	DPEC : diâmetro do pecíolo	Milímetros
5	CLAM/LLAM : razão entre comprimento e largura da lâmina	Milímetros
6	ABF : assimetria basal foliar	Milímetros
7	EBF : extensão basal foliar	0-ausente, 1-presente
8	NSEC : número de nervuras secundárias (média entre as duas metades da lâmina)	Unidade
9	DPED : diâmetro do pedúnculo	Milímetros
10	DESP : diâmetro da espiga	Milímetros
11	CRAQ/CPED : razão entre o comprimento da raque e o comprimento do pedúnculo	Milímetros
12	FESP : forma da espiga	1-ereta, 2-curva

2.3. Microscopia eletrônica de varredura

As sementes foram destacadas dos frutos e submersas em água quente para reidratação e posteriormente foi feita a remoção de qualquer resquício do pericarpo utilizando pinças, papel toalha e lupa de mesa. Posteriormente as sementes limpas foram secas e armazenadas em tubos de eppendorfs.

As sementes foram desidratadas em acetona em séries graduais (30-100%) por 10 minutos em cada estágio, em seguida foram fixadas em superfície adesiva condutora e recobertas com uma camada de ouro, de acordo com o protocolo adaptado de Cavalcanti et al. (2022), realizando análises ao Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) conduzidas num Jeol JSM 7001F Electron Scanning Microscope.

2.4. Análise Filogenética

O DNA genômico foi extraído de folhas de espécimes de herbário ou de material armazenado em sílica gel, seguindo o protocolo de Doyle & Doyle (1987) com modificações de Borsch et al. (2003). Segmentos dos genes nucleares ITS 1 e 2 (Internal transcribe spacer) foram amplificados usando a técnica de PCR (Jaramillo et al. 2008) com as seguintes temperaturas 94 °C por 4 min seguido por 35 ciclos (94 °C por 1 min, 59 °C por 1 min, 72 °C por 1 min) e extensão final de 72 °C por 7 min. A purificação e o sequenciamento foram feitos na empresa BPI – Biotecnologia Pesquisa e Inovação em Botucatu. Sequências adicionais de espécies *Piper* foram retiradas do GenBank® (www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/).

As sequências obtidas foram editadas e alinhadas no programa PhyDE® (Phylogenetic Data Editor). As Análises de Máxima Parcimônia (MP) foram realizadas no programa PAUP v.4.0b10 para Macintosh (Swofford 2002), Máxima Verossimilhança (ML) usando RAxML v.8 (Stamatakis 2006; Stamatakis et al. 2008), a Análise Bayesiana usando Mr. Bayes v.3.2.7a (Ronquist et al. 2012). Os modelos de evolução foram obtidos com uso do JModelTest (Darriba et al. 2012; Guindon and Gascuel 2003). O suporte para os clados foi verificado por bootstrap não paramétrico (Felsenstein 1985) para MP e ML e pelas probabilidades posteriores para análise bayesiana.

3. RESULTADOS

3.1. Análise Filogenética

O alinhamento incluiu 774 caracteres codificados sendo 215 considerados informativos. O modelo evolutivo selecionado para as análises Bayesiana e Verossimilhança foi o HKY + G.

As árvores filogenéticas resultantes das análises de Parcimônia, Verossimilhança e Bayesiana revelam que todas as espécies do Complexo “*Piper aduncum*” estão incluídas dentro do clado Radula (Figura 1). Na análise Bayesiana (Figura 2) foi observado dentro do complexo a separação em três grupos, sendo eles o Clado A contendo as espécies identificadas como *P. macedoi*, *P. flavicans* e *P. fuligineum*, Clado B com indivíduos de *Piper gaudichaudianum* e *Piper mollicomum* Kunth e Clado C com indivíduos de *P. aduncum*, *P. corintoanum* e *P. malacophyllum*, assim como a presença de indivíduos que saíram dentro da definição do complexo mas sem suporte, sendo indivíduos de *P. aduncum*, *P. corintoanum* e *P. malacophyllum*. *Piper hispidinervum* não foi incluso na análise filogenética.

Três indivíduos providos de sequências do Genbank identificados como *Piper gaudichaudianum* aparecem em todas as árvores completamente separados das outras espécies do Complexo, formando um grupo externo junto com *Piper hispidum* Sw.

As espécies identificadas como *Piper* sp1, *Piper* sp2, *Piper* sp3 e *Piper* sp4 foram incluídas na filogenia por possuírem características morfológicas semelhantes às espécies pertencentes ao Complexo “*Piper aduncum*” porém incapazes de produzir uma identificação confiável devido a presença de inconsistência dos caracteres morfológicos.

Majority-rule consensus tree

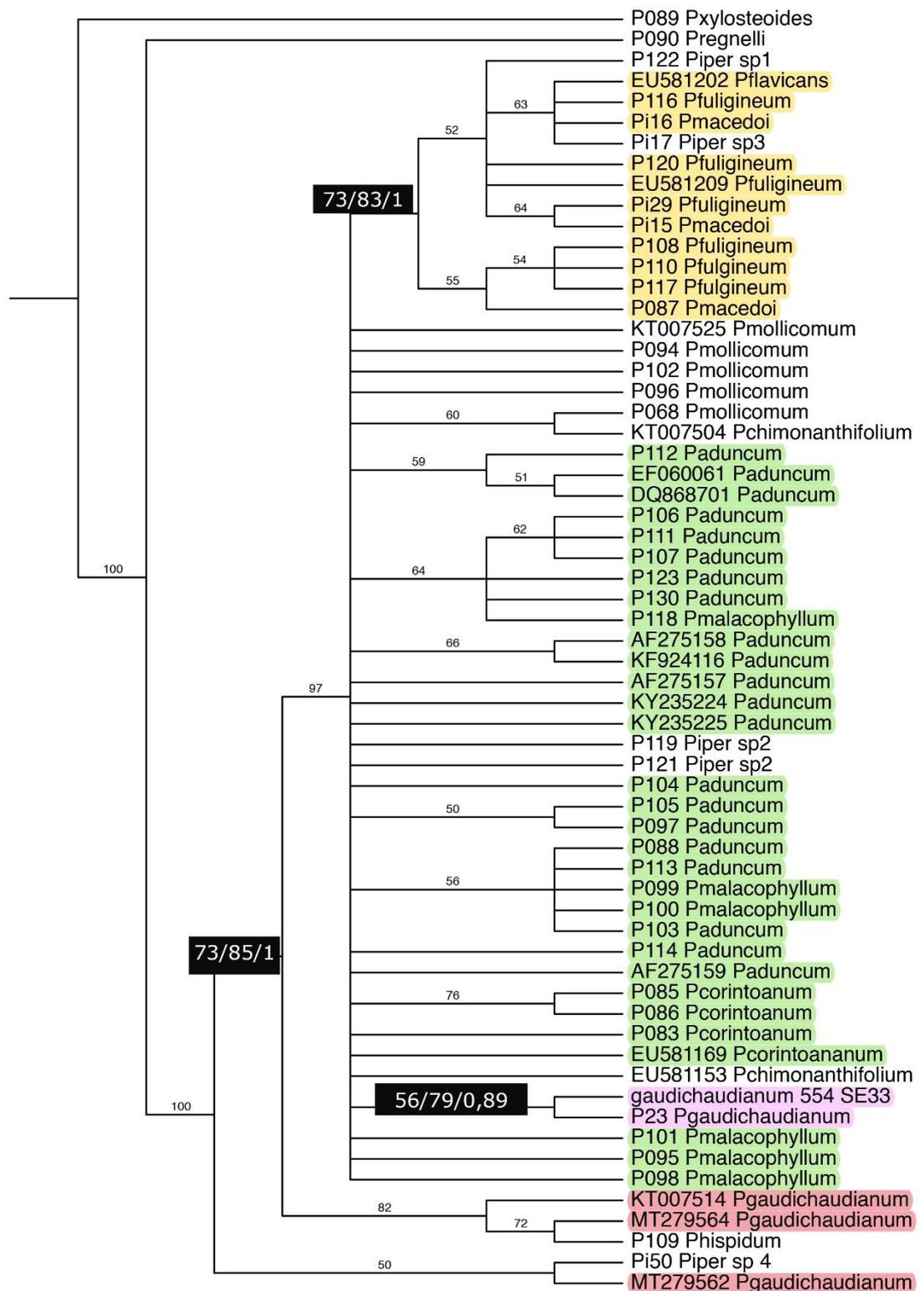


Figura 1 - Árvore filogenética de Verossimilhança, baseada em análises com o marcador nuclear ITS evidenciando as espécies do Complexo “*Piper aduncum*” nas cores amarelo, verde, rosa e vermelho separando os grupos formados. Valores nos ramos principais correspondem as análises de Parcimônia, Verossimilhança e Bayesiana respectivamente.

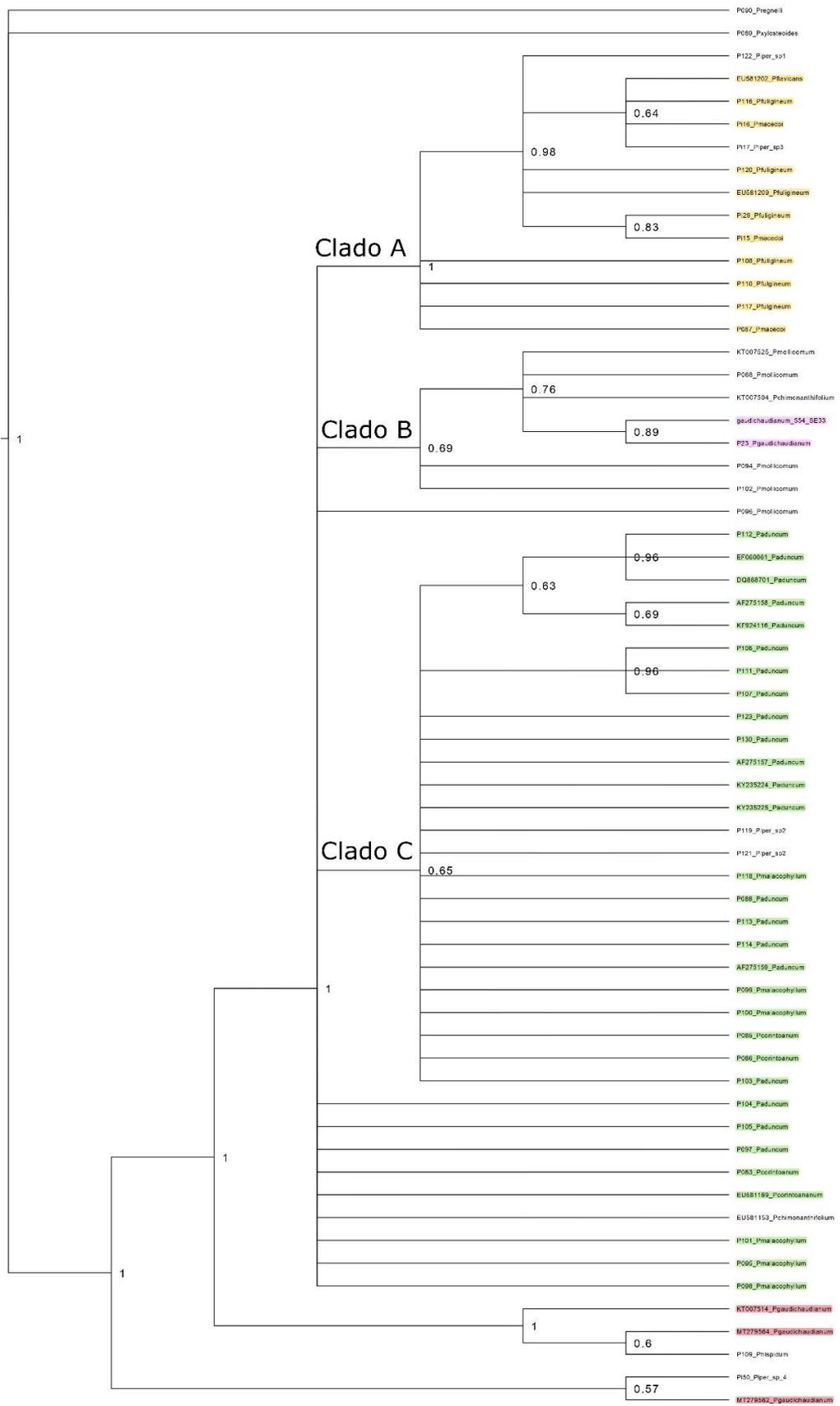


Figura 2 - Árvore filogenética Bayesiana, baseada em análises com o marcador nuclear ITS evidenciando as espécies do Complexo “Piper aduncum” nas cores amarelo, verde, rosa e vermelho separando os grupos formados aqui denominados Clados A, B e C.

3.2. Análise Morfométrica

Nenhuma variável quantitativa foi capaz de separar as oito espécies do Complexo “*Piper aduncum*” ao mesmo tempo. Algumas variáveis como CRAQ (comprimento da raque), CPED (comprimento do pedúnculo), CRAQ/CPED (razão entre o comprimento da raque e o comprimento do pedúnculo) e CLAM/LLAM (razão entre comprimento e largura da lâmina) ajudaram a distinguir *P. fuligineum* das outras espécies do complexo. O diâmetro do pecíolo (DPEC) e o número de nervuras secundárias (média entre as duas metades da lâmina (NSEC), por sua vez, ajudaram a separar *P. gaudichaudianum*, mas todas apresentaram algum grau de sobreposição (Tabela 3).

A Análise de Agrupamentos dos 181 indivíduos dos oito taxa do Complexo “*Piper aduncum*” gerou um dendrograma com rcs de 0,7757. Três grupos foram formados: (g), (f/fl/mc) e (a/co/hi/ma) a distância arbitrária de 0.20, com valores de bootstrap de 57, 49 e 28 respectivamente (Figura 4 b).

O grupo (g) incluiu todos os espécimes identificados como *P. gaudichaudianum* e apresentou espigas curvas e folhas sem extensão basal. O grupo (f/fl/mc) abarcou todos os espécimes identificados como *P. fuligineum*, *P. flavicans* e *P. macedoi* e apresentou espigas eretas e folhas com extensão basal foliar. O grupo (a/co/hi/ma) incluiu todos os espécimes identificados como *P. aduncum*, *P. corintoanum*, *P. hispidinervum* e *P. malacophyllum* e apresentou espigas curvas e folhas com extensão basal foliar.

A Análise de Coordenadas Principais mostrou indivíduos de *P. gaudichaudianum* claramente separados dos indivíduos das demais espécies do Complexo “*Piper aduncum*” ao longo da primeira coordenada principal e indivíduos de *P. aduncum*, *P. corintoanum*, *P. hispidinervum* e *P. malacophyllum* formando um grupo separado daquele formado por indivíduos de *P. flavicans*, *P. fuligineum* e *P. macedoi* ao longo da primeira e segunda coordenadas principais (Figura 3). A primeira coordenada principal representou 25,134% da variação total encontrada e a segunda coordenada principal representou 12,8% da variação total.

Tabela 3. Parâmetros estatísticos descritivos das variáveis quantitativas observadas nos indivíduos dos taxa do Complexo “*Piper aduncum*”. Min (valor mínimo); Max (valor máximo).

Variável	Taxa	Min – Max	Média – Mediana	Desvio padrão	Percentil 25 – 75
CENT	<i>P. aduncum</i>	12,49 – 75,8	35,59 – 33,96	13,57	25,21 – 43,36
	<i>P. corintoanum</i>	26,14 – 51,33	-	-	-
	<i>P. flavicans</i>	09,77 – 53,62	28,34 – 24,24	17,58	16,27 – 37,8
	<i>P. fuligineum</i>	23,46 – 63,29	39,18 – 35,02	11,45	30,33 – 45,01
	<i>P. gaudichaudianum</i>	13,06 – 60,29	37,27 – 37,26	11,96	29,82 – 44,08
	<i>P. hispidinervum</i>	20,56 – 55,96	33,98 – 24,68	14,37	23,28 – 45,04
	<i>P. macedoi</i>	27,87 – 83,45	47,63 – 42,97	14,87	40,16 – 56,21
	<i>P. malacophyllum</i>	29,64 – 73,94	44,24 – 40,44	12,27	38,05 – 45,52
DENT	<i>P. aduncum</i>	1 – 3,59	2,2 – 2,13	0,513	1,8 – 2,51
	<i>P. corintoanum</i>	2,62 - 2,8	-	-	-
	<i>P. flavicans</i>	1,21 - 2,37	1,57 – 1,43	0,459	1,35 – 1,5
	<i>P. fuligineum</i>	1,36 – 2,46	1,73 – 1,75	0,254	1,51 – 1,87
	<i>P. gaudichaudianum</i>	0,86 – 2,16	1,47 – 1,48	0,324	1,19 – 1,67
	<i>P. hispidinervum</i>	1,63 – 2,46	2,02 – 1,94	0,33	1,76 – 2,29
	<i>P. macedoi</i>	0,92 – 3,19	1,97 – 1,95	0,50	1,65 – 2,24
	<i>P. malacophyllum</i>	0,65 – 1,81	1,36 – 1,34	0,31	1,18 – 1,62
CPEC	<i>P. aduncum</i>	0,93 – 6,43	3,4 – 3,07	1,23	2,57 – 4,01
	<i>P. corintoanum</i>	3,24 - 3,56	-	-	-
	<i>P. flavicans</i>	1,23 - 3,43	2,26 – 2,27	0,860	1,67 – 2,69
	<i>P. fuligineum</i>	1,00 – 6,8	3,09 – 3,07	1,27	1,93 – 4,00
	<i>P. gaudichaudianum</i>	1,64 – 8,46	3,51 – 3,26	1,34	2,53 – 4,16
	<i>P. hispidinervum</i>	1,82 – 5,96	3,43 – 3,60	1,47	2,28 – 4,05
	<i>P. macedoi</i>	1,20 – 6,93	3,05 – 2,74	1,35	2,18 – 3,58
	<i>P. malacophyllum</i>	1,40 – 8,86	4,29 – 3,62	2,27	2,86 – 5,39
DPEC	<i>P. aduncum</i>	0,75 – 2,46	1,42 – 1,39	0,42	1,09 – 1,68
	<i>P. corintoanum</i>	1,19 – 1,41	-	-	-
	<i>P. flavicans</i>	0,61 - 1,65	1,09 – 1,04	0,377	0,96 – 1,17
	<i>P. fuligineum</i>	0,86 – 2,96	1,63 – 1,59	0,498	1,24 – 1,85
	<i>P. gaudichaudianum</i>	0,66 – 1,65	1,05 – 1,03	0,218	0,89 – 1,17
	<i>P. hispidinervum</i>	0,78 – 1,48	1,08 – 1,11	0,232	0,94 – 1,14
	<i>P. macedoi</i>	0,87 – 2,04	1,41 – 1,34	0,309	1,22 – 1,62
	<i>P. malacophyllum</i>	0,73 – 1,61	1,11 – 1,05	0,300	0,85 – 1,34
ABF	<i>P. aduncum</i>	0,92 – 5,74	2,88 – 2,91	1,21	1,89 – 3,58
	<i>P. corintoanum</i>	2,63 - 2,76	-	-	-
	<i>P. flavicans</i>	1,34 – 3,27	2,42 – 2,61	0,789	1,92 – 2,98
	<i>P. fuligineum</i>	0,00 – 4,76	2,573 – 2,57	1,201	1,88 – 3,48
	<i>P. gaudichaudianum</i>	1,47 – 5,94	2,8 – 2,56	0,956	2,25 – 3,24
	<i>P. hispidinervum</i>	3,22 – 5,24	3,68 – 3,39	0,713	3,28 – 3,69
	<i>P. macedoi</i>	1,43 – 4,59	3,02 – 2,84	0,896	2,35 – 3,35
	<i>P. malacophyllum</i>	1,93 – 4,18	3,05 – 2,96	0,708	2,64 – 3,48
CLAM	<i>P. aduncum</i>	121 – 290	170,97 – 170	31,4	147 – 190
	<i>P. corintoanum</i>	131,5 - 142	-	-	-
	<i>P. flavicans</i>	86 – 134,5	110,7 – 112	20,36	95 – 126
	<i>P. fuligineum</i>	78,5 – 133,5	95,37 – 90	14,65	86,8 – 99,5
	<i>P. gaudichaudianum</i>	105 – 181	142 – 145	18,65	132 – 155
	<i>P. hispidinervum</i>	121 – 169	140 – 136	16,05	133 – 145
	<i>P. macedoi</i>	87 – 212	144,2 – 133	32,46	124,4 – 162,7
	<i>P. malacophyllum</i>	114 – 172	142,5 – 144,5	19,84	124,7 – 159,5

Variável	Taxa	Min – Max	Média – Mediana	Desvio padrão	Percentil 25 – 75
CLAM/ LLAM	<i>P. aduncum</i>	2,49 – 4,27	3,22 – 3,13	0,49	2,85 – 3,6
	<i>P. corintoanum</i>	3,05 – 3,30	-	-	-
	<i>P. flavicans</i>	2,5 – 3,58	3,12 – 3,20	0,41	3 – 3,34
	<i>P. fuligineum</i>	1,74 – 3,29	2,43 – 2,44	0,41	2,14 – 2,64
	<i>P. gaudichaudianum</i>	2,43 – 5,38	3,45 – 3,35	0,71	2,84 – 3,67
	<i>P. hispidinervum</i>	2,52 – 3,84	2,97 – 2,89	0,45	2,64 – 3,12
	<i>P. macedoi</i>	2,04 – 3,95	2,97 – 2,96	0,43	2,67 – 3,25
	<i>P. malacophyllum</i>	2,01 – 3,78	2,99 – 3,08	0,54	2,71 – 3,42
NSEC	<i>P. aduncum</i>	6 – 10	7,54 – 7,5	0,95	7 – 8
	<i>P. corintoanum</i>	7 – 7,5	-	-	-
	<i>P. flavicans</i>	6 – 7,5	6,4 – 6	0,65	6 – 6,5
	<i>P. fuligineum</i>	5 – 7	5,96 – 6	0,66	5,5 – 6,5
	<i>P. gaudichaudianum</i>	4 – 6	5,16 – 5	0,49	5 – 5,5
	<i>P. hispidinervum</i>	6 – 7,5	6,8 – 6,5	0,57	6,5 – 7,25
	<i>P. macedoi</i>	5,5 – 8,5	6,6 – 6,5	0,78	6 – 7
	<i>P. malacophyllum</i>	5 – 7	5,7 – 5,7	0,58	5,5 – 6
CPED	<i>P. aduncum</i>	3,64 – 30,9	12,49 – 11,1	5,53	9,4 – 13,52
	<i>P. corintoanum</i>	6,78 – 8,53	-	-	-
	<i>P. flavicans</i>	6,55 – 17,46	12,68 – 14,54	4,53	9,4 – 15,45
	<i>P. fuligineum</i>	9,82 – 36,29	24,39 – 24,51	7,16	18,85 – 30,25
	<i>P. gaudichaudianum</i>	6,51 – 26,45	13,85 – 13,07	4,52	10,5 – 16,8
	<i>P. hispidinervum</i>	6,6 – 15,5	10,48 – 10,98	3,02	8,57 – 11,5
	<i>P. macedoi</i>	7,52 – 27,33	17,89 – 19,83	5,16	13,8 – 20,9
	<i>P. malacophyllum</i>	7,97 – 21,73	14,29 – 13,92	4,09	10,84 – 17,0
DPED	<i>P. aduncum</i>	0,71 – 1,77	1,22 – 1,2	0,26	1,05 – 1,39
	<i>P. corintoanum</i>	0,92 – 1,69	-	-	-
	<i>P. flavicans</i>	0,74 – 1,38	1,12 – 1,10	0,26	1,05 – 1,34
	<i>P. fuligineum</i>	0,58 – 1,6	1,09 – 1,08	0,24	0,92 – 1,25
	<i>P. gaudichaudianum</i>	0,64 – 1,66	1,09 – 1,06	0,20	0,98 – 1,19
	<i>P. hispidinervum</i>	0,76 – 1,12	1,01 – 1,03	0,12	1,01 – 1,08
	<i>P. macedoi</i>	0,54 – 1,36	1,09 – 1,15	0,21	0,96 – 1,26
	<i>P. malacophyllum</i>	0,74 – 1,11	0,91 – 0,87	0,11	0,83 – 0,98
CRAQ	<i>P. aduncum</i>	61 – 166	111,2 – 109,2	21,20	100 – 124
	<i>P. corintoanum</i>	95 – 103	-	-	-
	<i>P. flavicans</i>	53,28 – 101,3	76,15 – 76,47	17,19	71,42 – 78,31
	<i>P. fuligineum</i>	30 – 79,84	57,75 – 56,19	13,31	51,85 – 67,99
	<i>P. gaudichaudianum</i>	48 – 133	82,24 – 80	16,48	70 – 92
	<i>P. hispidinervum</i>	71 – 120	98,6 – 105	17,43	87 – 110
	<i>P. macedoi</i>	53 – 120	91,88 – 93,88	18,88	86,4 – 104
	<i>P. malacophyllum</i>	62 – 120	84,57 – 80,5	18,15	70,7 – 92,5

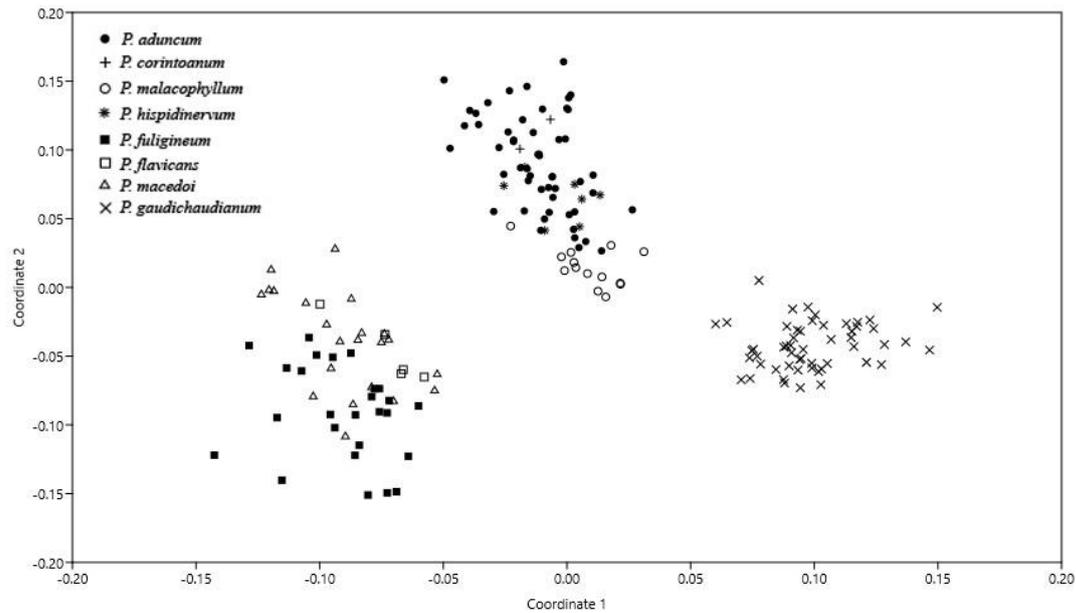


Figura 3- Ordenação dos 181 indivíduos dos oito taxa do Complexo “*Piper aduncum*”.

3.3. Mapas de localização dos indivíduos analisados

Mapas de localização dos indivíduos incluídos na análise são apresentados na Figura 4 (a). Os indivíduos identificados como *P. gaudichaudianum* se mostram distribuídos principalmente na Mata Atlântica. Já os indivíduos de *P. flavicans*, *P. fuligineum* e *P. macedoi* apareceram na região central do Brasil ocorrendo principalmente no Cerrado com alguns indivíduos na Mata Atlântica. Os indivíduos identificados como *P. aduncum*, *P. corintoanum*, *P. hispidinervum* e *P. malacophyllum*, ocorreram no Cerrado, Mata Atlântica e Floresta Amazônica.

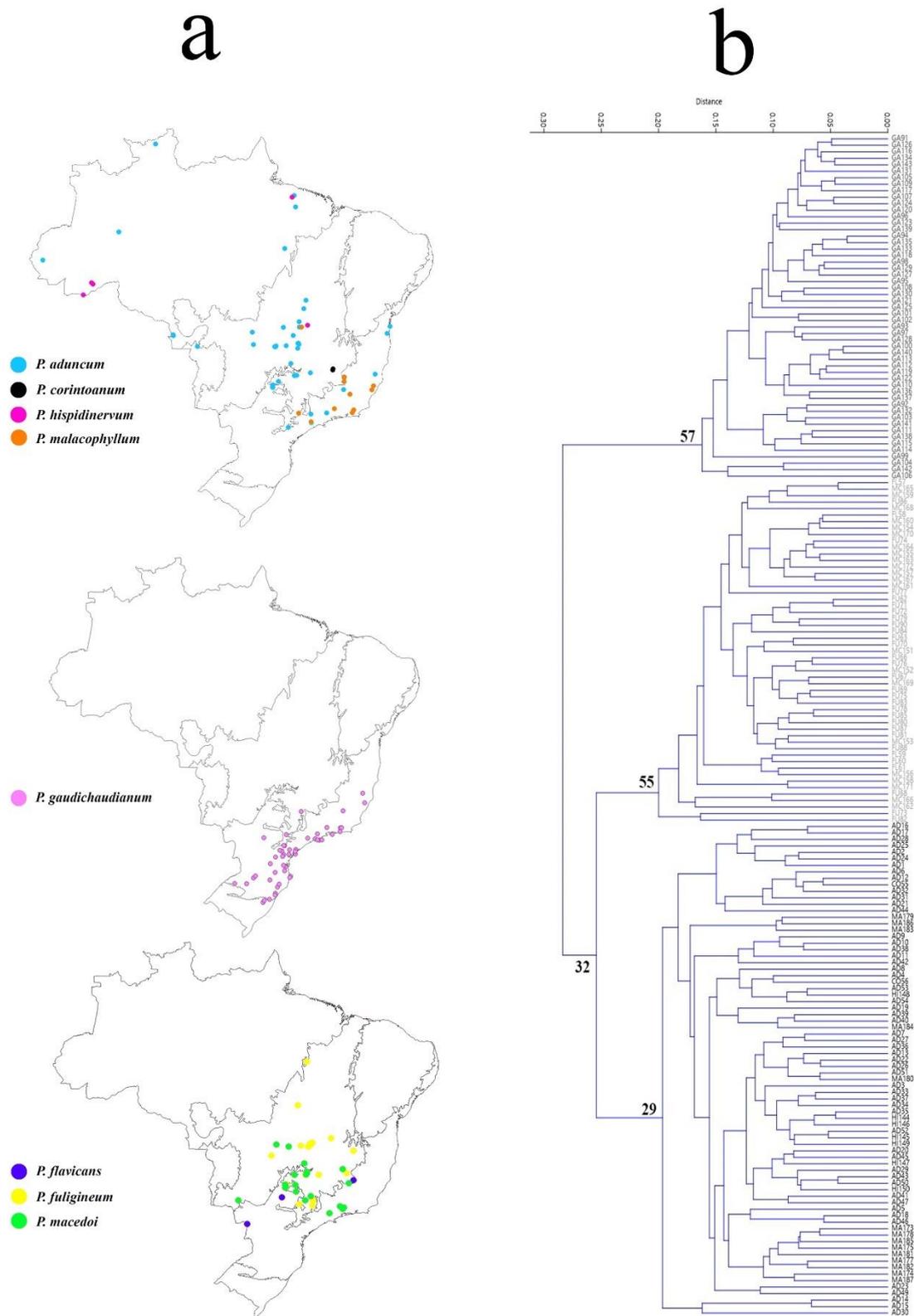


Figura 4- (a) Mapas de localização dos 181 indivíduos analisados. (b) Análise de Agrupamentos dos 181 indivíduos das oito espécies do Complexo “*Piper aduncum*” observando a separação de três grupos com seus valores de bootstrap.

3.4. Análise morfológica das sementes

As sementes de todas as espécies dentro do complexo se mostraram uniformes apresentando frequentemente cor marrom avermelhada e formato retangular, com a base mais larga e o ápice mais estreito, textura áspera, hilo em depressão e bordas arredondadas (Figura 5).

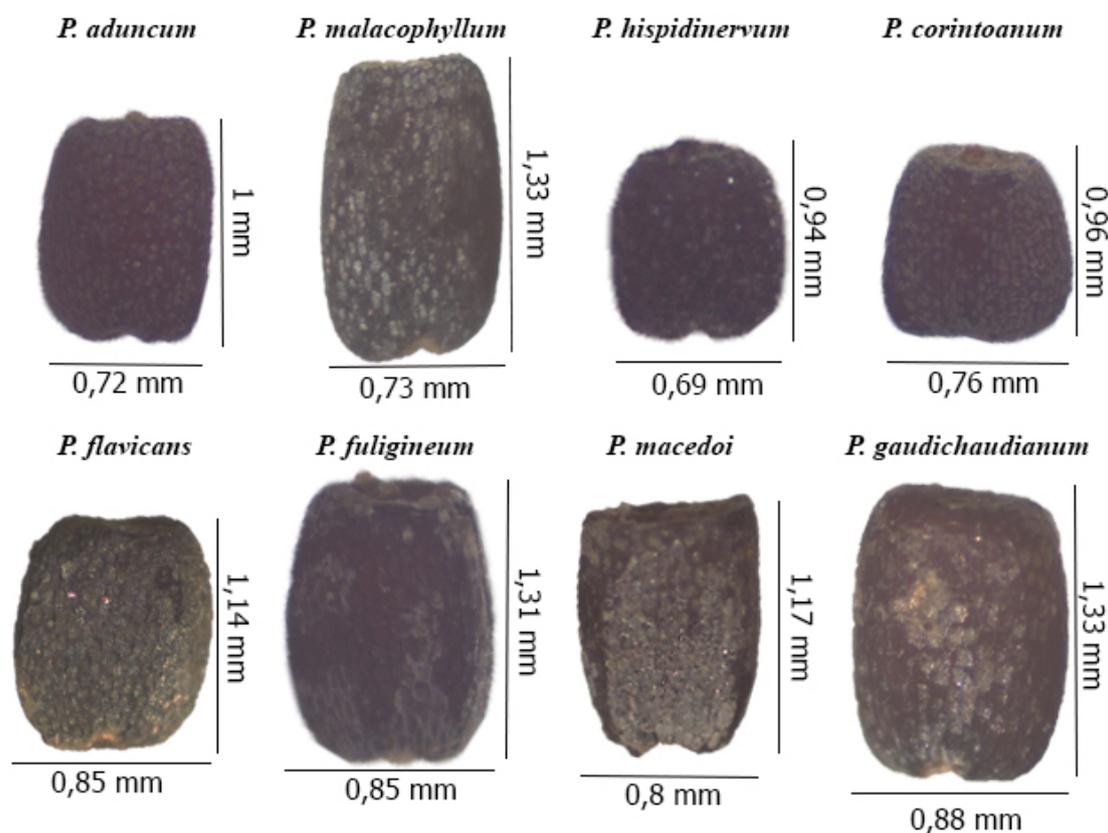


Figura 5 – Representação de uma semente de cada espécie do Complexo “*Piper aduncum*” comparadas lado a lado e suas medidas de largura e comprimento em mm.

O comprimento das sementes variou de 0,657mm - 1,64mm, sendo que as sementes de *P. corintoanum*, *P. aduncum* e *P. hispidinervum* foram consideradas as menores e as de *P. gaudichaudianum* e *P. fuligineum* as maiores, no entanto apenas essa variável não possibilitou a separação das espécies. Quanto à largura as sementes, foi observada uma variação de 0,502mm-1,34mm na qual em média as menores foram *P. aduncum*, *P. corintoanum* e *P. hispidinervum* e as maiores *P. gaudichaudianum* e *P. fuligineum*, acompanhando o mesmo padrão do comprimento. Foi feito o Teste t de duas amostras para cada combinação de espécies afim de definir se essa diferença de tamanho é significativa entre as espécies, (Apêndice 3) em que foi encontrado que *P. aduncum*

quando comparado com *P.corintoanum* e *P.hispidinervum* demonstrou valor de $p > .05$ tanto para o comprimento quanto largura indicando que não possuem diferença estatística; já *P. gaudichaudianum* se diferencia estatisticamente de todas as espécies com exceção à *P. fuligineum* no comprimento e *P.macedoi* na largura em que existe alto grau de sobreposição de valores. Somente *P. gaudichaudianum*, quando comparado com *P. aduncum*, *P. corintoanum* e *P. hispidinervum* não apresenta sobreposição de valores (Tabela 4), levando à conclusão de que as variáveis utilizadas, apesar de estatisticamente significantes em alguns casos, não foram capazes de separar as oito espécies do Complexo “*Piper aduncum*”.

Tabela 4 - Parâmetros estatísticos descritivos das variáveis quantitativas observadas nos indivíduos dos taxa do Complexo “*Piper aduncum*”. Min (valor mínimo); Max (valor máximo); DV.P (desvio padrão). Unidade: Milímetro (mm)

Variável	Taxa	Min-Max	Média	DV. P
Comprimento	<i>P.aduncum</i>	0,936 – 1,12	0,797	0,0405
	<i>P.corintoanum</i>	0,657 – 1,04	0,867	0,1387
	<i>P.flavicans</i>	0,941 – 1,19	1,03	0,0653
	<i>P.fuligineum</i>	1,21 – 1,49	1,343	0,0655
	<i>P.gaudichaudianum</i>	1,13 – 1,64	1,328	0,1703
	<i>P. hispidinervum</i>	0,728 – 0,949	0,831	0,0593
	<i>P.macedoi</i>	1,01 – 1,42	1,216	0,1128
	<i>P.malacophyllum</i>	0,69 – 1,38	1,096	0,2088
Largura	<i>P.aduncum</i>	0,59 – 0,805	0,608	0,0666
	<i>P.corintoanum</i>	0,528 – 0,77	0,617	0,0914
	<i>P.flavicans</i>	0,72 – 0,889	0,805	0,0676
	<i>P.fuligineum</i>	0,756 – 1,12	0,927	0,0869
	<i>P.gaudichaudianum</i>	0,81 – 1,34	0,992	0,1189
	<i>P. hispidinervum</i>	0,502 – 0,696	0,583	0,0436
	<i>P.macedoi</i>	0,733 – 1,18	0,964	0,1110
	<i>P.malacophyllum</i>	0,644 – 1,04	0,857	0,1197

3.5. Microscopia Eletrônica de Varredura

Quando observada pelo Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) a superfície das sementes de todas as espécies possuem um delineamento reticular foveado com células que variam em largura (24,348 nm – 86,390 nm) e altura (52,584nm – 130,220

nm) e se apresentam em padrão de colmeia (Figura 6A). A parede das fóveas são cobertas por papilas simples e abrigam cristais cuboides com número variado e de tamanhos que variam entre 7,767nm e 19,273nm de largura e 9,198nm e 22.569nm de altura (Figura 6B).

A quantidade de cristais por célula também foi calculada para cada espécie mostrando em média a presença de 3 a 9 cristais por célula (Figura 6C e 6D). Devido à presença de sementes que não apresentaram cristais intactos (Figura 6E) acredita-se que o número de cristais pode estar sendo afetado pelo processo de limpeza das sementes, assim como a possibilidade de que o tratamento prévio das exsiccatas tenha danificado a superfície dos espécimes bem como dos cristais. Também foi observada a presença de fragmentos de pericarpo que persistiram na superfície de algumas sementes após a lavagem (Figura 6F)

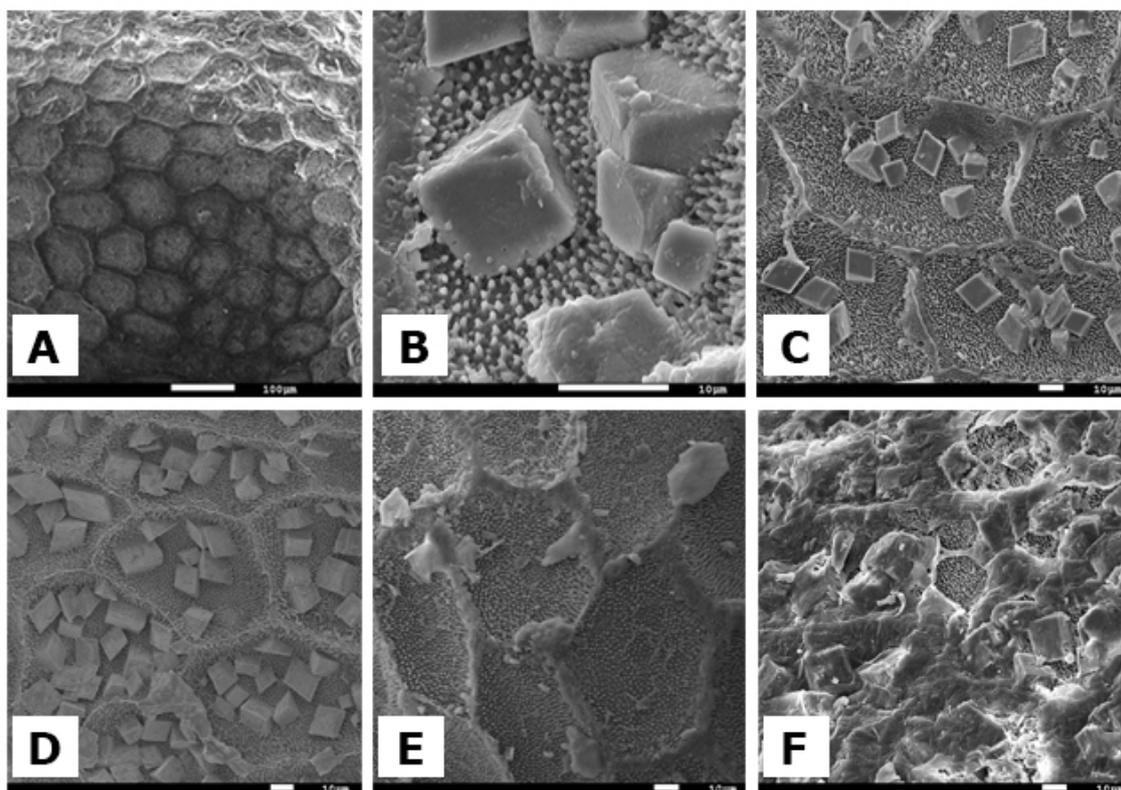


Figura 6 – Imagens da microscopia de varredura da superfície das sementes; Visão geral da semente em *P. fuligineum* (A); Foco em um Cristal Cuboide e Papilas em *P. aduncum* (B); Células demonstrando variação na quantidade de Cristais em *P. gaudichaudianum* (C) e *P. corintoanum* (D); Ausência de Cristais intactos em *P. macedoi* (E); Presença de Pericarpo em *P. flavicans* (F).

4. Discussão

A Análise de Agrupamentos dos 181 indivíduos dos oito taxa do Complexo “*Piper aduncum*” gerou um dendrograma com rcs de 0,7757, indicando que o dendrograma é uma representação relativamente fiel das distâncias contidas na matriz de similaridade original (Sneath e Sokal 1973).

Os três grupos obtidos pela Análise de Cluster e da Análise de Coordenadas Principais (g), (f/fl/mc) e (a/co/hi/ma) são suportados por caracteres qualitativos (EBF e FESP) e não correspondem as oito espécies aceitas por Yuncker (1972) para a flora brasileira, nem as duas espécies reconhecidas por Tebbs (1993) para o Novo Mundo. Os valores de bootstrap obtidos (g = 57), (f/fl/mc = 49) e (a/co/hi/ma = 28) para os grupos são relativamente baixos. Estes valores de bootstrap indicam que as variáveis quantitativas apresentam sobreposição e não tem poder discriminatório.

Os grupos (a/co/hi/ma) e (f/fl/mc) formados por indivíduos com extensão basal foliar (EBF) parecem mais próximos entre si de acordo com a análise morfométrica e mais distantes do grupo (g) formado por indivíduos sem extensão basal foliar. No entanto, a filogenia demonstra que o grupo (a/co/ma) e (g) que possuem as espigas curvadas são mais próximos que (f/fl/mc) que possuem espigas eretas. Apesar dessa discrepância fica claro que *Piper gaudichaudianum* se encontra separado completamente das outras espécies, este resultado contrariando Tebbs (1993) que sugeriu *P. gaudichaudianum* com sinônimo de *P. aduncum*.

As dimensões das sementes não foram incluídas na Análise de Coordenadas devido ao baixo número de espécimes férteis, porem quando feito o Test t independente foi observado que houve diferença significativa entre os grupos (g) e (f/fl/mc) quando comparados ao grupo (a/co/hi/ma), tanto no comprimento quanto na largura ($p < .001$) logo, apesar dos dados isolados das sementes não serem capazes de separar as espécies, quando sobrepostos com os dados das folhas e espigas, fortalecem a existência dos três grupos, e principalmente a segregação de *P. gaudichaudianum* que possui sementes maiores do que em (a/co/hi/ma) com sobreposição apenas em *P. malacophyllum*. Para o grupo (f/fl/mc), o comprimento das sementes variou em média de 1,06mm- 1,348mm e a largura em 0,818mm-0,914mm e para (a/co/hi/ma) o comprimento variou em média de 0,867mm-1,036mm e a largura 0,617mm-0,868mm, apesar da sobreposição dos valores dentro desses grupos em geral as sementes tendem a ser significativamente menores em *P. aduncum*, *P. hispidinervum* e *P. corintoanum* comparado ao resto das espécies, sendo

importante mencionar que essas tiveram o menor número de indivíduos analisados, sendo 03, 02 e 01 respectivamente. Os cristais encontrados nas sementes se assemelham visualmente a cristais encontrados por Silva et al. (2014) na bainha foliar de *Piper tuberculatum* Jacq. e *Piper callosum* Ruiz & Pav. que possuem composição química mista com presença de oxalato de cálcio. Silva et al. (2014) concluíram que a anatomia e composição química desses cristais pode ser utilizada para a separação interespecífica de espécies de *Piper*, assim podemos sugerir que os cristais encontrados nas sementes do Complexo “*Piper aduncum*” apesar de anatomicamente indiferenciáveis dentro do grupo podem produzir resultados com base em sua composição química em um futuro estudo.

A análise filogenética seguiu a mesma separação pelos grupos encontrados na morfometria, sendo notável a separação do Clado A (Figura 2) contendo todos os indivíduos identificados das espécies *P. fuligineum*, *P. flavicans* e *P. macedoi* (f/fl/mc) que são caracterizados por espigas eretas divergindo de *P. aduncum*, *P. corintoanum*, *P. malacophyllum* e *P. gaudichaudianum* que possuem espigas curvadas (Yuncker 1972, 1966). Dentro desses somente *P. gaudichaudianum* aparece bem delimitado (56/79/0,89) sendo possível então a sua separação das outras espécies.

Piper chimonanthifolium Kunth que aparece no Clado B (Figura 2) com pouca diferenciação é uma espécie muito semelhante a *P. aduncum* e *P. malacophyllum* de ocorrência na Mata Atlântica, com pouco material disponível em herbário, não tratado aqui como parte do Complexo “*Piper aduncum*”.

Três indivíduos providos de sequências do Genbank (KT007514, MT279564 e MT279562) identificados como *Piper gaudichaudianum* aparecem na filogenia completamente separados das outras espécies do Complexo, formando um grupo externo junto com *Piper hispidum* Sw., contradizendo o resultado obtido pelo material pessoalmente observado e identificado como *Piper gaudichaudianum* (Figura 2). Não foi possível fazer a apuração do material utilizado para essas sequências visto que não possui registros fotográficos dessas plantas disponíveis somente a informação de que parte do material é oriundo de cultivo, descrito em Brandão et al. 2020.

Yuncker (1966, 1972) afirma que *P. corintoanum* difere de *P. aduncum* por apresentar folhas menores com 3-3,5cm de largura e 10-12cm de comprimento, porém o Isótipo de *P. corintoanum* Méxia 5583^a depositado no herbário UC, embora possua muitas folhas com ápice quebrado, apresenta folhas de até 13,5 cm de comprimento. Yuncker citou apenas 01 espécime para descrever o material, este hoje depositado no herbário em NY. Os indivíduos identificados como *P. aduncum* nesta análise

apresentaram folhas com 3,2-8,5cm de largura e 12,1-29cm de comprimento. Apesar da sobreposição das medidas serem baixas, quando analisamos a fotografia do material tipo da espécie descrita por Yuncker (1966), assim como o material depositado no herbário UC, observamos que o material ainda era jovem, contendo apenas espigas ainda em flores, e para as análises deste trabalho, foram medidas apenas as folhas maduras de indivíduos com espigas em fruto, desconsiderando todas as folhas jovens. Dentro da filogenia *P.aduncum* e *P.corintoanum* não se diferenciam entre si juntamente com *P.malacophyllum*, que, por sua vez tem sido distinguido de *P.aduncum* por possuir tricomas longos com mais de 1mm de comprimento, razão foliar menor, base foliar assimétrica com o lado mais curto agudo e o mais longo cordato e número de nervuras secundárias, sendo de 5-6 para *P.malacophyllum* e 6-8 para *P.aduncum*. A descrição original de Presl (1851) cita que a espécie possui apenas dois estames, entretanto não foi possível verificar essa informação no material tipo depositado em PRC, pois seria um processo destrutivo. Nesse estudo nenhuma das características medidas foi capaz de distinguir *P. malacophyllum* de *P. aduncum*, sendo separados apenas por caracteres qualitativos muito discretos como a pilosidade folhas, entretanto também não há evidências para sinonimização da espécie.

Yuncker (1972) afirma que *P. malacophyllum* pode ser diferenciado de *P. gaudichaudianum* pelo tamanho e densidade da pubescência e por ter base foliar cordulada. O tamanho e densidade da pubescência não é um caractere taxonômico consistente uma vez que a densidade de tricomas pode variar em uma mesma espécie com a disponibilidade de luz e água (Pérez-Estrada et al. 2000) e como resposta a herbivoria (Mutikainen e Walls 1995). Os resultados obtidos tem a separação sendo feita pela presença da expansão basal foliar em *P.malacophyllum* que se mostrou ausente em *P. gaudichaudianum*.

As dimensões da folha dos indivíduos de *P. gaudichaudianum* analisados variaram de 10,5-18,1cm de comprimento por 2,3-6,2cm de largura formando um *continuum* quando comparado com as dimensões utilizadas para distinguir *P. gaudichaudianum* var. *minor* Yunck. com folhas de 5,0-10,0cm de comprimento por 1,5-3,0cm de largura (Yuncker 1966) não sustentando a separação de *P. gaudichaudianum* em duas variedades.

Piper hispidinervum tem sido morfológicamente diferenciado de *P. aduncum* com base na pubescência dos ramos, textura das folhas e tamanho do pedúnculo (Yuncker 1972). Nossos resultados mostram que o comprimento do pedúnculo variou de 6,6-

15,5mm em *P. hispidinervum* e de 3,64-30,90mm em *P. aduncum* se sobrepondo nas duas espécies. Quanto a pubescência dos ramos, vão de glabros ou muito esparsamente puberulentos em *P. hispidinervum* a glabrescentes ou moderadamente a finamente puberulentos em *P. aduncum* (Yuncker 1972) não justificando a distinção destas espécies uma vez que a densidade de tricomas pode variar em uma mesma espécie como resposta a herbivoria (Mutikainen e Walls 1995) e de acordo com a disponibilidade de luz e água (Pérez-Estrada et al. 2000). Outra diferença entre essas espécies é a composição química do seu óleo essencial, sendo safrol (70-95%) e dilapiol (31-97%) os constituintes químicos majoritários em *P. hispidinervum* e *P. aduncum* respectivamente (Maia e Andrade 2009). A variação na composição química do óleo essencial de espécies de *Piper* pode ter origem ambiental (Potzernheim et al. 2006; Gaia et al. 2010; Andrade et al. 2011) ou genética (Lebot e Levesque 1996a,b; Mundina et al. 2001; Riva et al. 2011). Estas características vêm sendo tradicionalmente empregadas no reconhecimento de tipos químicos de uma mesma espécie como em *P. betle* L. (Rawat et al. 1989), *P. methysticum* G.Forst. (Lebot e Levesque 1996a,b), *P. lanceifolium* Kunth (Mundina et al. 2001), *P. guineense* Schumach. & Thonn. (Oyedegi et al. 2005), *P. aduncum* (Vila et al. 2005; Gaia et al. 2010), *P. marginatum* Jacq. (Andrade et al 2008) e *P. dilatatum* Rich. (Andrade et al. 2011) e não como característica taxonômica distintiva de espécie não sendo possível então a separação de *P. hispidinervum* e *P. aduncum* com base na composição química do óleo essencial. Neste trabalho foi observado apenas o isotipo de *P. hispidinervum* encontrado em G-DC (Galziou 22035), entretanto o material é constituído apenas de fragmentos, mas as características da pilosidade, espigas e folhas são compatíveis com *Piper aduncum*. O material citado como tipo na obra pincipes depositada no herbário de Berlim, e fotografado por Yuncker (1972) assim como citado no herbário C, não foram encontrados durante as visitas a estes herbários. Vale ressaltar que a maior parte do material recentemente identificado e tratado como *P. hispidinervum* no Brasil é proveniente do estado do Acre (Domínio Amazônico) muitas vezes adjuntos a plantações utilizadas para extração de óleos essenciais, entretanto o material tipo é oriundo de Goiás (Domínio Cerrado). *Piper hispidinervum* não foi incluso na análise filogenética, não sendo possível a comparação de posições quanto as outras espécies.

Piper macedoi e *P. flavicans* segundo Yuncker (1972) possuem folhas mais longas e com base mais desigual quando comparados com *P. fuliginum*, mas nossos resultados demonstram que estas características apresentam sobreposição uma vez que a razão comprimento foliar/largura foliar (CLAM/LLAM) e a assimetria basal foliar (ABF)

variaram respectivamente de 2,04-3,95cm e de 1,43-4,59mm em *P. macedoi*, de 1,74-3,29cm e de 0-4,76mm em *P. fuligineum* e de 2,5-3,58cm e de 1,34-3,27mm em *P. flavicans*, comprovando que CLAM/LLAM e ABF não distinguem estas três espécies. Entretanto, *P. macedoi* e *P. flavicans* apresentaram razão comprimento da raque/comprimento do pedúnculo (CRAQ/CPED) respectivamente de 2,23-15,96cm e 4,95-8,13cm, tendo sobreposição entre si, porém relativamente maiores que *P. fuligineum* com 1,20-5,17cm. *P. macedoi* e *P. flavicans* são extremamente parecidas, mas se diferenciam na forma dos tricomas, que em *P. macedoi* são longos e curvados para cima e reflexo-hispídeos em *P. flavicans* além de em geral as espigas de *P. macedoi* serem maiores, apesar de ocorrer sobreposição.

Os resultados em conjunto da análise morfométrica e filogenética, juntamente com dados morfológicos e de distribuição propõem a existência de três grupos distintos dentro do Complexo “*Piper aduncum*” (*P. gaudichaudianum* (g); *P. fuligineum*, *P. flavicans*, *P. macedoi* (f/fl/mc) ; *P. aduncum*, *P. corintoanum*, *P. hispidinervum* e *P. malacophyllum* (a/co/hi/ma) com evidências suficientes para a retirada *P. gaudichaudianum* do complexo e a sugestão de um processo de sinonimização de *P. corintoanum* para *P. aduncum* e *P. gaudichaudianum* var. *minor* para *P. gaudichaudianum*.

5. Tratamento taxonômico

1. *Piper aduncum* L., Sp. Pl. 1: 39. 1753. Tipo: - Plumier, Descr. Pl. Amér., t. 77 (1693). (lectotipo designado por Saralegui Boza, H. 2004. Piperaceae. Fl. Republ. Cuba, ser. A, Pl. Vasc. 9(3): 81.)

=*Piper corintoanum* Yunck., Bol. Inst. Bot. (São Paulo) 3: 33–34, f. 27. 1966. Brazil: Minas Gerais: Corinto, Faz do Diamante, streamside tangle, alt. 590 m, 10 Apr 1931. - Y. Mexia 5583A; (A, ILL). **Sin nov.**

=*Piper aduncum* var. *cordulatum* (C. DC.) Yunck., Lilloa 27: 129. 1955. Tipo: In Cuba prope Havanam, Sagra 7; (G-DC) Lectotipo designated (as type) by Yuncker, Lilloa 27: 129 (1953). Sin apud. Jørgensen et al. 2014.

Descrição: Arbusto ou pequena árvore ramificada, nodoso, com altura de 3 a 6 metros; os entrenós são bem-marcados com média de 3,5 cm de comprimento, moderadamente pubescentes, com os pelos na sua maioria inferiores a 0,5 mm de comprimento. Folhas elípticas ou lanceoladas, com ápice bastante longo e acuminado, presença de extensão basal foliar; base assimétrica arredondada ou cordiforme, sendo um lado 1-5 mm mais curto no pecíolo, largura de 3-8 cm e comprimento de 12-29 cm, ásperas e mais ou menos pubescentes na parte adaxial, pelo menos ao longo das nervuras; na parte abaxial são menos pubescentes e possuem pontos glândulares entre as nervuras, possui 6-10 nervuras de cada lado; pecíolo de 1-2 mm de diâmetro e 1-6 mm de comprimento, pubescente, vaginado na base. Espigas com 1-4 mm de espessura e 6-16 cm de comprimento, curvadas; pedúnculo de 3 a 30 mm de comprimento; Brácteas arredondadas ou triangular-subpeltadas, marginalmente franjadas; estames em número de 4; drupas pequenas, obovoides, mais ou menos trígonoas ou tetragonais, os estigmas são sésseis. Sementes marrom avermelhadas, formato retangular, com a base mais larga e o ápice mais estreito, textura áspera, hilo em depressão e bordas arredondadas, medindo 0,59–0,8 mm de largura e 0,94 – 1,1 mm de comprimento

Notas: *Piper corintoanum* não difere de *P. aduncum* pelo tamanho das folhas como previamente definido, ocorrendo sobreposição de valores tanto no comprimento quanto largura. Adicionalmente o material tipo de *P. corintoanum* descrita por Yuncker (1966), apresenta um material ainda jovem, contendo apenas espigas ainda em flores.

2. *Piper fuligineum* Kunth, Linnaea 13: 655, 1839. Tipo: Brazil:- F. Sellow s.n [10957] (B not seen)

Descrição: Um arbusto ramificado, com até 2 metros de altura; os entrenós superiores são estriados longitudinalmente, de 4cm de comprimento, moderadamente a densamente vilosos, os pelos comumente têm 0,5 mm de comprimento. Folhas ovado-lanceoladas ou elípticas, com ápice agudo, levemente acuminado, ou ocasionalmente subobtusos, base cordiforme, um lado com 1-4 mm a menos no pecíolo com os lobos arredondados, 3-6 cm de largura e 7-13 cm de comprimento, ásperas em ambos os lados, hispidas acima, pelo menos ao longo das nervuras, com 5- 7 nervuras de cada lado; pecíolo curto, média de 3 mm de comprimento, vaginado na base. Espigas eretas com 2 -5 mm de espessura e 3 -8 cm de comprimento; pedúnculo de 1-3 cm de comprimento, hispido;

brácteas pequenas, estreitamente triangular-subpeltadas, fortemente e grosseiramente franjadas, o pedicelo escassamente piloso; estames em número de 4; drupas oblongas, comprimidas lateralmente para baixo, arredondadas e glandulares acima, ápice truncado ou subdeprimido em torno dos estigmas curtos e sésseis, esparsamente hispidulos ou glabros. Sementes marrom avermelhadas, formato retangular, com a base mais larga e o ápice mais estreito, textura áspera, hilo em depressão e bordas arredondadas, medindo 0,75 – 1,12 mm de largura e 1,21 – 1,49 mm de comprimento.

3. *Piper gaudichaudianum* Kunth, Linnaea 13: 639. 1839. *Arthanthe mollicoma* fo. *glabrata* Miq., Syst. Piperacearum 440. 1843[1844]. Tipo: Brazil: prope Corcovado, [1835], Gaudichaud s.n. [1116] (lectotipo P-0202459, Isolectotipos G00206456, P-02024594 **lectotipo aqui designado**). Brazil: prope Corcovado Luschnath s.n. (sintipos not seen)

= *Piper gaudichaudianum* var. *minor* Yunck., Bol. Inst. Bot. (São Paulo) 3: 39, f. 33. 1966. Brazil: Guanabara: estrada do Corcovado, 23 Sep 1958, Pereira et al. 4337 (Holótipo HB, isótipo NY).

Descrição: Arbusto ramificado, nodoso, com cerca de 2 a 3 metros de altura; os entrenós superiores são finos, com 3,7 cm ou mais de comprimento, moderadamente a densamente pubescentes, com pelos com até 1 mm ou mais de comprimento, mais ou menos eretos. Folhas lanceolado-elípticas, lanceolado-ovadas ou elípticas com ápice longo-acuminado e base inequilaterais, um lado com 1-5 mm a menos no pecíolo e geralmente agudo, enquanto o lado mais longo é mais arredondado e cordiforme podendo ser ocasionalmente agudo, (1,5-)2-6 cm de largura e (5-6-)10-18 cm de comprimento, hispidas e escabras na face adaxial, subvilosas na face abaxial, pelo menos ao longo das nervuras, apresenta pontos pálidos glandulares; possui de 4 a 6 nervuras de cada lado; pecíolo de 1 – 8 mm de comprimento e média de 1 mm de diâmetro. Não apresenta expansão basal foliar. Espigas de 2 – 4 mm de espessura e 4 – 13 cm de comprimento, na maioria das vezes bastante curvas; pedúnculo mais longo do que o pecíolo, podendo chegar a 2 cm de comprimento, pubescente; Estames em número de 4; brácteas arredondadas ou triangular-subpeltadas, com margens grosseiramente franjadas; drupas oblongo-ovoides, os estigmas são sésseis; Sementes marrom avermelhadas, formato retangular, com a base mais larga e o ápice mais estreito, textura áspera, hilo em depressão e bordas arredondadas, medindo 0,81– 1,34 mm de largura e 1,13 – 1,64 mm de comprimento;

Notas: A distinção de *P. gaudichaudianum* var. *minor* Yunck foi feita devido ao menor tamanho das folhas, porém nesses estudos os indivíduos de *P. gaudichaudianum* apresentam sobreposição de valores com os estipulados para a variação, não justificando assim a separação em variedade. Todo material coletado e citado na literatura como variedade minor por Yuncker (1966) está com material muito deteriorado e parecem folhas espigas ainda muito jovens, exceto o material de Dusén 8234 depositado em S que já apresenta folhas mais desenvolvidas, e espigas maduras, sobrepondo assim os tamanhos e formas de *Piper gaudichaudianum* a variedade típica. O protólgo menciona

dois sintipos (of Luschnath and Gaudichaud) mas nenhum material de Luschnath foi encontrado porém foi encontrado três espécimes de Gaudichaud do Rio de Janeiro identificado como *Piper gauichaudianum* Kunth and *Arthanthe mollicoma fo. glabrata*, com o número 1116. Não foi encontrado material no herbario B, então escolhemos o material Gaudichaud 1116 at P [P-0202459,] como lectotipo porque no protólogo Kunth não descreve frutos ou detalhes da espiga por estarem imaturas assim como o material escolhido, entretanto possui as folhas mais bem conservadas.

4. *Piper malacophyllum* (C.Presl) C.DC. DC. Prod. 16:1.337. 1869. *Artanthe malacophylla* C.Presl Epim. Bot. 587. 1851. Tipo: Brazil: Crescit prope Rio de Janeiro Pohl, J.B.E. s.n (Holotipo: PRC-455085) .

Descrição: Arbusto ramificado e nodoso com os entrenós superiores finos e idioblastos pouco visíveis, com 2-7 cm de comprimento, moderadamente a densamente pubescentes, com pelos de até 1 mm de comprimento, essencialmente eretos. Folhas obliquamente elípticas ou ovado-lanceoladas, com ápice acuminado e base assimétrica, um lado com 1-4 mm a menos no pecíolo agudo, e o outro lado cordado, folha com 3-8 cm de largura e 11-17 cm de comprimento, hispídas-escabras acima, vilosas por baixo, possui 5 ou 6 (-7) nervuras de cada lado; pecíolo na maioria das vezes com 1 mm de diâmetro e 1-8 mm de comprimento, pubescente, vaginado na base. Espigas com 1- 3 mm de espessura e 6- 12 cm de comprimento, levemente curvas; pedúnculo de 1-2 cm de comprimento, pubescente; brácteas triangular-subpeltadas, com margens franjadas; estames em número de 4; drupas oblongo-ovoides, comprimidas lateralmente para baixo, com ápice truncado-subdeprimido, os estigmas sésseis; Semente marrom avermelhada, formato retangular, com a base mais larga e o ápice mais estreito, textura áspera, hilo em depressão e bordas arredondadas, medindo 0,64 – 1,04 mm de largura e 0,69 – 1,38 mm de comprimento.

5. *Piper hispidinervum* C.DC. Notizbl. Bot. Gart. Berlin, 6:451. 1917. Tipo: - Brazil: Goiás. A. F. M. Glaziou 22035 (holotipo P, Isotipo G-DC, BR0000013536343).

Descrição: Um arbusto nodoso, ramificado; os entrenós superiores são relativamente finos, um tanto angulares, na sua maioria com 2-5 cm de comprimento, glabros ou muito esparsamente pubescentes; Folhas oblongo-lanceoladas ou elíptico-oblongas, com ápice atenuadamente acuminado e base assimétrica, um lado 3-5 mm mais curto, sendo obtuso ou na sua maioria cordulado, o lado mais longo arredondado cordulado; Folhas com 3-6 cm de largura e 12-16 cm de comprimento, lisas ou ligeiramente escabras acima, as nervuras por baixo um tanto pubescente, os pelos com até 0,5 mm de comprimento, com cerca de 6 nervuras de cada lado; pecíolo de 0,7- 1,5 mm de diâmetro e 1-2 mm de comprimento, pubescente. Espigas com 1-2 mm de espessura e 7-12 cm de comprimento, curvadas; pedúnculo de 6 – 15 mm de comprimento, pubescente; brácteas triangular-subpeltadas, estreitamente franjadas; estames em número de 4; drupas oblongas, obovóides e estigmas sésseis. Sementes marrom avermelhadas, formato retangular, com a base mais larga e o ápice mais estreito, textura áspera, hilo em depressão e bordas arredondadas, medindo 0,50 – 0,69 mm de largura e 0,73 – 0,95 mm de comprimento.

6. *Piper macedoi* Yunck., Bol. Inst. Bot. (São Paulo) 3: 33–34, f. 27. 1966. Tipo: Brasil: Minas Gerais, Carmo, 1/X/1948, A. Macedo 1257 (holótipo US-2055596, Isotipos RB, NY251457, NY251458,)

=*Piper macedoi* fo. *longispicum* Yunck, Bol. Inst. Bot. (São Paulo) 3: 52. 1966. Tipo Brazil: Minas Gerais: Diamantina, Barão, alt. 1180 m, 19 May 1931, Y. Mexia 5859 (US-1618265 Isotipos NY-00251390, G004389994, NO0109864, F-0077363F) **sin nov.**

Descrição: Um arbusto ou pequena árvore ramificada e nodosa, com altura de até 3 metros ou mais; os entrenós superiores são alongados, densamente vilosos, com pelos de até 1 ou mais de comprimento, curvados para cima. Folhas elípticas, lanceolado-elípticas ou subovadas, com ápice afuniladamente agudo-acuminado e base assimétrica, um lado 1-4 mm menor e obtuso a cordulado-arredondado, o lado mais longo cordulado-auriculado e mais ou menos cobrindo o pecíolo; Folhas hispídas-escabras acima com as nervuras pubescentes, subvilosas por baixo, os pelos são eretos, tem 2-7 cm de largura e 8-21 cm de comprimento, com pontos pálidos glandulares e 5 - 8 nervuras de cada lado; Pecíolo de cerca de 0,8 -2 mm de diâmetro e 1-6 mm de comprimento, vaginado na base, viloso. Espigas retas, com 1,2 -3,6 mm de espessura e 5-12 cm de comprimento; pedúnculo de 0,7-2 cm de comprimento, viloso; brácteas relativamente pequenas, redondas ou triangular-subpeltadas, densamente franjadas; estames em número de 4; drupas oblongas e estigmas sésseis; Sementes marrom avermelhadas, formato retangular, com a base mais larga e o ápice mais estreito, textura áspera, hilo em depressão e bordas arredondadas, medindo 0,7 – 1,1 mm de largura e 1 – 1,42 mm de comprimento.

Nota: Embora as espigas de *P. macedoi* fo. *longispicum* pareçam maiores, o material tipo presente nos herbários US, G, NY, apresentam anomalias com pontas divididas, aspecto incomuns no gênero. A duplicata localizada em NO apresenta espigas menores de até 10cm.

7. *Piper flavicans* C.DC. DC. Prod. 16:l.293 1869. Brazil: Ridel 289 (GDC-G00314088, LE)

=*Piper flavicans* var. *minor* Yunck., Bol. Inst. Bot. (São Paulo) 3: 39, f. 32. 1966. Tipo: Brasil: Lagoa Santa, Warming s.n. (C) **sin nov.**

Descrição: Um arbusto de ramos delgados, com mais de 1 metro de altura; os entrenós superiores densamente pilosos com pelos hispído-reflexos. Folhas oblongas ou lanceolado-ovadas, com ápice gradualmente acuminado e base assimétrica cordiforme, um lado 1-2 mm menor que o outro; Folha com largura de 3-6 cm e comprimento de 8-13 cm, hispídas e asperamente escabras acima, hispídas e um tanto escabras por baixo, os pelos eretos e rígidos, um tanto cerdosos ao longo da margem; com cerca de 6 nervuras de cada lado; pecíolo de 5-10 mm de comprimento, hispído, vaginado abaixo do meio. Espigas eretas com 3 mm de espessura e 6 cm ou mais de comprimento; pedúnculo de 1-2 cm de comprimento; hispído; brácteas estreitamente triangular-subpeltadas, com margens grosseiramente franjadas de cor amarela; estames em número de 4; drupas oblongas com o ápice arredondado, obtuso ou ligeiramente deprimido em

torno dos estigmas sésseis; Sementes marrom avermelhadas, formato retangular, com a base mais larga e o ápice mais estreito, textura áspera, hilo em depressão e bordas arredondadas, medindo 0,50 – 0,69 mm de largura e 0,73 – 0,95 mm de comprimento.

6. Considerações finais

Piper hispidinervum não foi incluído na análise filogenética devido a inabilidade de extração e sequenciamento do DNA provido do material utilizado. Foram feitas diversas tentativas de extração do material, com dois tipos de protocolos diferentes, mas devido à alta concentração de óleos essenciais, degradação natural das exsiccatas e presença de fungos e outros micro-organismos no material não foi possível adicioná-lo na porção filogenética desse trabalho, entretanto levando em conta os resultados da análise morfométrica teoriza-se que *P. hispidinervum* estaria posicionado filogeneticamente junto com *P. aduncum* e *P. malacophyllum*.

7. Referências Bibliográficas

- Alves, T. J. S., Cruz, G. S., Wanderley-Teixeira, V., Teixeira, A. A. C., Oliveira, J. V., Correia, A. A., Câmara, C. A. G., & Cunha, F. M. (2014). Effects of *Piper hispidinervum* on spermatogenesis and histochemistry of ovarioles of *Spodoptera frugiperda*. *Biotechnic and Histochemistry*, 89(4), 245–255.
<https://doi.org/10.3109/10520295.2013.837509>
- Amin JEP, Cuca LE & González-Coloma A (2019). Antifungal and phytotoxic activity of benzoic acid derivatives from inflorescences of *Piper cumanense*, *Natural Product Research*, DOI: 10.1080/14786419.2019. 16620110
- Andrade, E. H. A., Carreira, L. M. M., Silva, M. H. L., Silva, J. D., Bastos, C. N., Souza, P. J. C., Guimarães, E. F., Maia, J. G. S. (2008). Variability in essential oil composition of *Piper marginatum* sensu lato. *Chemistry and Biodiversity* 5: 197-208.
- Andrade, E. H. A., Alves, C. N., Guimarães, E. F., Carreira, L. M. M., Maia, J. G. S. (2011). Variability in essential oil composition of *Piper dilatatum* L. *C. Rich. Biochemical Systematics and Ecology* 39: 669-675.
- Baldoqui, D.C.; Bolzani, V.D.S.; Furlan, M.; Kato, M.J.; Marques, M. O. (2009). Flavones, lignans and terpene from *Piper umbellata* (piperaceae). *Química Nova*, v.32, n.5, p.1107-1109, 2009.
- Batista, A. C. (2015), Ambientes, embalagens e épocas de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de *Piper marginatum* e *Piper tuberculatum* . Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Amazonas. Manaus, AM, 7: 55-62.
- Bergo, C.L., Silva, R. C. da., Ohlson, O. de C., Biasi, L. A., Panobianco, M. (2010). Luz e temperatura na germinação de sementes de pimenta longa (*Piper hispidinervum*) e pimenta-de-macaco (*Piper aduncum*). *Rev. bras. sementes* [online]. 2010, vol.32, n.3, pp.170-176.
- Bezerra, V.M. , Ferreira , E.G.S. , Santos, G.W. dos, Oliveira, G.L. de, Moreira , D. de L., Vieira , T.M. , Duarte, E.R. , Deus, .R.G. de ., Lima, M.R. de . and Roner, M.N.B. (2022). Acaricide activity of *Piper macedoi* Yunck essential oil against *Rhipicephalus sanguineus*. *Research, Society and Development*. v. 11, n. 1, p. e18911124610.
- Borsch, T., Hilu, K.W., Quandt, D., Wilde, V., Neinhuis, C. and Barthlott, W. (2003).

- Noncoding plastid trnT-trnF sequences reveal a well resolved phylogeny of basal angiosperms. *Journal of Evolutionary Biology*, 16: 558-576.
- Burger, W. C. (1972). Evolutionary trends in the Central American species of *Piper* (Piperaceae). *Brittonia* 24:356–362.
- Cavalcanti, F.A.G.S., Ribeiro, L.B., Marins, G., Tonelli, G.S.S.S.,Báo, S.N., Yassin, A. and Tidon, R. (2021) . Geographic expansion of an invasive fly: first record of *Zaprionus tuberculatus* (Diptera:Drosophilidae) in the Americas. *Annals of the Entomological Society of America* , vol. 115, no. 3, pp. 267-274.
- Chaveerach, A., Mookamul, P., Sudmoon, R., & Tanee, T. (2006). Ethnobotany of the Genus *Piper* (Piperaceae) in Thailand. *Ethnobotany Research and Applications*, 4, 223. <https://doi.org/10.17348/era.4.0.223-231>
- Chen, Y. S., Dayod, M., Tawan, C. S. (2018). "Phenetic Analysis of Cultivated Black Pepper (*Piper nigrum* L.) in Malaysia", *International Journal of Agronomy*, vol. 2018, Article ID 3894924, 11 pages.
- Cossolin, J.F.S., Pereira, M.J.B., Martínez, L.C et al. (2019). Cytotoxicity of *Piper aduncum* (Piperaceae) essential oil in brown stink bug *Euschistus heros* (Heteroptera: Pentatomidae). *Ecotoxicology* 28, 763–770
- Darriba, D., G. L. Taboada, R. Doallo, and D. Posada. (2012). jModelTest 2: more models, new heuristics and parallel computing. *Nature Methods* 9:772.
- De Candolle, C. (1869). Piperaceae. In A. De Candolle, ed. *Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis pars 16*. Paris: Victoris Masson et Filii, pp. 235-491.22
- Dos Santos, V.N., De Oliveira, G.L., Moreira, D.L. De Deus, R. G., De Almeida, R. M., Fujiwara, R. T., Pimenta, L. P. S., Ferreira, S. R. (2021). Leishmanicidal Activity of the Volatile Oil of *Piper macedoi*. *Rev. Bras. Farmacogn.* 31, 342–346.
- Dousseau, S., Alvarenga, A., Alves, E., Chaves, I., Souza, E., Alves, J. (2011). Physiological, morphological and biochemical characteristics of the sexual propagation of *Piper aduncum* (Piperaceae). *Brazilian Journal of Botany*. 4. 299-303.
- Doyle, J.J.; Doyle, J.L. (2006). A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical Bulletin*, v.19, p.11-15.
- Estrela JLV, Fazolin M, Catani V, Alécio MR, Lima MS (2006). Toxicidade de óleos essenciais de *Piper aduncum* e *Piper hispidinervum* em *Sitophilus zeamais*.
- Fazolin, M.; Estrela, J. L. V.; Catani, V.; Alécio, M.R.; Lima, M.S. (2007). Propriedade inseticida dos óleos essenciais de *Piper hispidinervum* C.DC.; *Piper aduncum* L. e

- Tanaecium noctorium (Barb. Rodr.) Bur. & K. Shum sobre Tenebrio molitor L., 1758. *Ciência Agrotécnica*, Lavras, v.31, p.113-120.
- Felsenstein, J. (1985). *Phylogenies and the Comparative Method*. *The American Naturalist*, 125(1), 1-15.
- Frodin, D.G (2004). History and concepts of the big plant genera. *Taxon*, 53(3), 753–776.
- Gaia, J. M. D., Mota, M. G. C., Conceição, C. C. C., Maia, J. G. S. (2010). Collecting and evaluation of germplasm of spiked pepper from Brazilian Amazon. *Horticultura Brasileira* 28: 162-167.
- Gangan V, Hussain SS (2011). Alkaloids from *Piper hookeri*: Revision of NMR assignments by the application of 2D NMR spectroscopy. *J. Pharm. Res.* 4,3
- Guimarães, E.F.; Medeiros, E.V.S.S.; Queiroz, G.A (2020). *Piper* in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB12735>>.
- Guindon S, Gascuel O. (2003). A simple, fast, and accurate algorithm to estimate large phylogenies by maximum likelihood. *Syst Biol.* Oct;52(5):696-70
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (1992). Disponível em: < <http://www.ibama.gov.br>>
- Hammer, O., Harper, D. A. T., Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica* 4(1):9pp.
- Hartemink A.E. 2010. The invasive shrub *Piper aduncum* in Papua New Guinea: a review. *Journal of Tropical Forest Science* 22(2):202–213.
- Hijmans, R. G., Guarino, L., Cruz, M., Rojas, E. (2001). Computer tools for spatial analysis of plant genetic resources data: 1. DIVA-GIS. *Plant Genetic Resources Newsletter* 127:15-19.
- Jaramillo, Alejandra & Manos, Paul. (2001). Phylogeny and Patterns of Floral Diversity in the Genus *Piper* (Piperaceae). *American journal of botany.* 88. 706-716.
- Jaramillo, M. A., Callejas, R. (2004). Current perspectives on the classification and phylogenetics of the genus *Piper* L. In *Piper: A model genus for studies of 28 phytochemistry, ecology and evolution* (A. Dyer & A.D.N. Palmer, eds.). Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, p. 179-198.
- Jaramillo, M. A., Callejas, R., Davidson, C., Smith, J. F., Stevens, A. C., & Tepe, E. J. (2008). A phylogeny of the tropical genus *Piper* using ITS and the chloroplast

- intron psbJ-petA. *Systematic Botany*, 33(4), 647–660.
- Jørgensen, P. M., M. Nee y S. G. Beck. 2014. Catálogo de las plantas vasculares de Bolivia. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden, Vol. 127. Missouri Botanical Garden Press. San Luis, USA.
- Krinski, D., Foerster, L. A., & Deschamps, C. (2018). Efeito ovicida de óleos essenciais de 18 espécies Brasileiras de piper: Controlando *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera, Erebidae) no estágio inicial de desenvolvimento. *Acta Scientiarum - Agronomy*, 40(1).
- Kunth, K. (1839). Bemerkungen uber die Familie der Piperaceen. *Linnaea*, 13:561–726.
- Lago, J. H. G., Tanizaki, T. M., Young, M. C. M., Guimarães, E. F., & Kato, M. J. (2005). Antifungal piperolides from *Piper malacophyllum* (Prels) C. DC. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 16(2), 153–156.
- Lameira, R. das C.; Soares, J. V. C.; Garcia, L. C.; Chaves, F. C. M. (2005) Germinação e vigor de sementes de três espécies de Piperaceae. In: Jornada Amazonense De Plantas Medicinais, 1., 2005, Manaus. Situação atual, integração e perspectivas no Estado do Amazonas. Manaus: FUCAPI: UFAM: INPA: Embrapa Amazônia Ocidental.
- Lebot, V., Levesque, J. (1996a). Genetic control of kavalactone chemotypes in *Piper methysticum* cultivars. *Phytochemistry* 43(2): 397-403.
- Lebot, V. Levesque, J. (1996b). Evidence for conspecificity of *Piper methysticum* Forst. f. and *Piper wichmannii* C. DC. *Biochemical Systematics and Ecology* 24(7/8): 775-782.
- Lekhak, M. M., Kambale, S. S., & Yadav, S. R. (2014). A new *Piper* from the northern Western Ghats and notes on economic potential of *Piper* section *Muldera*. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 61(6), 1057–1063.
- Lima, R. K. Cardoso, M. G., Moraes J. C., Melo B. A., Rodrigues V. G., Guimarães P. L (2009). Atividade inseticida do óleo essencial de pimenta longa (*Piper hispidinervum* C. DC.) sobre lagarta-do-cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). *Acta Amaz.*, Manaus, v. 39, n. 2, p. 377-382.
- Linnaeus, C. (1753). *Species plantarum*. L. Salvius, Stockholm.
- Lorenzi, H., Sousa, H.M. (1999). Plantas ornamentais do Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, Nova Odessa.
- Maia, J. G. S., Andrade, E. H. A. (2009). Database of the Amazon aromatic plants and

- their essential oils. *Química Nova* 32(3): 595-622.
- Martínez, C., Carvalho, M.R., Madriñán, S. and Jaramillo, C.A. (2015), A Late Cretaceous Piper (Piperaceae) from Colombia and diversification patterns for the genus. *American Journal of Botany*, 102: 273-289.
- Menezes, G.N. de. (2018). Desenvolvimento e avaliação de sistemas emulsionados contendo óleo essencial de Piper aduncum em relação à penetração cutânea de dilapiol. Brasília, 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, Brasília.
- Mikich, S.B. & Bianconi, G.V (2005). Potencializando o papel dos morcegos frugívoros na recuperação de áreas degradadas. *Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo* 51: 155–164
- Mikich, S.B (2002). The diet of fruit-eating bats (Mammalia, Chiroptera, Phyllostomidae) in a small semideciduous seasonal forest remnant in south Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 19: 239–249.
- Miquel, F. A. G. (1843-1844). *Systema Piperacearum*. Rotterdam: Kramers.
- Mundina, M., Vila, R., Tomi, F., Tomás, X., Ciccío, J. F., Adzet, T., Casanova, J., Cañigual, S. (2001). Composition and chemical polymorphism of the essential oils from Piper lanceaefolium. *Biochemical Systematics and Ecology* 29: 739-748.
- Mutikainen, P., Walls, M. (1995). Growth, reproduction and defence in nettles: responses to herbivory modified by competition and fertilization. *Oecologia*, 104(4), 487-495.
- Navickiene, H. M. D., Debonsi, H., Morandim, A., Alécio, A., Regasini, L., Bergamo, D., Telascra, M., Cavalheiro, J., Lopes, M., Bolzani, S., Furlan, M., & Young, M. (2006). Composition and Antifungal Activity of Essential Oil From. *Química Nova*, 29(3), 467–470.
- Nyffeler, R. & Rowley, G.D. (2002) Piperaceae. In: Egli, U. (ed.); *Illustrated Handbook of Succulent Plants: Dicotyledonous Families*. Pp. 362-369. Heidelberg: Springer-Verlag
- Oyedegi, O. A., Adeniyi, B. A., Ajayi, O., König, W. A. (2005). Essential oil composition of Piper guineense and its antimicrobial activity. Another chemotype from Nigeria. *Phytotherapy Research* 19: 362-364.
- Padmanaba M, Sheil D. Spread of the Invasive Alien Species Piper Aduncum via Logging Roads in Borneo. *Tropical Conservation Science*. 2014;7(1):35-44. doi:10.1177/194008291400700108

- Passos, F.C., Silva W.R., Pedro W.A. & Bonin M.R. (2003). Frugivoria em morcegos (Mammalia, Chiroptera) no Parque Estadual Intervales, sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 20 (3): 511–517
- Pérez-Estrada, L. B., Cano-Santana, Z., Oyama, K. (2000). Variation in leaf trichomes of *Wigandia urens*: environmental factors and physiological consequences. *Tree Physiology*, 20(9), 629-632.
- Piton, L.P., Turchen, L.M., Butnariu, A.R., Pereira, M.J.B. (2014). Natural insecticide based-leaves extract of *Piper aduncum* (Piperaceae) in the control of stink bug brown soybean. *Ciência Rural* 44:1915–1920
- Potzernheim, M. C. L., Bizzo, H. R., Vieira, R. F. (2006). Análise dos óleos essenciais de três espécies de *Piper* coletadas na região do Distrito Federal (Cerrado) e comparação com óleos de plantas procedentes da região de Paraty, RJ (Mata Atlântica). *Brazilian Journal of Pharmacognosy* 16(2): 246-251.
- Presl, C.B. (1851). *Epimeliae botanicae*. *Abhandlungen der Königlichen Böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften*, ser. 5, band. 6: 361–624.
- Quijano-Abril MA, Callejas-Posada R, Miranda-Esquivel DR (2006) Areas of endemism and distribution patterns for neotropical *Piper* species (Piperaceae). *J Biogeogr* 33:1266–1278.
- Raia, R.Z., Bechara, F.C., Fabiane, K.C., et al. (2009). Atração de morcegos frugívoros através de óleo essencial de *Piper aduncum* visando à restauração ecológica. *Seminário De Iniciação Científica e Tecnológica Da Utfpr*.
- Rawat, A. K. S., Tripathi, R. D., Khan, A. J., Balasubrahmanyam, V. R. (1989). Essential oil components as markers for identification of *Piper betle* L. cultivars. *Biochemical Systematics and Ecology* 17(1): 35-38.
- Riva, D., Simionatto, E. L., Wisniewski Jr, A., Salerno, A. R., Schallenberger, T. H. (2010). Estudo da adaptação da espécie *Piper hispidinervum* C. DC. (pimenta longa) à região do Vale do Itajaí–SC, através da composição química do óleo essencial obtido por hidrodestilação por microondas e convencional. *Acta Amazonica* 41(2): 297-302.
- Ronquist, F., Teslenko, M., Mark, P., Ayres, D., Darling, A., Höhna, S., Larget, B., Liu, L., Suchard, M., Huelsenbeck, J. (2012). MrBayes 3.2: Efficient Bayesian Phylogenetic Inference and Model Choice Across a Large Model Space. *Systematic biology*. 61. 539-42.
- Rosa, S.M. & Souza, L.A. (2004). Estruturas de reprodução de *Piper amalago* var.

- medium Linnaeus (Piperaceae). *Acta Cientffica Venezuelana* 55: 27-34
- Salehi, B., Zakaria, Z.A., Gyawali, R., Ibrahim, S.A., Rajkovic, J., Shinwari, Z.K., Khan, T., Sharifi-Rad, J., Ozleyen, A., Turkdonmez, E., Valussi, M., Tumer, T. B., Fidalgo, L. M., Martorell, M., & Setzer, W. N. (2019). Piper species: A comprehensive review on their phytochemistry, biological activities and applications. In *Molecules* (Vol. 24, Issue 7).
- Schubert, H. K, Taylor, M. S. , Smith, J. F., Bornstein ,A. J. 2012. A systematic revision of the genus *Manekia* (Piperaceae). *Systematic Botany* 32: 587–598.
- Sengupta, P.S (2019). Use of Piper Betel to combat COVID19. PREPARE@u® | General Preprint Services, v. 1, n. 1, 11 Apr. 2020.
- Silva, E.; Maria, J.; Machado, S.R (1999). Estrutura e desenvolvimento dos tricomas secretores em folhas de *Piper regnellii* (Miq.) C. DC. var. *regnellii* (Piperaceae) *Brazilian Journal of Botany*, p.117-124.
- Silva, R.J.F., Aguiar-Dias, A.C.A., Mendonça, M.S. (2014). Rosetas e concrecências cristalinas silicificadas em *Piper* (Piperaceae): registros inéditos de macropadrões. *Acta Amaz.* 44, 435-446.
- Simmonds SE, Smith JF, Davidson C, Buerki S (2021) Phylogenetics and comparative plastome genomics of two of the largest genera of angiosperms, *Piper* and *Peperomia* (Piperaceae). *Mol Phylogenet Evol* 163(107229):1–14.
- Smith, J. F., Stevens, A. C., Tepe, E. J., Davidson, C. (2008). Placing the origin of two species-rich genera in the late cretaceous with later species divergence in the tertiary: a phylogenetic, biogeographic and molecular dating analysis of *Piper* and *Peperomia* (Piperaceae). *Plant Syst. Evol.* 275(1-2):9–30.
- Sneath, P. H. A., Sokal R. R. (1973). *Numerical Taxonomy: the principles and practice of numerical classification*. W.H. Freeman and Company, San Francisco.
- Srinivasan, K. 2007. Black pepper and its pungent principle-piperine: A review of diverse physiological effects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 47 (8):735–48.
- Stamatakis, A. (2006). RAxML-VI-HPC: maximum likelihood-based phylogenetic analyses with thousands of taxa and mixed models, *Bioinformatics*, Volume 22, Issue 21, Pages 2688–2690.
- Stamatakis, A., Hoover, P., Rougemont, J. (2008). A rapid bootstrap algorithm for the RAxML-VI-HPC web servers. *Systematic biology.* 57. 758-71.
- Starr, F., Starr, K. and Loope, L. 2003. *Piper aduncum* spiked pepper Piperaceae.

- United States Geological Survey--Biological Resources Division. Haleakala Field Station, Maui, Hawai'i. Disponivel em:
<http://www.hear.org/Pier/pdf/pohreports/piper_aduncum.pdf>
- Swofford, D (2002). PAUP*. Phylogenetic Analysis Using Parsimony (*and Other Methods). Version 4.0b10. 10.1111/j.0014-3820.2002.tb00191.x.
- Tebbs, M. C. (1989). Revision of Piper (Piperaceae) in the New World: 1. Review of characters and taxonomy of Piper section Macrostachys. Bulletin of the Natural history Museum of London (Bot.) 19:117–158
- Tebbs, M. C. (1990). Revision of Piper (Piperaceae) in the New World: 2. The taxonomy of Piper section Churumayu. Bulletin of the Natural history Museum of London (Bot.) 20(2):193–236.
- Tebbs, M. C. (1993). Revision of Piper (Piperaceae) in the New World: 3. The taxonomy of Piper sections Lepianthes and Radula. Bulletin of the Natural history Museum of London (Bot.) 23(1):1–50.
- Thies, W & Kalko, EKV (2004). Phenology of neotropical pepper plants (Piperaceae) and their association with their main dispersers, two short-tailed fruit bats, *Carollia perspicillata* and *C. castanea* (Phyllostomidae). – *Oikos* 104: 362–376.
- Ulloa CU, Acevedo-Rodríguez P, Beck S, Belgrano MJ, Bernal R, Berry PE, Brako L, Celis M, Davidse G, Forzza RC, Gradstein SR, Hokche O, León B, León-Yáñez S, Magill RE, Neill DA, Nee M, Raven PH, Stimmel H, Strong MT, Villaseñor JL, Zarucchi JL, Zuloaga FO, Jørgensen PM (2018) onwards. Vascular Plants of the Americas (VPA) Website. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden, St. Louis, Missouri, USA. <http://www.tropicos.org/Project/VPA>
- Vianna, W.O.; Akisue, G (1997). Caracterização morfológica de *Piper aduncum* L. *Lecta, Bragança Paulista*, v.15, n.1-2, p.11-62.
- Vila, R., Tomi, F., Mundina, M., Santana, A. I., Solís, P. N., Arce, J. B. L., Iclina, J. L. B., Iglesias, J., Gupta, M. P., Casanova, J., Cañigüeral, S. (2005). Unusual composition of the essential oils from the leaves of *Piper aduncum*. *Flavour and Fragrance Journal* 20(1): 67-69.
- Wadt, L.H.O. de; Ehringhaus, C.; Kageyama, P.Y. Genetic diversity of 'Pimenta Longa' genotypes (*Piper* spp., Piperaceae) of Embrapa Acre germplasm collection. *Genetics and Molecular Biology*, v.27, p.74-82, 2004.
- Wanke, S., Jaramillo, M. A., Borsch, T., Samain, M., Quandt, D., Neinhuis, C. (2007). Evolution of Piperales-matK gene and trnK intron sequence data reveal lineage

- specific resolution contrast. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 42:477-497.
- Yuncker, T. G. (1950). *Flora of Panama, Part IV. Fascicle 1. Piperaceae*. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 37(1):1–120.
- Yuncker, T.G. (1953). *The Piperaceae of Argentina, Bolivia and Chile*. *Lilloa* 27: 97–303
- Yuncker, T. G. (1966). *New species of Piperaceae from Brazil*. *Boletim do Instituto de Botânica de São Paulo* 3:1-370.
- Yuncker, T. G. (1972). *The Piperaceae of Brazil: I – Piper – group I, II, III, IV*. *Hoehnea* 2:19-366.
- Yuncker, T.G.(1973). *The Piperaceae of Brazil: II – Piper – group V; Ottonia; Pothomorphe; Sarcorrhachis*. *Hoehnea* 3:29-284.

Apêndice 1

Material examinado para a análise morfométrica.

Piper aduncum L.

BRASIL, **ACRE**: Próximo ao aeroporto de Cruzeiro do Sul, 7°37'53"S, 72°40'11"W, 9 de Fevereiro de 1976, Marinho, L. R. 62 (IAN). **AMAZONAS**: Coari, Base de Operações Geólogo Pedro de Moura, estrada pólo-alojamento Vitória Régia, 4°52'21"S, 65°18'39"W, 17 de Maio de 2008, Gurgel, E. S. C.; Lobato, L. C. B. 618 (IAN). **BAHIA**: Maraú, 14°06'12"S, 39°00'52"W, 11 de Maio de 1966, Belém, R. P.; Pinheiro, R. S. 2145 (IAN). Itabuna, saída para Uruçuca, 14°47'09"S, 39°16'48"W, 15 de Maio de 1968, Belém, R. P. 3555 (IAN). **DISTRITO FEDERAL**: ARIE do Cerradão, região administrativa do Jardim Botânico – RA XXVII, 15°51'00.0"S 47°49'00.0"W, 18 de Janeiro de 2008, Silva, JS; Carvalho, AM 273 (UB). Fazenda Água Limpa (University of Brasília field station), near Vargem Bonita, c. 18 km. SSW of Brasília TV tower, below the Olho de Água da Onça, 15°46'47"S, 47°55'46"W, 7 de Outubro de 1976, Ratter, J.; Fonseca, S. G.; Fonseca Filho, J.; Ribeiro, J. F. & Silva, J. C. S. R 3710 (UB). Brasília, Campus da UnB, a 4,4 km NNE do centro de Brasília, perto do lago Paranoá, 21 de Junho de 1979, Reis, P. C. 18 (UB). Brasília, Parque Olhos d'Água – Asa Norte, Plano Piloto, 15°44'40"S, 47°53'16"W, 7 de Maio de 2002, Taxonomy Class of Universidade de Brasília, Proença, C. 1610 (UB). **ESPÍRITO SANTO**: Nova Venécia, Área de Proteção Ambiental da Pedra do Elefante, Serra de Baixo, 18°46'37"S, 40°26'38"W, 19 de Fevereiro de 2008, Labiak, P. H.; Paixão, J. L.; Amorim, A. M. & Forzza, R. C. 4717 (MBML). **GOIÁS**: Pirenópolis, estrada entre a rodovia GO 431 e a rodovia BR 153, 15°59'38"S, 49°04'21"W, 26 de Agosto de 2011, Amorim, P. R. F. & Faria-Junior, J. E. Q. 62 (UB). Mossâmedes, Estância quinta da serra, 16°1'60"S, 50°3'54"W, 26 de Agosto de 2011, Amorim P. R. F. ; Faria, J. E. Q., 63(UB). Mossâmedes, estrada de terra para a reserva ecológica da Universidade Federal de Goiás próximo a ponte, 16°05'57"S, 50°11'07"W, 27 de Agosto de 2011, Amorim, P. R. F. & Faria-Junior, J. E. Q. 78 (UB). Rodovia entre Goiás e Mossâmedes, Córrego Conceição, 16°6'21"S, 50°8'5"W, 27 Agosto de 2011, Amorim, P. R. F. ; Faria, J. E. Q. 81 (UB). Alto Paraíso de Goiás, Vale da Lua, margem direita do rio São Miguel, 14°11'05"S, 47°47'20"W, 10 de Dezembro de 2011, Amorim, P. R. F.; Carvalho-Silva, M.; Câmara, P. E. A. S.; et al. 136 (UB). Alto Paraíso de Goiás, Vale da Lua, margem direita do rio São Miguel, 14°11'05"S, 47°47'20"W, 10 de Dezembro de 2011, Amorim, P. R. F.; Carvalho-Silva, M.; Câmara, P. E. A. S.; et al. 137 (UB). Alto Paraíso de Goiás, Vale da

Lua, trilha para o rio São Miguel, 14°11'05"S, 47°47'20"W, 10 de Dezembro de 2011, Amorim, P. R. F.; Carvalho-Silva, M.; Câmara, P. E. A. S.; et al. 143 (UB). Cavalcante, Reserva Particular do Patrimônio Natural Serra do Tombador, 13°38'39"S, 47°49'27"W, 31 de Outubro de 2011, Amorim, P. R. F. 87 (UB). Cavalcante, Balsa Serra Branca para Vila Veneno, km 4,5, margem direita do rio Macacão, 14°59'29"S, 48°23'08"W, 27 de Junho de 2001, Carvalho-Silva, M.; Pereira-Silva, G. 51 (CEN). Luziânia, AHE Corumbá, eixo da barragem, 3 de Dezembro de 2001, Carvalho-Silva, M. 124 (CEN). Alto Horizonte, Fazenda Cajás, proprietário senhor Jair Eustáquio, 14°11'44"S, 49°20'19"W, 21 de Fevereiro de 2010, Faria-Junior, J. E. Q. 787 (UB). Goiás, Rodovia Goiás-Mossâmedes (GO 164), 8km da rodovia Goiás-Goiânia (GO 070), Fazenda Engenhoca, 16°04'55"S, 50°06'30"W, 29 de Novembro de 2003, Forzza, R. C.; Mello-Silva, R.; Dias-Melo, R. & Silva, B. R. 2479 (ESA). Caldas Novas, Calha de drenagem de afluente esquerdo do córrego Gameleira, 19°30'17"S, 49°49'05"W, 18 de Novembro de 1993, Pereira-Silva, G.; Pereira, J. B.; Santos, H. G. P. & Cordovil, S. P. 2034 (CEN). Caldas Novas, 26 de Outubro de 1993, Vieira, R. F.; Silva, G. P.; Costa, F. O. V.; Santos, H. G. P.; Cordovil, S. P. & Soares, C. P. B. 1608 (CEN). **MATO GROSSO:** Vila Bela da Santíssima Trindade, próximo a ponte sobre o córrego Cascata, 14°55'42"S, 60°01'13"W, 14 de Janeiro de 2012, Amorim, P. R. F.; Soares, A. E. R. & Silva, A. G. D. 161 (UB). Vila Bela da Santíssima Trindade, Sitio do tio Zeferino, próximo ao Morro do Chapéu, 15°01'00"S, 60°00'31"W, 14 de Janeiro de 2012, Amorim, P. R. F.; Soares, A. E. R. & Silva, A. G. D. 162 (UB). Barra do Garças, eastern base of mountain ca. 9 km NE of Barra do Garças, 5 May 1973, Anderson, W. R.; Hill, S. R.; Reis dos Santos, R. & Souza, R. 9749 (UB). Cáceres, Cachoeira Piraputanga, 16°04'15"S, 57°40'44"W, 29 de Julho de 1986, Emmerich, M. et al. 6074 (R). Xavantina, Serra do Roncador, ca. 75 km. N. of Xavantina, 5 May 1966, Irwin, H. S.; Grear-Jr, J. W.; Souza, R. & Reis dos Santos, R. 16643 (UB). **MINAS GERAIS:** Conceição do Mato Dentro, Rodovia MG 010, próximo a ponte de córrego, 19°07'20"S, 43°28'16"W, 27 de Julho de 2011, Amorim, P. R. F.; Câmara, P. E. A. S.; Faria Junior, J. E. Q. & Silva, A. G. D. 59 (UB). Patos, estrada para cachoeira do Buracão, logo após a comunidade Alagoas; ponte sobre o Córrego das Pedras, 18°39'10"S, 46°43'03"W, 1 de Dezembro de 2011, Amorim, P. R. F.; Soares, A. E. R. & Salmito, W. A. 110 (UB). Iturama, margem direita do rio Grande, córrego próximo a ponte, 19°50'48"S, 50°21'48"W, 2 de Janeiro de 2012, Amorim, P. R. F.; Reis, J. C. & Gouveia, M. H. 150 (UB). Itabira, Comunidade Serra dos Alves, 19°30'5"S, 43°27'36"W, 23 de Julho de 2011, Amorim, P. R. F.; Câmara, P. E. A. S.; Faria, J. E. Q.

; Carvalho-Silva, M, 33 (UB). Ouro Preto, Lower slopes of Pico do Itacolomí, ca. 3km S. of Ouro Preto, 31 January 1971, Irwin, H. S.; Harley, R. M. & Onishi, E. 29517 (UB). Triângulo Mineiro, UHE de Miranda, flora do vale do rio Araguari, capoeira Zé Costa, 6 de Janeiro de 1992, Mota, A. L. P.; et al. 1079 (UB). Uberlândia, reservatório de Miranda, ca. 20km do centro de Uberlândia, 18°55'08"S, 48°16'37"W, 9 de Dezembro de 2004, Santos, A. P. M. & Albuquerque, J. A. C. 332 (ESA). **PARÁ**: Belém, suburbios, 15 de Outubro de 1944, Ducke, A. 1640 (R). Tomé-Açú, jardim do Sr. Okabe, 2°25'09"S, 48°09'07"W, 3 de Dezembro de 1996, Nitta, A. 17514 (IAN). Mosqueiro, Furo das Marinhas, estrada que liga a Vila, 1°28'01"S, 48°29'00"W, 9 de Abril de 1971, Oliveira, E. 5460 (IAN). Palestina do Pará, Fazenda Andorinha sede 2, próximo à porteira de acesso, 6°29'21"S, 49°13'18"W, 17 de Abril de 2004, Pereira-Silva, G.; Sevilha, A. C.; Nascimento, H.; Pereira, J. B.; Rezende, J. M. & Amaral, J. P. 8728 (CEN). Perto de Benfica, 1°18'39"S, 48°18'09"W, 2 de Agosto de 1974, Pires, J. M. 14863 (IAN). **RORAIMA**: Boa Vista, Serra de Tep..., 3°45'N, 61°45'W, 5 de Julho de 1986, Silva, J. A. et al. 400 (MG). **SÃO PAULO**: Guarani D'Oeste, Córrego das Pedras, 20°05'50"S, 50°22'00"W, 2 de Janeiro de 2012, Amorim, P. R. F.; Reis, J. C. & Gouveia, M. H. 146 (UB). Guarani D'Oeste, Córrego do Cateto, divisa com Ouroeste, 20°03'22"S, 50°23'49"W, 2 de Janeiro de 2012, Amorim, P. R. F.; Reis, J. C. & Gouveia, M. H. 148 (UB). Ouroeste, estrada de terra à direita da rodovia Ouroeste – Ponte Santa Rita, 19°59'21"S, 50°23'44"W, 2 de Janeiro de 2012, Amorim, P. R. F.; Reis, J. C. & Gouveia, M. H. 149 (UB). Piquete, estrada para APA Mirins na divisa com Minas Gerais, 22°33'54"S, 45°08'28"W, 6 de Maio de 2012, Amorim, P. R. F.; Soares, A. E. R.; Aedo, C. & Alonso, J. L. F. 187 (UB). São Paulo, Horto da Faculdade de Farmácia, 23°32'52"S, 46°38'10"W, 11 de Março de 1957, Bartolomeu, J. G. s.n. (SP). Monte Alegre, Est. Experimental Monte Alegre, 22°40'55"S, 46°40'50"W, 11 de Dezembro de 1943, Lima, A. S. s.n. (IAN). Itapeva, Janeiro de 1958, Vidal, J. V 308 (R). **TOCANTINS**: Mateiros, Parque Estadual do Jalapão, Fervedouro, 11°33'17"S, 47°09'29"W, 18 de Junho de 2002, Cavalcanti, T. B.; Scariot, A. O.; Sampaio, A. B.; Pereira-Silva, G.; et al. 2944 (CEN). Dianópolis, 12°22'35"S, 47°21'22"W, 30 de Setembro de 2003, Cavalcanti, T. B.; Scariot, A. O.; Rodrigues, A. S.; Pereira-Silva, G.; et al. 3374 (CEN).

***Piper corintoanum* Yunck.**

BRASIL, MINAS GERAIS: Corinto, Fazenda Diamante, aproximadamente 500m da sede antiga, 18°16'14"S, 44°31'46"W, 29 de Novembro de 2011, Amorim, P. R. F.; Soares,

A. E. R. & Salmito, W. A. 104 (UB). Corinto, estrada para Três Marias, ponte sobre o córrego das Pedras, 18°22'02"S, 44°33'06"W, 30 de Novembro de 2011, Amorim, P. R. F.; Soares, A. E. R. & Salmito, W. A. 108 (UB).

***Piper flavicans* C.DC.**

BRASIL, MINAS GERAIS: Uberlândia, estrada para Campo Florido, 2 de Outubro de 1998, Araújo, G. M. s.n. (UB). **PARANÁ:** Guaíra, Sete Quedas, margem do Rio Paraná, 13 de Novembro de 1963, Pereira, E. & Hatschbach, G. 7870 (MBM). **SÃO PAULO:** Matão, Fazenda Cambuhy – Mata da Virgínia, próximo a nascente, 8 de Janeiro de 1995, Rozza, A. 182 (UB). Rubiácea, cerca de 2km da cidade em direção à Rodovia Marechal Rondon, estrada para Bento de Abreu, 21°16'65"S, 50°43'44"W, 8 de Junho de 1996, Souza, V. C. & Souza, J. P. 11402 (UB).

***Piper fuligineum* Kunth**

BRASIL, DISTRITO FEDERAL: Brasília, Parque Recreativo e Reserva Ecológica do Gama, 16°02'54"S, 48°03'18"W, 1 de Fevereiro de 2001, Gomes, B. M.; Brito, D. S.; Guimarães, P. J. F. & Mendes, V. 218 (UB). Brasília, Fundação Zoobotânica, 20 de Junho de 1961, Heringer, E. P. 8440 (UB). Brasília, 12 de Julho de 1964, Irwin, H. S. & Soderstrom, T. R. 6131 (UB). East side of Lagôa Paranoá, 17 July 1965, Irwin, H. S.; Souza, R. & Reis dos Santos, R. 8415 (UB). Planaltina, immediately W. of Planaltina, 28 Setembro 1965, Irwin, H. S.; Souza, R. & Reis dos Santos, R. 8768 (UB). Sobradinho, ca. 2 km. S. of Sobradinho, 7 October 1965, Irwin, H. S.; Souza, R. & Reis dos Santos, R. 9045 (MG). Ca. 5 km S.E. of Brasília on road to Belo Horizonte, 24 February 1966, Irwin, H. S.; Grear-Jr, J. W.; Souza, R. & Reis dos Santos, R. 13124 (UB). Brasília, Parque do Gama, rio Crispim, 48°03'S, 16°02'W, 30 de Novembro de 1999, Proença, C.; Farias, R.; Sato, M. N. & Oliveira, R. C. 2037 (HUEG). Fazenda Água Limpa (University of Brasília field station), near Vargem Bonita, c. 18 km SSW of Brasília TV tower, 26 May 1976, Ratter, J. A. 3061 (UB). **GOIÁS:** Caiaponia, ca. 25 km (straight line) SW of Caiapônia, 1 May 1973, Anderson, W. R.; Hill, S. R.; Reis dos Santos, R. & Souza, R. 9570 (UB). Cristalina, ca. 25 km S. of Cristalina, 8 March 1966, Irwin, H. S.; Grear-Jr, J. W.; Souza, R. & Reis dos Santos, R. 13816 (SP). Corumbá de Goiás, 20 km N.W. of Corumbá de Goiás, near Pico dos Pirineus, 26 January 1968, Irwin, H. S.; Maxwell, H. & Wasshausen, D.C. 19235A (UB). Mossâmedes, Estância Quinta da Serra, 16°2'3"S, 50°3'48"W, 26 de Agosto de 2011, Amorim, P. R. F. ; Faria, J. E. Q. 73 (UB). Araguaína,

ca. 15km S. of Araguaína, 15 March 1968, Irwin, H. S.; Maxwell, H. & Wasshausen, D.C. 21202 (UB). **MATO GROSSO DO SUL**: Três Lagoas, Faz. Floresta prop. Joaquim Queiros, 22°00'S, 49°00'W, 16 de Setembro de 1964, Gomes-Jr, J. C. 2125 (UB). **MINAS GERAIS**: Formoso, Parque Nacional Grande Sertão Veredas, Fazenda do Sr. Porcílio, barra do Rio Preto com o Riacho Santa Rita, 15°09'40"S, 45°45'42"W, 6 de Dezembro de 1997, Alvarenga, D.; Mendonça, R. C.; Azevedo, M. L. M.; Cardoso, E. & Aparecida da Silva, M. 1149 (UB). Rio das Velhas, Setembro de 1889, Arechavaleta, J. .? s. n. (R). Patrocínio, Fazendas DATERRA, Boa Vista, 17 de Novembro de 1999, Farah, F. T. & Freitas, C. A. 1139 (UB). Francisco Sá, ca. 35km N.E. of Francisco sá, road to Salinas, 13 February 1969, Irwin, H. S.; Reis dos Santos, R.; Souza, R. & Fonseca, S. F. 23237 (UB). Uberlândia, Faz. Rio das Pedras, a 300m da BR 497, na altura do km 5, 18°57'01"S, 48°21'48"W, 22 de Janeiro de 2003, Oliveira, G. C. 2469 (HUFU). **SÃO PAULO**: Indiaporã, perímetro urbano, 19°57'02"S, 50°17'02"W, 30 de Dezembro de 2011, Amorim, P. R. F.; Reis, J. C. & Gouveia, M. H. 144 (UB). Guarani D'Oeste, córrego na Cabeceira do Pascoal, 20°04'51"S, 50°22'52"W, 2 de Janeiro de 2012, Amorim, P. R. F.; Reis, J. C. & Gouveia, M. H. 147 (UB). Santa Rita do Passa Quatro, A. R. I. E. Cerrado Pé-de-Gigante, 21°36'S, 47°34'W, 27 de Fevereiro de 1997, Batalha, M. A. 1593 (SP). Moji-Guaçu, Reserva Florestal (Fazenda Campininha), perto de Pádua Sales, 20 de Junho de 1956, Handro, O. 588 (SP). Analandia, 26 de Janeiro de 1999, Kato, M. J. 0043 (SP). **TOCANTINS**: Gurupi, 7 km ao S de Gurupi, 11°43'S, 49°07'W, 11 de Novembro de 1997, Proença, C.; Kozovits, A. R. & Leao, F. F. 1816 (UB).

***Piper gaudichaudianum* Kunth**

BRASIL, ESPÍRITO SANTO: Águia Branca, propriedade do Sr. Ailton Cortelete, 18°57'16"S, 40°48'07"W, 16 de Janeiro de 2008, Saavedra, M. M.; Fraga, C. N.; Monteiro, R. F. & Souza, M. C. 660 (MBML). Santa Teresa, Nova Lombardia, Reserva Biológica Augusto Ruschi, 19°56'08.2"S, 40°36'01.1"W, 29 de Novembro de 2001, Kollmann, L. ; Bausen, E. ; Pizziolo, W. 5083 (UB). **ESTADO DA GUANABARA**: Matas do Corcovado, 22 de Outubro de 1969, Sucre, D.; Ichaso, C. L. F. & Guimarães, E. F. 6109 (RB). Estrada das Canoas, 30 de Outubro de 1069, Sucre, D. 6146 (RB). Pedra da Gávea, 7 de Fevereiro de 1971, Sucre, D. 7437 (RB). **MINAS GERAIS**: São Roque de Minas, 20°49'06"S, 47°19'38"W, 13 de Julho de 1997, Lombardi, J. A. 1832 (CEN). Viçosa, Borda esquerda da trilha principal, 15m antes da entrada da Trilha dos Gigantes, 20°45'14.0"S, 42°52'54.8"W, 06 de Março de 2012, Silva, A. V. 13 (VIC) (UB).

PARANÁ: Curitiba, Capanema, 25°25'49"S, 49°16'12"W, 19 de Outubro de 1983, Kummrow, R. 2342 (MG). Morretes, América de Baixo, 11 de Novembro de 1972, Hatschbach, G. 40495 (UB). Guaratuba, 26°28'31"S, 48°57'47"W, Dezembro de 1971, Krieger, P. L. K. 10993 (UB). Guaratuba, Pedra Branca de Araraquara, 26°28'00"S, 48°57'37"W, 29 de Dezembro de 1987, Kummrow, R. & Cordeiro, J. 2951 (HUFU). Londrina, mata da CONFEPAR, próx. Campus da UEL, 23°31'06"S, 51°16'25"W, 23 de Setembro de 1988, Patriota, S. R. M. s.n. (HUFU). **RIO GRANDE DO SUL:** Porto Alegre, Teresópolis, 30°09'15"S, 51°21'08"W, 7 de Novembro de 1932, Rambo, E. 254 (IAN). **RIO DE JANEIRO:** Itatiaia, Parque Nacional do Itatiaia, em frente a casa do pesquisador, 22°27'14"S, 44°36'28"W, 4 de Maio de 2012, Amorim, P. R. F.; Soares, A. E. R.; Aedo, C. & Alonso, J. L. F. 173 (UB). Petrópolis, 15 de Dezembro de 1995, Hermann 010 (RB). Teresópolis, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, rio Beija-Flor, 21 de Outubro de 1977, Martinelli, G. & Maas, P. 3281 (RB). Teresópolis, 23°09'35"S, 44°01'54"W, Março de 1917, Sampaio, A. J. 1827 (R). Na subida antiga para Petrópolis, 6 de Março de 1972, Sucre, D. 8574 (RB). **SANTA CATARINA:** Blumenau, Fazenda Faxinal (Florestal R. H. Ltda.), próximo do Rio Garcia (via Lajeado Alto, Guabiruba), 26°55'09.8"S, 49°03'58.0"W, 22 de Julho de 2003, Falkenberg, D. B. 3910 (UFSC) (UB). Mafra, Arroio do Irara, 26°10'37"S, 50°35'06"W, 6 de Novembro de 2007, Dreveck, S.; Verdi, M. & Godoy, M. B. 6 (FURB). Herval d'Oeste, linha Santa Terezinha, 27°38'49"S, 52°22'22"W, 18 de Novembro de 2008, Dreveck, S. & Carneiro, F. E. 383 (FURB). Ibicaré, 27°26'07"S, 52°10'02"W, 21 de Novembro de 2008, Dreveck, S. & Carneiro, F. E. 408 (FURB). Alto Bela Vista, Peritiba, 28°14'32"S, 53°05'15"W, 27 de Novembro de 2008, Dreveck, S. & Carneiro, F. E. 444 (FURB). São Bento Do Sul, Ano Bom / Braço Esquerdo, 27°03'52"S, 50°04'26"W, 29 de Janeiro de 2010, Dreveck, S. & Carneiro, F. E. 1647 (FURB). Florianópolis, campus da UFSC, 27°36'04"S, 48°31'11"W, 12 de Fevereiro de 2009, Guedes, A. s.n. (FURB). Mirim Doce, 27°50'21"S, 50°37'49"W, 27 de Janeiro de 2010, Korte, A. & Kniess, A. 1538 (FURB). Santo Amaro da Imperatriz, Águas Mornas, 28°16'16"S, 49°38'07"W, 14 de Janeiro de 1992, Queiroz, M. H. s.n. (FLOR). Florianópolis, Vargem grande, 27°28'45"S, 48°25'48"W, 12 de Março de 2010, Schmitt, J. L.; Cagliioni, E.; Andrade, S. & Cristofolini, C. 1599 (RB). Florianópolis, Parque Municipal Lagoa do Peri, no interior do fragmento florestal, 28°34'49"S, 49°49'15"W, 10 de Março de 2010, Stival-Santos, A.; Legal, E. & Silveira, S. 1974 (FURB). Campos Novos, Florão da Serra, 27°19'12"S, 51°31'34"W, 19 de Novembro de 2008, Verdi, M.; Grosch, B. & Klemz, G. 1004 (RB). Caibi, Linha Aparecida, 28°12'37"S, 54°21'01"W, 21

de Fevereiro de 2009, Verdi, M.; Hasckel, R. P. & Klemz, G. 1766 (FURB). Timbé do Sul, Vila Belmiro, 29°56'33"S, 51°12'59"W, 17 de Outubro de 2009, Verdi, M.; Klettenberg, D. H. & Klemz, G. 2841 (FURB). Urussanga, linha Pacheco, 29°23'21"S, 50°04'26"W, 17 de Fevereiro de 2010, Verdi, M.; Souza, N. L. & Klemz, G. 3258 (FURB). Treviso, Cirenaica, 29°49'32"S, 50°40'20"W, 27 de Janeiro de 2010, Verdi, M.; Klettenberg, D. H. & Klemz, G. 3397 (FURB). Armazém, São José dos Macacos/Mineração, 29°13'41"S, 50°03'06"W, 7 de Junho de 2010, Verdi, M.; Souza, N. L.; Klemz, G. & Klettenberg, D. H. 4234 (FURB). **SÃO PAULO:** Cunha, Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Cunha, trilha do Rio Bonito, 23°07'44"S, 45°36'34"W, 12 de Novembro de 1996, Albuquerque, L. B.; Bertani, D. F.; Franciosi, E. R. N.; Yamamoto, L. F.; Rodrigues, R. R.; et al. 2 (ESA). Pariquera-açú, estrada de acesso pelo sítio do Sr. João Caçador no km 78 da rodovia Pariquera – Iguape, 24°42'55"S, 47°52'52"W, 6 de Janeiro de 1999, Batista, E. R.; Penha, A. S.; Monico, I. M.; Matsukuma, C. K.; et al. 35 (UB). Bom Sucesso de Itararé, estrada de Bom Sucesso a 2 km da Mineração de cal São Judas Tadeu, 25°29'47"S, 50°02'11"W, 15 de Dezembro de 1997, Chung, F.; Matos, J.; Schimidt, M.; Gandara, F.; Ivanauskas, N. M.; Vanini, A.; et al. 140 (ESA). Bom Sucesso de Itararé, estrada de Bom Sucesso a 2 km da Mineração de cal São Judas Tadeu, 25°29'47"S, 50°02'11"W, 15 de Dezembro de 1997, Chung, F.; Matos, J.; Schimidt, M.; Gandara, F.; et al. 153 (ESA). Ubatuba, 23°43'42"S, 45°07'08"W, 3 de Janeiro de 1986, Costa, M. s.n. (SP). Biritiba Mirim, Estação Biológica de Boracéia, 23°38'S, 45°52'W, 7 de Julho de 1983, Guerra, T. P. & Custodio-Filho, A. 53 (RB). São Sebastião, Parque Estadual da Serra do Mar, trilha das cachoeiras do ribeirão de Itu, 23°45'S, 45°36'W, 20 de Abril de 2000, Ivanauskas, N. M.; Mazine, F. F.; Moura, C.; Oliveira, R. C.; Paranaguá, P.; et al. 4545 (RB). Iguape, Estação Ecológica de Chauás, 25°11'23"S, 47°55'53"W, 13 de Janeiro de 1999, Kozera, C.; Vanini, A.; Hayashi, A. H. & Lima, C. B. K. 877 (ESA). Pariquera-açú, estrada de Pariquera-Cananéia, acesso de terra, km 4, 26°20'07"S, 49°11'23"W, 7 de Novembro de 1995, Leitão-Filho, H. F.; Rodrigues, R. R.; Rozza, A.; Sposito, T.; Santos, K. & Vieira, A. P. 33061? (ESA). Eldorado Paulista, Parque Estadual de Jacupiranga, núcleo Caverna do Diabo, 25°14'56"S, 49°10'23"W, 9 de Novembro de 1995, Leitão-Filho, H. F.; Rodrigues, R. R.; Rozza, A.; Sposito, T.; Santos, K. & Vieira, A. P. 33143? (ESA). Sete Barras, parcela permanente, Parque Estadual de Carlos Botelho, 24°48'11"S, 49°34'24"W, 20 de Janeiro de 2005, Lima, R. A. F. 563 (ESA). Cananéia, Parque Estadual da Ilha do Cardoso, 25°13'33"S, 48°37'07"W, 9 de Dezembro de 2002, Mazine, F. F.; D.; Foster, W.; Salmazo,

P. B. & Ribeiro-Jr, E. 765 (UB). Cananéia, Distrito de Itapitangui, Trilha do Caixetal, 25°0'36"S, 47°55'12"W, 29 de Março de 2005, Santos, M. B. 134 (UB). Sete Barras, estrada para Reserva Florestal Carlos Botelho a 19 km de Sete Barras, 24°44'18"S, 48°32'56"W, 15 de Fevereiro de 1995, Miyagi, P. H.; Souza, J. P. & Zandoval, J. A. 462 (UB). Serra da Cantareira, região do Engordador, 16 de Outubro de 1992, Pastore, J. A. & Marino, L. 439 (RB). Cananéia, Parque Estadual da Ilha do Cardoso, na trilha da captação, 25°08'00"S, 48°00'50"W, 8 de Janeiro de 1999, Sampaio, D.; Maltez, H. M.; Silva, C.; Almeida, A. & Silva, M. M. R. 112 (ESA). Ilha Bella, Serra dos Castelhanos, 28 de Maio de 1970, Sucre, D.; Barroso, G. M. & Burle Marx, R. 6991 (RB). Itararé, 24°52'57"S, 49°21'10"W, 19 de Outubro de 2008, Tsui, S. 31 (ESA). São Miguel Arcanjo, Parque Estadual de Carlos Botelho, núcleo S. M. Arcanjo, 24°18'47"S, 49°10'09"W, 19 de Abril de 2002, Udulusch, R. G.; Berndt, A.; Giannotti, M.; Muniz, M. R. A.; Botrel, R. T.; Vieira, S.; et al. 539 (UB). São Miguel Arcanjo, Parque Estadual de Carlos Botelho, núcleo S. M. Arcanjo, 24°20'23"S, 49°05'04"W, 20 de Abril de 2002, Udulutsch, R. G.; Berndt, A.; Giannotti, M.; Muniz, M. R. A.; Botrel, R. T.; Vieira, S.; et al. 547 (UB). Bofete, Fazenda Santa Terezinha (EUCATEX), talhão de eucalipto 83, 23°11'31"S, 48°52'57"W, 1 de Fevereiro de 2005, Viani, R. A. G. 554 (UB).

***Piper hispidinervum* C.DC.**

BRASIL, ACRE: Rio Branco, campo experimental da Embrapa Acre, 9°58'30"S, 67°48'36"W, 29 de Novembro de 2003, ? 75 (CEN). Rio Branco, campo experimental da Embrapa Acre, 9°58'30"S, 67°48'36"W, 29 de Novembro de 2003, ? 76 (CEN). Primeiro ramal após o Bajuri, à esquerda (ramal Santa Luzia, km 101), abaixo da sede da dona Maria Reis, 28 de Janeiro de 1997, Oliveira, M. N. 1 (RB). Saindo de Brasília rumo a Assis Brasil, no km 97(Tavares), próximo de um lago, 11°00'58.0"S, 68°44'53.2"W, 21 de Agosto de 1995, Dias, T. A. B. 708 (CEN). Saindo de Brasília rumo a Assis Brasil, no km 97(Tavares), próximo de um lago, 11°00'58.0"S, 68°44'53.2"W, 21 de Agosto de 1995, Dias, T. A. B. 707 (CEN). **GOIÁS:** Chapada dos Veadeiros, 7 km. W. of Veadeiros, 14°00'S, 47°00'W, 15 February 1966, Irwin, H. S.; Grear-Jr, J. W.; Souza, R. & Reis dos Santos, R. 12882 (RB). **PARÁ:** Belém, campus do Museu Paraense Emilio Goeldi, 25 de Março de 1996, Nascimento, M. E. 3 (RB).

***Piper macedoi* Yunck.**

BRASIL, GOIÁS: Ipameri, estrada para a fazenda do Sr. Caio (Fazenda Santo Antônio do Fundão), 17°46'S, 48°28'W, 28 de Setembro de 1995, Cavalcanti, T. B.; Silva, V. S.; Cordovil, S. P.; Litt, A.; Gualda, C. & Silva, M. C. 1753 (RB). Jussara, Córrego Ferrugem, 15°48'S, 51°18'W, 31 de Outubro de 1996, Silva, S. S. 113 (RB). Mossâmedes, Estância Quinta da Serra, 16°1'60"S, 50°3'54"W, 26 de Agosto de 2011, Amorim P. R. F.; Faria, J. E. Q. 64(UB). **MATO GROSSO:** Maracaju, Fazenda Santo Antonio, propriedade do Dr. Alfredo Neder, 29 de Dezembro de 1973, Sucre, D. 10545 (RB). **MINAS GERAIS:** Corinto, estrada para Três Marias, ponte sobre o córrego das Pedras, 18°22'02"S, 44°33'06"W, 30 de Novembro de 2011, Amorim, P. R. F. Soares, A. E. R. & Salmito, W. A. 109 (UB). Araguari, Sítio do Pica Pau, 6 de Dezembro 1992, Araújo, G. M. 833 (RB). Serra do Espinhaço, near base of Serra da Piedade, ca. 40km E. of Belo Horizonte, BR-31, 16 January 1971, Irwin, H. S.; Harley, R. M. & Onishi, E. 30442 (RB). Ituiutaba, São Lourenço, 18 de Janeiro de 1952, Macedo, A. 4192 (RB). Itamonte, estrada de Itamonte-Alagoa, no barranco lado direito, 22°14'14"S, 44°50'29"W, 15 de Maio de 2007, Marquete, R.; Mansano, V. F.; Guimarães, E. F.; Meireles, J. E. & Miquel, J. R. 4063 (RB). Patis, Oliveira, G. L. 2 (RB). Uberlândia, Parque do Sabiá, 9 de Junho de 1993, Prado, C. A. & Romero, R. 66 (RB). **RIO DE JANEIRO:** Visconde de Mauá, estrada para Pedra Celada, 22°20'46"S, 44°26'50"W, 6 de Dezembro de 2006, Marquete, R. & Mansano, V. F. 4020 (RB). Itatiaia, estrada Itamonte-Alagoa, 15 de Maio de 2007, Marquete, R.; Guimarães, E. F.; Mansano, V. F. & Meirelhes, J. E. 4063 a (RB). **SÃO PAULO:** Estrela D'oeste, rodovia Ribeiro da Silva, lago a cerca de 2 km da entrada de E. O'oeste, sentido São João de Duas Pontes_E. O'oeste, 28 de Janeiro de 1997, Aona, L. Y. S.; Faria, A.D.; Matsumoto, K.; Galvão, J. C. & Belinello, R. N.97 115 (RB). São José do Rio Preto, Córrego Talhado, Subdistrito de Talhado, 20°42'29"S, 49°18'59"W, 18 de Janeiro de 2001, Carreira-Lopes, M. A. Oliveira, A. P. s.n. (IAC). Ribeirão Preto, UNAERP, 28 de Agosto de 1989, Kotchetkoff-Henriques, O. s.n. (RB). Paulo de Faria, Cerca de 12km de Paulo de Faria em direção á Riolândia -Fazenda Figueira, 13 de Outubro de 1994, Moncaio, E.; Basso, M. E.; Souza, J. P. & Barraca, S. A. 206 (RB). São José dos Campos, estrada São Francisco Xavier-Monteiro Lobato, 22°57'10"S, 45°54'48"W, 14 de Abril de 1995, Tamashiro, J. Y.; Ivanauskas, N. M.; Souza, J. P.; Miyagi, P. H.; Belinello, R. & Fernandes, G. D. F. 919 (RB).

Piper malacophyllum C.DC.

BRASIL, ESPÍRITO SANTO: Santa Tereza, São Lourenço, Reserva Biológica de São Lourenço, trilha do Caravegem, 3 de Fevereiro de 1999, Kollmann, L.; Bausen, E. & Pizziolo, W. 1811 (RB). Santa Tereza, Estação Ecológica de São Lourenço (Caixa d'Água), trilha ao longo do riacho, 13 de Fevereiro de 1999, Mello-Silva, R.; Stannard, B. L.; Lughadha, E. N.; Assis, M. C. & Kollmann, L. 1560 (RB). Espírito Santo, s.l, s.c , 05 de Dezembro de 1992, Arbo, M. M. 5590 (SPF). **GOIÁS:** Alto Paraíso de Goiás, Trilha de arborismo da pousada Portal da Chapada, 14°9'52"S, 47°35'57"W, 09 de Dezembro de 2011, Amorim, P. R. F. ; Carvalho-Silva, M.; Câmara, P. E. A. S. ; Faria, A. L. A. 126 (UB). **MINAS GERAIS:** Itabira, comunidade Serra dos Alves, 19°30'31"S, 43°27'44"W, 24 de Julho de 2011, Amorim, P. R. F.; Carvalho-Silva, M.; Câmara, P. E. A. S. & Faria-Junior, J. E. Q. 38 (UB). Itabira, comunidade Serra dos Alves, 19°30'31"S, 43°27'44"W, 24 de Julho de 2011, Amorim, P. R. F.; Carvalho-Silva, M.; Câmara, P. E. A. S. & Faria-Junior, J. E. Q. 39 (UB). Viçosa, Reserva Florestal do Paraíso, 20m antes do final da trilha principal, 17 de Março de 1997, Alves, S. A. M. 3 (RB). Bocaina de Minas, Parque Nacional do Itatiaia, Maromba, trilha depois da cachoeira do escorrega, 9 de Março de 2005, Monteiro, D.; Quinet, A. & Giannerini, A. C. 99 (RB). Conceição do Mato Dentro, Rodovia MG 010, 19°4'11"S, 43°26'36"W, 27 de Julho de 2011, Amorim, P. R. F. ; Câmara, P. E. A. S. ; Faria, J. E. Q. ; Silva, A. G. D. 55 (UB). Conceição do Mato Dentro, Rodovia MG 010, 19°4'51"S, 43°26'60"W, 27 de Julho de 2011, Amorim, P. R. F. ; Câmara, P. E. A. S. ; Faria, J. E. Q. ; Silva, A. G. D. 57 (UB). **RIO DE JANEIRO:** Nova Friburgo, Macaé de Cima, Sítio Bakus (Prop. David e Izabel Miller), 31 de Janeiro de 2008, Filardi, F. L. R.; Meireles, J. E. & Miller, I. 839 (RB). Cachoeira de Macacu, São José da Boa Morte, 22°32'34"S, 42°39'15"W, 20 de Dezembro de 2006, Quinet, A. 1073 (RB). **SÃO PAULO:** Águas de São Pedro, Bosque municipal, 12 de Março de 2004, Arzolla, F. A. R. D. P. 490 (RB). São Paulo, Parque Estadual da Cantareira, Núcleo Pedra Grande, clareira antrópica sob a torre 11 da Linha de Transmissão Guarulhos-Anhanguera, próximo a estrada da Cuca, 23°26'45"S, 46°39'20"W, 11 de Fevereiro de 2010, Arzolla, F. A. R. D. P. Vilela, F. E. S. P. 1392 (RB).

Apêndice 2

Sequências utilizadas na filogenia.

Espécie; ID, número do Genbank se aplicável, local de coleta voucher (HERBÁRIO);

Piper aduncum L.; **P103**, -, Minas Gerais, Brasil PRFA 57 (UB); **P111**, -, Goiás, Brasil PRFA78 (UB); **P106**, -, Goiás, Brasil PRFA62 (UB); **P107**, -, Goiás, Brasil PRFA 63 (UB); **P112**, -, Goiás, Brasil PRFA 81 (UB); **P123**, -, Minas Gerais, Brasil PRFA 150 (UB); **P130**, -, Mato Grosso, Brasil PRFA 162 (UB); **P104**, -, Minas Gerais, Brasil PRFA 58 (UB); **P105**, -, Minas Gerais, Brasil PRFA 59 (UB); **P097**, -, Minas Gerais, Brasil PRFA 33 (UB); **P088**, -, Minas Gerais, Brasil PRFA 110 (UB); **P113**, -, Goiás, Brasil PRFA 87 (UB); **P114**, -, Goiás, Brasil PRFA 88 (UB); -, **EF060061**, Bogor, Indonesia RA 04 (KRB); -, **DQ868701**, - (-); -, **AF275158**, Valle del Cauca, Colombia MAJ 200 (DUKE); -, **AM901424**, -, China - (-); -, **KY235224**, Selangor, Malaysia FBL05122 (UPM); -, **KY235225**, Selangor, Malaysia FBL05123 (UPM); -, **AF275159**, Minas Gerais, Brasil AFO 1253 (DUKE).

Piper chimonanthifolium Kunth ; -, **EU581153**, -, Brasil MCFS 400 (RB); -, **KT007504**, Rio de Janeiro, Brasil M. Kato K-1960 (SPF).

Piper corintoanum Yunck ; **P085**, -, Minas Gerais, Brasil PRFA 106 (UB); **P086**, -, Minas Gerais, Brasil PRFA 108 (UB); **P083**, -, Minas Gerais, Brasil PRFA 104 (UB); -, **EU581169**, -, Brasil MAJ 944 (RB).

Piper flavicans C.DC.; -, **EU581202**, -, Brasil HSI 21202 (MO).

Piper fuliginum Kunth; **P116**, -, Goiás, Brasil JEQF 1518 (UB); **Pi29**, -, Minas Gerais, Brasil EKO 41 (UB); **P120**, -, São Paulo, Brasil PRFA 147 (UB); **P108**, -, Goiás, Brasil PRFA 64 (UB); **P110**, -, Goiás, Brasil PRFA 73 (UB); **P117**, -, São Paulo, Brasil PRFA 144 (UB); -, **EU581209**, -, Brasil MAJ 979 (RB).

Piper gaudichaudianum Kunth; **SE33**, -, Santa Catarina, Brasil DBF 3910 (UB); **P23**, -, São Paulo, Brasil RAGV 554 (UB); -, **KT007514**, Puntarenas, Costa Rica M. Kato K-1949 (SPF); -, **MT279564**, São Paulo, Brasil M. Kato K-1983 (RB); -, **MT279564**, São Paulo, Brasil M. Kato K K-031 (RB).

Piper hispidum Sw.; **P109**, -, Goiás, Brasil PRFA 72 (UB).

Piper macedoi Yunck; **Pi16**, -, Minas Gerais, Brasil PRFA 55 (UB); **Pi15**, -, São Paulo, Brasil EG-G 384 (UB); **P087**, -, Minas Gerais, Brasil PRFA 109 (UB).

Piper malacophyllum C.DC.; **P118**, -, São Paulo, Brasil PRFA 145 (UB); **P099**, -, Minas Gerais, Brasil PRFA 38 (UB); **P101**, -, Minas Gerais, Brasil PRFA 40 (UB); **P095**, -, Minas Gerais, Brasil PRFA 27 (UB); **P098**, -, Minas Gerais, Brasil PRFA 34 (UB).

Piper mollicomum Kunth; **P094**, -, Minas Gerais, Brasil PRFA 26 (UB); **P102**, -, Minas Gerais, Brasil PRFA 53 (UB); **P096**, -, Minas Gerais, Brasil PRFA 32 (UB); **P068**, -, Rio de Janeiro, Brasil MCS 443 (UB); -, **KT007525**, Rio de Janeiro, Brasil M. Kato K-1942 (SPF).

Piper regnellii (Miq.) C.DC.; **P090**, - , Minas Gerais, Brasil PRFA 113 (UB).

Piper xylosteoides (Kunth) Steud; .; **P089**, - , Minas Gerais, Brasil PRFA 111 (UB).

Piper sp.; **P122**, - , São Paulo, Brasil PRFA 149 (UB); **Pi17**, - , Goiás, Brasil PRFA 126 (UB); **P119**, - , São Paulo, Brasil PRFA 146 (UB); **P121**, - , São Paulo, Brasil PRFA 148 (UB); **Pi50**, - , Minas Gerais, Brasil Nozella 11 (UB).

Apêndice 3 – Resultados do Teste t independente das sementes para cada par de espécies .

Comprimento			
Pair	t	df	p
<i>P.aduncum</i> <i>P.corintoanum</i>	-1,093	41	0,281
<i>P.aduncum</i> <i>P.hispidinervum</i>	-1,013	68	0,315
<i>P.aduncum</i> <i>P.gaudichaudianum</i>	15,076	93	< ,001
<i>P.aduncum</i> <i>P. malacophyllum</i>	7.244	86	< ,001
<i>P.aduncum</i> <i>P.macedoi</i>	-15,528	93	< ,001
<i>P.aduncum</i> <i>P.flavicans</i>	-9,546	65	< ,001
<i>P.aduncum</i> <i>P. fuligineum</i>	-25,464	100	< ,001
<i>P.corintoanum</i> <i>P.hispidinervum</i>	1,174	41	0,247
<i>P.corintoanum</i> <i>P.gaudichaudianum</i>	-7,328	66	< ,001
<i>P.corintoanum</i> <i>P. malacophyllum</i>	-3,046	59	0,003
<i>P.corintoanum</i> <i>P.macedoi</i>	-7,996	64	< ,001
<i>P.corintoanum</i> <i>P.flavicans</i>	-6,410	36	< ,001
<i>P.corintoanum</i> <i>P. fuligineum</i>	-16,723	71	< ,001
<i>P.hispidinervum</i> <i>P.gaudichaudianum</i>	16,671	93	< ,001
<i>P.hispidinervum</i> <i>P. malacophyllum</i>	-7,442	86	< ,001
<i>P.hispidinervum</i> <i>P.macedoi</i>	-18,707	91	< ,001
<i>P.hispidinervum</i> <i>P.flavicans</i>	-16,451	63	< ,001
<i>P.hispidinervum</i> <i>P. fuligineum</i>	-38,499	98	< ,001
<i>P.gaudichaudianum</i> <i>P. malacophyllum</i>	6,574	111	< ,001
<i>P.gaudichaudianum</i> <i>P.macedoi</i>	4,189	116	< ,001
<i>P.gaudichaudianum</i> <i>P.flavicans</i>	5,693	69	< ,001
<i>P.gaudichaudianum</i> <i>P. fuligineum</i>	-0,635	123	0,527
<i>P. malacophyllum</i> <i>P.macedoi</i>	-3,878	109	< ,001
<i>P. malacophyllum</i> <i>P.flavicans</i>	0,551	81	0,583
<i>P. malacophyllum</i> <i>P. fuligineum</i>	-9,152	116	< ,001
<i>P.macedoi</i> <i>P.flavicans</i>	-5,282	67	< ,001
<i>P.macedoi</i> <i>P. fuligineum</i>	-7,689	121	< ,001
<i>P.flavicans</i> <i>P. fuligineum</i>	-14,620	74	< ,001

Largura			
Pair	t	df	p
<i>P.aduncum</i> <i>P.corintoanum</i>	-0,188	41	0,851
<i>P.aduncum</i> <i>P.hispidinervum</i>	1,657	68	0,102
<i>P.aduncum</i> <i>P.gaudichaudianum</i>	16,420	93	< ,001
<i>P.aduncum</i> <i>P. malacophyllum</i>	10,788	86	< ,001
<i>P.aduncum</i> <i>P.macedoi</i>	-16,457	93	< ,001
<i>P.aduncum</i> <i>P.flavicans</i>	-11,684	65	< ,001
<i>P.aduncum</i> <i>P. fuligineum</i>	-17,684	100	< ,001
<i>P.corintoanum</i> <i>P.hispidinervum</i>	1,607	41	0,116
<i>P.corintoanum</i> <i>P.gaudichaudianum</i>	-8,552	66	< ,001
<i>P.corintoanum</i> <i>P. malacophyllum</i>	-5,679	59	< ,001
<i>P.corintoanum</i> <i>P.macedoi</i>	-8,422	64	< ,001
<i>P.corintoanum</i> <i>P.flavicans</i>	-8,115	36	< ,001
<i>P.corintoanum</i> <i>P. fuligineum</i>	-9,425	71	< ,001
<i>P.hispidinervum</i> <i>P.gaudichaudianum</i>	19,552	93	< ,001
<i>P.hispidinervum</i> <i>P. malacophyllum</i>	-13,603	86	< ,001
<i>P.hispidinervum</i> <i>P.macedoi</i>	-19,380	91	< ,001
<i>P.hispidinervum</i> <i>P.flavicans</i>	-19,616	63	< ,001
<i>P.hispidinervum</i> <i>P. fuligineum</i>	-21,872	98	< ,001
<i>P.gaudichaudianum</i> <i>P. malacophyllum</i>	6,154	111	< ,001
<i>P.gaudichaudianum</i> <i>P.macedoi</i>	1,321	116	0,189
<i>P.gaudichaudianum</i> <i>P.flavicans</i>	5,042	69	< ,001
<i>P.gaudichaudianum</i> <i>P. fuligineum</i>	3,511	123	< ,001
<i>P. malacophyllum</i> <i>P.macedoi</i>	-5,021	109	< ,001
<i>P. malacophyllum</i> <i>P.flavicans</i>	1,460	81	0,148
<i>P. malacophyllum</i> <i>P. fuligineum</i>	-3,785	116	< ,001
<i>P.macedoi</i> <i>P.flavicans</i>	-4,569	67	< ,001
<i>P.macedoi</i> <i>P. fuligineum</i>	2,074	121	0,040
<i>P.flavicans</i> <i>P. fuligineum</i>	-4,402	74	< ,001

