



DIEGO PEREIRA MARCELINI

**UMA ABORDAGEM MORFOMÉTRICA SOBRE O
COMPLEXO DE ESPÉCIES *CEPHALOCARPUS MONTANUS***

**LAVRAS – MG
2024**

DIEGO PEREIRA MARCELINI

**UMA ABORDAGEM MORFOMÉTRICA SOBRE O COMPLEXO DE ESPÉCIES
*CEPHALOCARPUS MONTANUS***

Dissertação de mestrado apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Botânica Aplicada, área de concentração em Botânica Aplicada, para a obtenção do título de Mestre.

Profa. Dra. Suzana Maria Dos Santos Costa
Orientadora

**LAVRAS – MG
2024**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Marcelini, Diego Pereira.

Uma abordagem morfométrica sobre o complexo de espécies
Cephalocarpus montanus / Diego Pereira Marcelini. - 2024.

67 p.

Orientador(a): Suzana Maria Dos Santos Costa.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2024.

Bibliografia.

1. Escudo das Guianas. 2. Everardia. 3. Morfometria. I. Costa,
Suzana Maria Dos Santos. II. Título.

DIEGO PEREIRA MARCELINI

**UMA ABORDAGEM MORFOMÉTRICA SOBRE O COMPLEXO DE ESPÉCIES
*CEPHALOCARPUS MONTANUS***

**A MORPHOMETRIC APPROACH ON THE SPECIES COMPLEX
CEPHALOCARPUS MONTANUS.**

Dissertação de mestrado apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Botânica Aplicada, área de concentração em Botânica Aplicada, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 19 de Fevereiro de 2024.
Profa. Dra. Annelise Frazão Nunes (UNESP – Botucatu).
Prof. Dr. Leandro Lacerda Giacomini (UFPB)

Profa. Dra. Suzana Maria Dos Santos Costa
Orientadora

**LAVRAS - MG
2024**

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG). Agradeço primeiramente a Universidade Federal de Lavras pela oportunidade de desenvolvimento e capacitação dentro da minha profissão e a FAPEMIG pela bolsa concedida, que me propiciou dedicação integral a minha formação acadêmica. Ao professor Dr. Walnir Gomes Ferreira Jr. por me ajudar a ingressar na iniciação científica e realizar meu sonho de poder me aprofundar nos estudos em botânica. A professora Dra. Suzana Maria Dos Santos Costa pela orientação, mas principalmente pela paciência e humanidade, obrigado por encurtar minhas frases e minha caminhada no mestrado. A todos os colegas, professores e amigos do programa de botânica aplicada da UFLA e do Herbário Gerais, especialmente para Joseline De Fátima Antunes pela ajuda com formatações e pela amizade e Leonardo Mendes por sempre me lembrar de prazos e datas importantes e amizade.

Enfim a todos os meus familiares e amigos antigos e novos, que de alguma forma tiveram uma palavra de apoio e um incentivo a nunca desistir da caminhada.

MUITO OBRIGADO!!!!

RESUMO

O complexo *Cephalocarpus montanus* engloba espécies e subespécies de difícil delimitação e circunscrição, o que pode prejudicar a identificação da real diversidade do grupo e, conseqüentemente, da avaliação de seu status de conservação. Com o objetivo de esclarecer os limites e facilitar a identificação das entidades, foi feita uma avaliação de variações morfológicas através de um estudo morfométrico, utilizando análise de correlação. Foram escolhidas dez variáveis quantitativas e 11 qualitativas para realização de análises de componente principal (PCA), discriminante linear (LDA) e Cluster. Neste trabalho é apresentado o resultado da análise com 217 espécimes do complexo, comparadas com espécimes-hipotéticos criados a partir das descrições originais das entidades taxonômicas. A análise morfométrica não foi capaz de separar totalmente as espécies e subespécies em grupos, embora tenha ocorrido um agrupamento interespecífico. *Cephalocarpus montanus* subsp. *montanus* demonstrou uma grande plasticidade fenotípica para as variáveis escolhidas. Destacamos a necessidade de uma abordagem integrativa, considerando a variação entre indivíduos e populações do complexo, para melhor entendimento de limites entre as entidades e processos evolutivos envolvidos.

Palavras chave: Escudo das Guianas; *Everardia*; morfometria; Cryptangieae.

ABSTRACT

The *Cephalocarpus montanus* complex encompasses species and subspecies with difficult delimitation and circumscription, which can hinder the identification of the real diversity of the group and, consequently, the assessment of its conservation status. In order to clarify the boundaries and facilitate the identification of entities, an assessment of morphological variations was conducted through a morphometric study using correlation analysis. Ten quantitative variables and 11 qualitative variables were chosen for principal component analysis (PCA), linear discriminant analysis (LDA), and Cluster analysis. This paper presents the results of the analysis with 217 specimens of the complex, compared to hypothetical specimens created from the original descriptions of taxonomic entities. The morphometric analysis was not able to fully separate the species and subspecies into groups, although there was interspecific clustering. *Cephalocarpus montanus* subsp. *montanus* demonstrated a high phenotypic plasticity for the chosen variables. We emphasize the need for an integrative approach, considering the variation among individuals and populations of the complex, for a better understanding of boundaries between entities and the evolutionary processes involved.

Keywords: Guianas Shield; *Everardia*; morphometry; Cryptangieae.

IMPACTO DOS RESULTADOS OBTIDOS

Este trabalho trás informações sobre espécies endêmicas de uma região pouco explorada e com instabilidades políticas que dificultam o acesso e divulgação de informações sobre sua diversidade. Em tempos de mudanças climáticas e risco de extinção de entidades únicas, este trabalho disponibiliza dados sobre a real biodiversidade deste grupo de plantas e espera atrair atenção para futuras políticas de conservação não só deste grupo de plantas, mas da região dos Escudos Das guianas como um todo.

IMPACT OF THE RESULTS OBTAINED

This work provides information about endemic species from a sparsely explored region with political instabilities that hinder access and dissemination of information about its diversity. In times of climate change and the risk of extinction of unique entities, this work provides data on the true biodiversity of this group of plants and aims to attract attention to future conservation policies not only for this group of plants but also for the Guiana Shield region as a whole.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1 Morfologia e filogenia em Cyperaceae um histórico do complexo <i>Cephalocarpus montanus</i>	12
3. MORFOMETRIA E ASPECTOS EVOLUTIVOS EM COMPLEXOS DE ESPÉCIES	18
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
4.1. Obtenção de dados	20
4.2. Análise morfométrica e cluster aglomerativa	23
5. RESULTADOS	23
5.1 Características morfológicas das espécies do complexo	24
.....	26
5.2. Análise da matriz de correlação linear	36
5.3. Análise de componente principal (PCA).....	38
5.4. Análise discriminante linear (LDA)	41
5.5. Análise Cluster	44
6. DISCUSSÃO	46
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50
REFERÊNCIAS	51
ANEXO.....	55

1. INTRODUÇÃO

Incertezas na delimitação taxonômica de espécies podem trazer dificuldade de avaliação em estratégias de conservação (Guerra, Ethiéne *et al.* 2019; Mace, 2004). A distribuição de uma única espécie dentro de um complexo de espécies pouco conhecidas irá variar de acordo com o limite taxonômico imposto. O que provavelmente levará a uma superestimação ou subestimação da ocorrência de uma entidade taxonômica e a falta de conhecimento da distribuição e diversidade dentro do complexo (Guerra, *et al.* 2019; Eldridge *et al.* 2014). Essa falta de precisão taxonômica afeta a avaliação de sua área de ocupação e ocorrência, consequentemente impactando a avaliação de seu status de conservação (Guerra, *et al.*, 2019; Eldridge *et al.*, 2014). O contrário também ocorre: é preciso realizar uma análise cuidadosa antes de elevar uma subespécie para o status de espécie sob o perigo de inflar taxonomicamente um grupo e superestimar uma população que esteja em risco iminente (Guerra *et al.*, 2019; Isaac *et al.*, 2004).

A atual crise global de biodiversidade traz uma urgência no acesso a inventários confiáveis de espécies, que as descrevam rápida e corretamente antes que seus habitats desapareçam. Em regiões mega diversas como a América do Sul, a biodiversidade possui padrões complexos e os processos responsáveis por sua riqueza ainda são pouco conhecidos (Pinheiro *et al.*, 2018).

Complexos de espécies aparecem em um número substancial de grupos de plantas na flora sul-americana e estudos que investigam os limites das espécies em tais grupos são necessários para o entendimento sobre especiação (Via, 2009; Pinheiro *et al.*, 2018). Esses complexos de espécies oferecem uma grande oportunidade de conectar as escalas de macro e microevolução (Pinheiro *et al.*, 2018). Além disso, estudar esses complexos de maneira integrativa se mostra útil no teste de hipóteses de delimitação de espécies e para o entendimento dos processos responsáveis pela diversidade neotropical (Padial *et al.*, 2010; Fujita *et al.*, 2012; Pinheiro *et al.*, 2018) .

Espécies morfológicamente ou tipológicamente são entidades que diferem de outras entidades por características diagnósticas constantes. Utilizando um indivíduo tipo que represente as características que definam a espécie (Kischlat, 2005), podem-se comparar outros indivíduos e possíveis padrões e variações dentro de uma entidade taxonômica.

Entender a delimitação de espécies em complexos pode possibilitar a compreensão dos primeiros passos da formação de espécies (Pinheiro *et al.*, 2018). Em complexos de espécies, o conhecimento incompleto da biodiversidade de todo o grupo levará a uma amostragem errônea de táxons e avaliações falhas de biodiversidade, biogeografia e processos de especiação (Pinheiro *et al.*, 2018; Heath *et al.*, 2008). Como espécies são consideradas a unidade principal em estudos de ecologia e evolução, a identificação de fronteiras entre espécies estreitamente correlacionadas e, portanto, inferir o número de espécies existentes é essencial (Pessoa *et al.*, 2012; Duminil *et al.*, 2006; Petit, Excoffier, 2009).

Cyperaceae é diversa em gêneros e espécies cosmopolitas, e sofreu diversas mudanças em seus limites no nível de suas subfamílias (Larridon *et al.*, 2021). O complexo *Cephalocarpus montanus*, pertencente à tribo Cryptangieae e apresenta distribuição pelo Escudo das Guianas e regiões do Peru e Equador, foi foco de estudos taxonômicos nas últimas décadas (Gilly, 1941; Gilly, 1951; Koyama e Maguire, 1965; Koyama 2003; Costa, 2021a).

As espécies do complexo que eram anteriormente agrupadas em *Everardia* Ridley atualmente pertencem à *Cephalocarpus* Nees (Costa, 2021a). *Cephalocarpus montanus* inclui espécies nativas de regiões com relevo fortemente acidentado (Haffer, 2008), o que poderia isolar populações e impor barreiras ao fluxo gênico, levando a formação muitas espécies diferentes (Stankowski, 2021; Bolnick *et al.*, 2023). Em contrapartida há estudos focados neste complexo, como já foi feito por especialistas que acreditam em uma maior ocorrência de populações paralelas que acumularam divergências fenotípicas devido ao isolamento, as chamadas subespécies locais e plasticidade fenotípica (Costa 2018a; Costa *et al.*, 2021a, b; Larridon *et al.*, 2021).

A morfometria é uma ferramenta de baixo custo que se encontra entre as utilizadas para descrever mudanças complexas em espécies e padrões de variação (Buzzato *et al.* 2012; Pessoa *et al.*, 2012). Mesmo em complexos de espécies que contêm táxons onde os limites morfológicos não estão claros, estudos morfométricos associados com análises de dados ecológicos levaram a uma delimitação clara de táxons dentro do complexo (Buzzato *et al.*, 2012; Pessoa *et al.*, 2012).

Enquanto dados qualitativos são relativamente fáceis de medir, a maioria de características fenotípicas que diferem entre populações de espécies são quantitativas (Lynch *et al.*, 1998). A análise de dados multivariados em morfometria permite resumir um grande número de caracteres em poucos componentes discriminantes, indicando fronteiras entre espécies estreitamente relacionadas ou a formação de híbridos (Borba *et al.*, 2002; Pessoa *et al.*, 2012).

O uso da morfometria pode disponibilizar novas informações para o entendimento dos limites refletidos em caracteres morfológicos de cada morfoespécie agrupando as espécies e encontrando variações dentro do complexo *C. montanus*. Este trabalho se propõe a realizar esta análise com foco especial em caracteres morfológicos selecionados, incluindo aqueles indicados como taxonomicamente importantes em estudos de especialistas no grupo (Gilly, 1941; Gilly, 1951; Koyama & Maguire, 1965; Koyama, 2003; Costa, 2018a). Para isso realizei análises multivariadas destes caracteres em espécimes preservadas em herbários, analisando os agrupamentos morfológicos e disponibilizando dados para futuras abordagens integrativas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Morfologia e filogenia em Cyperaceae um histórico do complexo *Cephalocarpus montanus*

Cyperaceae é a terceira maior família entre as monocotiledôneas com mais de 5000 espécies (Larridon *et al.*, 2021). A família tem seu centro de diversidade nos trópicos com gêneros e espécies com importância ecossistêmica promovendo condições primárias para a colonização de outras espécies (Larridon *et al.*, 2021).

Atualmente são reconhecidas apenas duas subfamílias: Mapanioideae e Cyperoideae (Larridon *et al.*, 2021). Em geral as espécies de Cyperaceae apresentam o ovário unilocular, composto de 2 a 4 carpelos, com um óvulo basal, anátropo e bitegmentado (Goetghebeur, 1998). O fruto seco e indeiscente é do tipo aquênio ou núcula, com contorno elipsóide, ovóide ou obovóide e transversalmente achatada ou triangular, ou nos casos de ovários bicarpelares, dorsiventral ou lateralmente achatada (Goetghebeur, 1998).

A subfamília Cyperoideae, na qual se encontra o complexo *Cephalocarpus montanus*, se caracteriza morfológicamente por tribos em sua maioria compostas de flores unissexuadas em uma ou muitas espiguetas com uma ráquila com uma ou muitas glumas que podem conter uma flor (Larridon *et al.*, 2021).

Costa *et al.* (2018b), a partir de uma amostragem mais abrangente (18 spp), reafirmaram Cryptangieae como um grupo monofilético em Cyperoideae apoiando sua classificação como uma tribo devido a sua distinta morfologia. A relação de Cryptangieae com as outras tribos da subfamília variam de acordo com a amostragem e a metodologia aplicada (Costa, 2018b, 2021a; Larridon *et al.*, 2021).

Filogeneticamente, Costa *et al.*, (2021a) através de pelo menos duas fontes diferentes de dados moleculares, cloroplasto e ribossomal, encontrou suporte para a manutenção de Cryptangieae como grupo monofilético. Este foi o primeiro estudo a confirmar *Everardia* e *Cephalocarpus* em Cryptangieae. Na nova circunscrição *Cephalocarpus* Nees inclui as espécies anteriormente posicionadas em *Everardia* Ridley e agora compreende 20 espécies, incluindo o complexo *C. montanus* (Costa *et al.* 2021 a, b Larridon, *et al.* 2021).

O complexo *C. montanus* se distribui pelo Escudo das Guianas e seus arredores, ocorrendo também no Equador e Peru, regiões que possuem solos com poucos nutrientes disponíveis (Koyama, 2003). Apesar dos diferentes entendimentos sobre os táxons pertencentes ao complexo, são consideradas quatro espécies (Costa, 2021a) (Tabela 2): *C. montanus* (Ridley) S.M. Costa, *C. duidae* (Gilly) S.M. Costa, *C. ptariensis* (Gilly) S.M. Costa e *C. distichous* (T.Koyama & Maguire) S.M. Costa; e

quatro subespécies (Costa, 2021a) (Tabela 2): *C. montanus* subsp. *montanus* (Ridley) S.M. Costa, *C. montanus* subsp. *glaucifolius* (Gilly) S.M. Costa, *C. montanus* subsp. *guaiquinimae* (Schnee) S.M. Costa e *C. montanus* subsp. *velutinus* (T. Koyama) S.M. Costa (Costa, 2021a).

Koyama & Maguire (1965) relataram que o complexo, então referido como *Everardia montana*, pode ter suas subespécies diferenciadas umas das outras principalmente por caracteres foliares, tais como: coloração, superfície foliar e presença de tricomas (Tabela 1). No fruto os autores destacam os cílios das escamas hipóginas, que são curtos e amarelados. Diferente de todos os outros presentes no gênero, que têm por característica serem brancos. A frutificação no complexo varia de obovóide a obovóide-oblongo e se estreita até o ápice em um bico. O bico é invariavelmente mais curto que o corpo do fruto. O fruto pode variar em tamanho e pubescência, mas essas características não foram correlacionadas com a distribuição geográfica ou com outros caracteres (Koyama e Maguire, 1965).

Koyama (2003) reafirmou a superfície foliar como principal característica de distinção: cinco das seis espécies anteriormente propostas pelo autor no complexo possuem características individuais da superfície foliar. Em *C. duidae* (= *Everardia duidae* (Gilly) as lâminas foliares são verrugosas, espessas e fracamente involutas (KOYAMA, 2003) (Tabela 1). Em *C. ptariensis* (= *E. ptariensis* (Gilly) são rígidas, curtas e se espalham em forma de roseta (Koyama, 2003) (Tabela 1). Nas atuais subespécies, *C. montanus* subsp. *glaucifolius* (= *E. glaucifolia* (Gilly), são retilíneas, planas e altamente glaucas (Tabela 1); *C. montanus* subsp. *guaiquinimae* (= *E. guaiquinimae* (Schnee) a superfície é parcialmente glauca ou pubescente (Tabela 1) e em *C. montanus* subsp. *velutinus* (= *E. velutina* (T. Koyama), é claramente branco aveludada na superfície abaxial (Tabela 1) (Koyama, 2003).

Koyama (2003) relatou uma grande variação nas lâminas foliares em *C. montanus* subsp. *montanus* (= *Everardia montana* (Ridley), sendo frequentemente recurvadas, bastante finas com margens parcialmente revolutas (Tabela 1), e não completamente glaucas. A morfologia das lâminas foliares pode variar dependendo do habitat em que a planta é encontrada (Koyama, 2003), plantas encontradas em Cerro

Sipapo e Cerro Yuntage tendem a ser mais planas e glaucas se aproximando da forma encontrada na subespécie *C. montanus* subsp. *glaucifolius* (= *E. glaucifolia*). Em populações encontradas em Vaupés, Colômbia, as lâminas são glaucas como em *C. montanus* subsp. *glaucifolius* (= *E. glaucifolia*), mas planas e macias como as encontradas em *C. montanus* subsp. *montanus*. Já as encontradas em Cerro Duida são variáveis ou duras e totalmente verrugosas (Koyama, 2003).

Segundo Gilly (1941) *C. montanus* subsp. *montanus*, têm como características folhas levemente revolutas e ciliadas na margem (Tabela 1). Aquênio ovóide, marrom escuro, bico marrom claro com metade do tamanho do corpo do fruto (Tabela 1). Presença marcante de um anel de cílios na região hipógina, que alcança ou ultrapassa o tamanho do corpo do aquênio (Tabela 1).

Cephalocarpus montanus subsp. *montanus* apresenta os caracteres típicos do complexo, suas partes vegetativas são menos glabras ou pubescentes. Superfície foliar frequentemente lisa e suas espiguetas, tanto as estaminadas quanto as estipuladas são geralmente maiores que as outras espécies. Suas glumas são mais escuras e rígidas. Possui registros de localização nas redondezas dos Escudos das Guianas, Equador e Peru (Gilly, 1941; Koyama, 2003; Costa, 2018a).

Cephalocarpus montanus subsp. *glaucifolius* (Gilly) S.M. Costa; Possui características morfológicas próximas às encontradas em *C. montanus* subsp. *montanus*, mesmo número de paracládios e espiguetas. Sua lâmina foliar é glauca e revoluta na margem superior (Tabela 1). Inflorescência mais glauca e seus aquênios variam entre pequenos e médios, ovoides e glabros, corpo e bico de tamanhos equivalentes (Tabela 1). Cílios da escama hipógina menor que o corpo (Tabela 1). Possui registro de ocorrência nos Escudos das Guianas (Gilly, 1941; Costa, 2018a).

Cephalocarpus montanus subsp. *guaiquinimae* (Schnee) S.M. Costa; possui folhas glaucas pubescentes (Tabela 1) e mais curtas que as outras espécies do complexo. Menos espiguetas e paracládios menores, seus aquênios variam de médios a pequenos. Possui registro de ocorrência restrita às redondezas do Cerro Guaiquinima e Venezuela Central (Costa, 2018a).

Cephalocarpus montanus subsp. *velutinus* (T. Koyama) S.M. Costa; apresenta características que se assemelham as típicas e observadas para *C. montanus* subsp. *guaiquinimae*. Tem como características singulares folhas densamente vilosas (Tabela 1) e glumas e inflorescências densamente puberulentas. Suas inflorescências paniculadas são mais congestionadas e aquênios variando de pequenos a médios. Possui registros exclusivos do Cerro de la Neblina na fronteira da Venezuela com o Brasil (Koyama, 1969; Costa, 2018a).

Koyama & Maguire (1965) reconheceram *E. disticha* (T.Koyama & Maguire) S.M. Costa (Tabela 2), principalmente pelas folhas visivelmente divididas e hastes completamente opacas e facilmente reconhecíveis, possui folhas, aquênio (Tabela 1) e glumas típicas do gênero. Koyama (2003) ressalta que quando jovens indivíduos de *C. distichous* podem ser confundidos com *C. montanus* subsp. *montanus*, sendo pontos de distinção principalmente a disposição mais regular e densa das folhas dísticas e as espiguetas e cúmulo maiores (Koyama, 2003). Entretanto, Costa (2018a) menciona que estudos mais detalhados das estruturas, principalmente do aquênio, poderiam realocar a espécie como mais uma subespécie no complexo *C. montanus*, devido a uma sobreposição do tamanho das espiguetas entre as espécies, além de não considerar a disposição foliar como um caractere definitivo para a manutenção do status de espécie.

Everardia duidae foi reconhecida por Gilly (1941) (Tabela 2) tendo como características folhas glabras na superfície abaxial e rugosa na superfície adaxial e de margem áspera e rugosa (Tabela). O aquênio glabro, com o bico com tamanho equivalente ao do corpo do fruto (Tabela 1), algumas vezes apresentando pubescência no ápice. Koyama & Maguire (1965) e Koyama (2003), embora destaquem as folhas involutas espessas e rugosas como característica discrepante, colocam a espécie como sinônimo de *C. montanus* subsp. *montanus* (Tabela 2), devido principalmente aos cílios amarelados das escamas hipóginas. Costa (2018a) defende o *status* de espécie de *C. duidae* devido tanto à consistência quanto a coerência dos caracteres vegetativos e reprodutivos, além de uma ampla distribuição geográfica.

Cephalocarpus ptariensis (Gilly) S.M. Costa foi reconhecida em 1951 (Tabela 2) sob o basônimo de *Everardia ptariensis*, habitando o mesmo local que

Cephalocarpus montanus subsp. *montanus* e foi diferenciada desta pelas espiguetas muito mais finas e alongadas e pela estrutura do aquênio (Tabela) (Gilly, 1951). Koyama e Maguire (1965) consideraram a espécie como sinônimo de *Everardia montana* (Tabela 2), principalmente pela coloração amarelada dos cílios da escama hipógina e pelo aquênio com formato obovóide a obovóide/oblongo, com bico invariavelmente mais curto que o corpo do fruto. Costa (2021a) manteve o *status* de *C. ptariensis* como espécie (Tabela 2), devido principalmente a caracteres foliares, como o formato linear-lanceolado, superfície brilhante e lisa e a presença de cílios nas margens e na nervura central abaxial.

Costa (2018b) destaca que uma análise morfológica superficial sem o acompanhamento de uma estatística morfológica ou análise molecular é insuficiente para assegurar o *status* da espécie. Se o espécime analisado pertence à *Cephalocarpus montanus* subsp. *montanus* é um ecotipo, híbridos, ou ainda espécies diferentes.

Tabela 1. Diferença entre espécies e subespécies do Complexo *Cephalocarpus montanus* segundo a descrição de especialistas, onde: C.m = *C. montanus* subsp. *montanus* (GILLY, 1941; KOYAMA & MAGUIRE, 1965; KOYAMA, 2003; COSTA, 2018a); C.pta = *C. ptariensis* (KOYAMA, 2003); C.du = *C. duidae* (KOYAMA, 2003); C.dist = *C. distichous* (KOYAMA & MAGUIRE, 1965; KOYAMA, 2003) ; C.glau = *C. montanus* subsp. *glaucifolius* (GILLY, 1941; KOYAMA, 2003) C.gua = *C. montanus* subsp. *guaiquinimae* (COSTA, 2018a); C.vell = *C. montanus* subsp. *vellutinus* (KOYAMA, 1969); S.I = Sem informação. Características únicas de um caractere analisado estão destacados em negrito.

Espécie	<i>C.m</i>	<i>C. pta</i>	<i>C. du</i>	<i>C. dist</i>	<i>C. glau</i>	<i>C. gua</i>	<i>C. vell</i>
Lâmina foliar	Margens revoluta e ciliadas	Margem e nervura central ciliada	Rugosa adaxial e glabra abaxial	Margens revolutas e ciliadas	Margens revoluta e glaucas	Glaucos e puberulentos	Vilosa
Formato do aquênio	Ovóide	Ovóide	Ovóide	Elipsóide	Ovóide	S.I	S.I
Tricomas no aquênio	Ausente	Ausente	Ausente	Presente	Ausente	S.I	S.I

Tamanho relativo bico/corpo aquênio	Menor	Menor	Igual	Maior	Igual	S.I	S.I
Tamanho relativo corpo aquênio/cíl -io hipógino	Igual	Menor	Menor	Maior	Menor	S.I	S.I

Fonte: Do autor, 2024.

Tabela 2. Diferentes circunscrições do *Complexo Cephalocarps montanus* por diferentes especialistas, onde: C.m = *C. montanus* subsp. *montanus*; C.pta = *C. ptariensis*; C.du = *C. duidae*; C.dist = *C. distichous*; C.glau = *C. montanus* subsp. *glaucifolius*; C.gua = *C. montanus* subsp. *guaiquinimae*; C.vell = *C. montanus* subsp. *vellutinus*.

Espécie	<i>C.m</i>	<i>C. pta</i>	<i>C. du</i>	<i>C. dist</i>	<i>C. glau</i>	<i>C. gua</i>	<i>C. vell</i>
Gilly, 1941	Espécie	Não estudado	Espécie	Não estudado	Espécie	Não estudado	Não estudado
Gilly, 1951	Espécie	Espécie	Não estudado	Não estudado	Não estudado	Não estudado	Não estudado
Koyama e Maguire, 1965	Espécie	Subespécie	Subespécie	Espécie	Subespécie	Subespécie	Não estudado
Koyama, 2003	Espécie	Subespécie	Subespécie	Espécie	Subespécie	Subespécie	Subespécie
Costa, 2021	Espécie	Espécie	Espécie	Espécie	Subespécie	Subespécie	Subespécie

Fonte: Do autor, 2024.

3. MORFOMETRIA E ASPECTOS EVOLUTIVOS EM COMPLEXOS DE ESPÉCIES

O uso de morfometria acompanhada de outras análises como a molecular pode ampliar o entendimento das relações evolutivas refletidas em caracteres morfológicos em complexos de espécies (Pinheiro *et al.*, 2018). A falta de correlação entre dados morfométricos e genéticos pode levar a uma interpretação de evolução convergente (Pinheiro *et al.*, 2018).

Abordagens morfológicas teóricas, análises com base em forma, estrutura ou função, tornam possível organizar informações morfométricas em modelos que ao contrário seriam difíceis de medir diretamente (Noshita, Murata, Kyrie, 2022). Viabilizando avaliar hipóteses morfológicas baseadas nestes modelos, avaliando suas funções e possíveis restrições em grupos alvos de estudos (Noshita, Murata, Kyrie, 2022).

Há diversos estudos tanto em eudicotiledôneas quanto em monocotiledôneas em que o uso da morfometria foi capaz de delimitar morfologicamente a circunscrição das entidades taxonômicas em complexo de espécies. Apresentando padrões de variação e agrupamentos que permitem avanços no estudo sistemático destes grupos (Naczi *et al.*, 1998; Smith e Waterway, 2008; Nacsi e Moyer, 2016; Neves *et al.*, 2018; Guerra, *et al.* 2019; Xanthos, Mayo e Larridon, 2023).

Para Cyperaceae, a análise morfométrica para verificar limites de espécies não é rara. A técnica vem sido usada por especialistas para apurar a circunscrição de espécimes intimamente relacionados dentro da família.

Naczi *et al* (1998) realizaram um estudo morfométrico em *Carex* (Cyperaceae) na espécie *Carex willdenowii* e correlacionando sua distribuição geográfica e características de habitat com suas características morfológicas chegou a conclusão que taxonomicamente é mais correto dividir a espécie em 3: *C. basiantha* Steudel, *C. willdenowii* Willdenow, *C. superata* Naczi, Reznicek, & B.A. Ford, sp. nov. *Carex basiantha*, formando um novo complexo no gênero.

Smith e Waterway (2008) realizaram uma abordagem integrando morfometria e análise molecular testando a circunscrição em espécies intimamente relacionadas: *Carex roanensis* F. J. Herm; *Carex aestivalis* M. A. Curtis ex A.Gray; *Carex virescens* Muhl. ex Willd e *Carex swanii* (Fernald) Mack. Relataram que apesar de diferenças visíveis os espécimes não se separaram através da morfometria, apenas com a análise molecular (Polimorfismos em fragmentos amplificados) foi possível indicar a separação de três espécies: *Carex roanensis*; *Carex virescens* e *Carex swanii*.

Nacsi e Moyer (2016) ao analisarem o complexo *Rhynchospora glomerata* (Cyperaceae) morfometricamente, chegaram a uma redução drástica do complexo. Principalmente pela variação dos caracteres: largura foliar, comprimento do aquênio e do cílio encontrado no perianto o complexo que antes contava com 13 espécies foi reduzido para apenas três: *Rhynchospora capitellata* (Michx.) Vahl; *Rhynchospora glomerata* (Michx.) Vahl e *Rhynchospora leptocarpa* (Chapman ex Britton) e nenhuma subespécie foi aceita.

Xanthos, Mayo e Larridon (2023) utilizaram análise morfométrica multivariada no complexo *Cyperus margaritaceus-niveus* a partir de 489 espécimes de herbário e 15 variáveis morfológicas. Analisando as nove espécies indicadas para o complexo, concluíram que apenas seis morfotipos poderiam ser reconhecidos por seus caracteres morfológicos escolhidos no estudo e por sua distribuição geográfica (Xanthos, Mayo e Larridon, 2023).

Este trabalho através da morfometria procurou avaliar a circunscrição de espécies e subespécies do complexo *Cephalocarpus montanus*. Aumentando o conhecimento sobre a biodiversidade e disponibilizando dados para futuros projetos de conservação.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Obtenção de dados

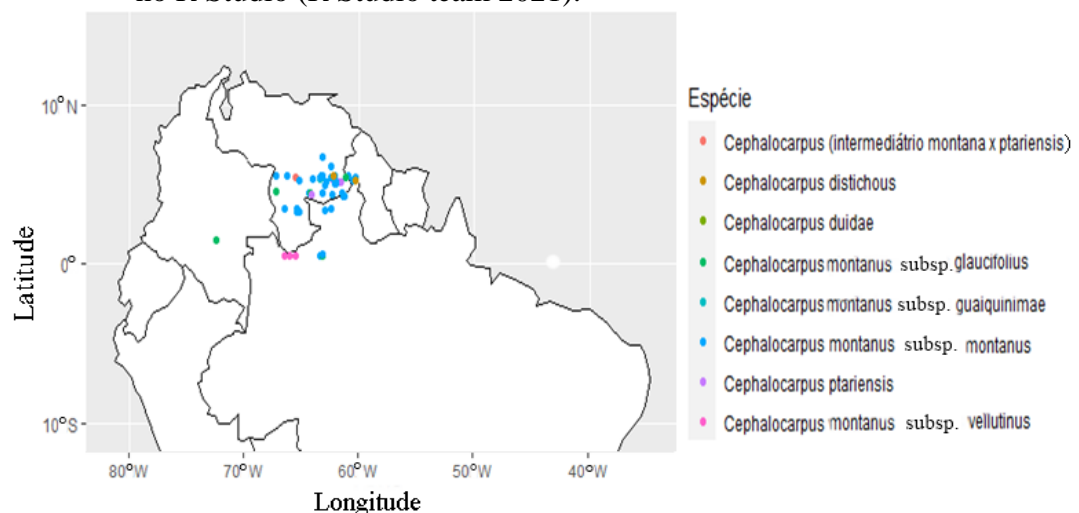
Para a análise morfométrica foi considerada a circunscrição mais recente do complexo (Costa, 2021a), onde são consideradas quatro espécies (Costa, 2021a); *Cephalocarpus montanus* (Ridley) S.M. Costa; *C. duidae* (Gilly) S.M. Costa; *C. ptariensis* (Gilly) S.M. Costa e *C. distichous* (T.Koyama & Maguire) S.M. Costa; e quatro subespécies (Costa, 2021a): *C. montanus* subsp. *montanus* (Ridley); *C. montanus* subsp. *glaucifolius* (Gilly) S.M. Costa; *C. montanus* subsp. *guaiquinimae* (Schnee) S.M. Costa e *C. montanus* subsp. *velutinus* (T. Koyama) S.M. Costa.

A análise morfométrica foi feita, com o auxílio do programa Image J®, a partir da medição de caracteres morfológicos presentes em imagens de alta resolução de

espécimes previamente coletadas do complexo *C. montanus* disponibilizadas nos herbários: NY; MO; F e US (acrônimos segundo Thiers *et al.*, 2016 continuamente atualizado). Além disso, foram usadas anotações realizadas e fotografadas em exsicatas obtidas em visitas físicas prévias às instituições citadas acima, por Suzana Maria Dos Santos Costa especialista no grupo e orientadora deste projeto. Além das informações de espécimes, foram incluídos nas matrizes espécimes hipóteses, criados a partir das descrições morfológicas feitas das espécies e subespécies do complexo, em suas publicações originais encontradas na literatura e realizadas por especialistas do grupo (Gilly, 1941; Gilly, 1951; Koyama & Maguire, 1965). Foram analisados caracteres morfológicos considerados importantes para o grupo, como as dimensões das folhas e características das lâminas foliares e as dimensões e características dos aquênios e dimensões das espiguetas (Gilly, 1941; Gilly, 1951; Koyama & Maguire, 1965; Koyama 2003; Costa 2021a; 2018a). (Tabela 3).

Fotografias de espiguetas e aquênios foram obtidas pela especialista no grupo Suzana Maria Dos Santos Costa em visitas prévias aos herbários e fotografadas em lupa binocular, Nikon modelo SMZ 745T, equipada com a lente Infinity 1 no laboratório de anatomia no setor de botânica aplicada da Universidade Federal de Lavras e editadas utilizando o programa Coreldrawn (2020).

Figura 1. Distribuição dos espécimes dos herbários usados neste estudo. Mapa criado no R Studio (R Studio team 2021).



Fonte: Do autor, RStudio, 2024.

Tabela 3. Caracteres morfológicos quantitativos e qualitativos utilizados nas análises morfométricas.

Tipos de variáveis	Caráter	Estado de caráter
Qualitativa	Presença/ausência de tricomas no limbo foliar	Presente (1); ausente (0).
Qualitativa	Presença/ausência de tricomas nas margens das folhas.	Presente (1); ausente (0).
Qualitativa	Presença/ausência de tricomas nas nervuras das folhas	Presente (1); ausente (0).
Qualitativa	Presença/ausência de tricomas na base foliar	Presente (1); ausente (0).
Qualitativa	Formato obovóide do fruto, largura do aquênio pelo comprimento do corpo.	Ovóide, Elipsóide.
Qualitativa	Presença de tricomas no fruto	Presente (1); ausente (0).
Qualitativa	Tamanho da espiguetta em relação à parte vegetativa	Maior/menor
Quantitativa	Tamanho médio das folhas em cinco pontos diferentes de cada indivíduo, medições para a largura na base da folha.	Comprimento; Largura
Quantitativa	Tamanho da espiguetta masculina	Comprimento; Largura
Quantitativa	Tamanho da espiguetta feminina	Comprimento; Largura
Quantitativa	Tamanho do aquênio	Comprimento e largura do corpo; do bico; da escama hipógina, do cílio da escama e total do fruto.

Fonte: Do autor, 2024.

4.2. Análise morfométrica e cluster aglomerativa

A partir dos dados quantitativos (Tabela 3) foi feita análise de correlação linear gerando uma matriz de correlação entre as variáveis, utilizando os pacotes ggcorrplot (Kassambara, 2019) e GGally (Schloerke, Barret *et al.*, 2021), para verificar as dependências entre as múltiplas variáveis morfológicas escolhidas. Para evitar redundância as variáveis com correlações consideradas fortes, acima de 0,7, foram excluídas das análises multivariadas (Reis, 2021).

Utilizando variáveis selecionadas após o teste de correlação foi realizada análise de componente principal (PCA) utilizando os pacotes FactoMineR (Lê *et al.*, 2008) e factoextra (Kassambara e Mundt, 2021). Além disso, foi realizada uma análise discriminante linear (LDA) utilizando os pacotes Mass (Ripley, Brian *et al.*, 2013), Caret (Kuhn, Max *et al.*, 2020) e Vegan (Oksanen *et al.*, 2017). Ambas as análises foram feitas utilizando as mesmas variáveis para testar diferenças estatísticas entre os grupos formados, todos os pacotes foram utilizados no programa R (R Core Team, 2018). Estas análises são consideradas importantes para verificar as posições de todos os táxons existentes no complexo e para a geração de hipóteses taxonômicas (Neves *et al.*, 2018). Para preencher os dados faltantes das estruturas do aquênio foi usado o pacote missMDA (Julie e Francois, 2016). Para os dados qualitativos (Tabela 3) foi feita uma análise cluster aglomerativa utilizando-se do índice de similaridades de Gower através do pacote Vegan (Oksanen *et al.*, 2017) e a função hclust, para a criação do dendograma.

5. RESULTADOS

Utilizando a identificação taxonômica atualizada pela especialista no grupo, Suzana Maria Dos Santos Costa foram analisadas 208 espécimes provenientes de fotos disponibilizadas em herbários digitais e da análise direta realizada por Suzana Maria Dos Santos Costa em espécimes dos herbários NY, MO e US. Dentre estas a espécie-tipo *Cephalocarpus montanussubsp. montanus* foi a mais amostrada com 113 espécimes, *Cephalocarpus ptariensis* teve 31 espécimes analisados, a subespécie *C. montanus subsp. glaucifolius* 25 espécimes, *C. duidae* 15 espécimes, *C. distichous* 7

espécimes, *C. montanus* subsp. *guaiquinimae* 11 espécimes e *C. montanus* subsp. *vellutinus* 5 espécimes. Também foram analisados espécimes com anotações em sua etiqueta de características híbridas. Um espécime avaliado como híbrido entre *C. montanus* subsp. *montanus* e *C. duidae* e um espécime com características híbridas entre *C. montanus* subsp. *montanus* e *C. ptariensis*, para comparações morfométricas (Lista completa de materiais analisados em anexo).

Para gerar o que chamamos de "espécie-hipótese" nas análises, foram utilizadas as descrições originais das espécies e táxons subordinados. Para *Cephalocarpus montanus* subsp. *montanus*, *C. duidae* e *C. montanus* subsp. *glaucofolius* foi usada a descrição de Gilly (1941). Em *C. ptariensis* foi usada à descrição de Gilly (1951) e para *C. distichous*, Koyama e Maguire (1965).

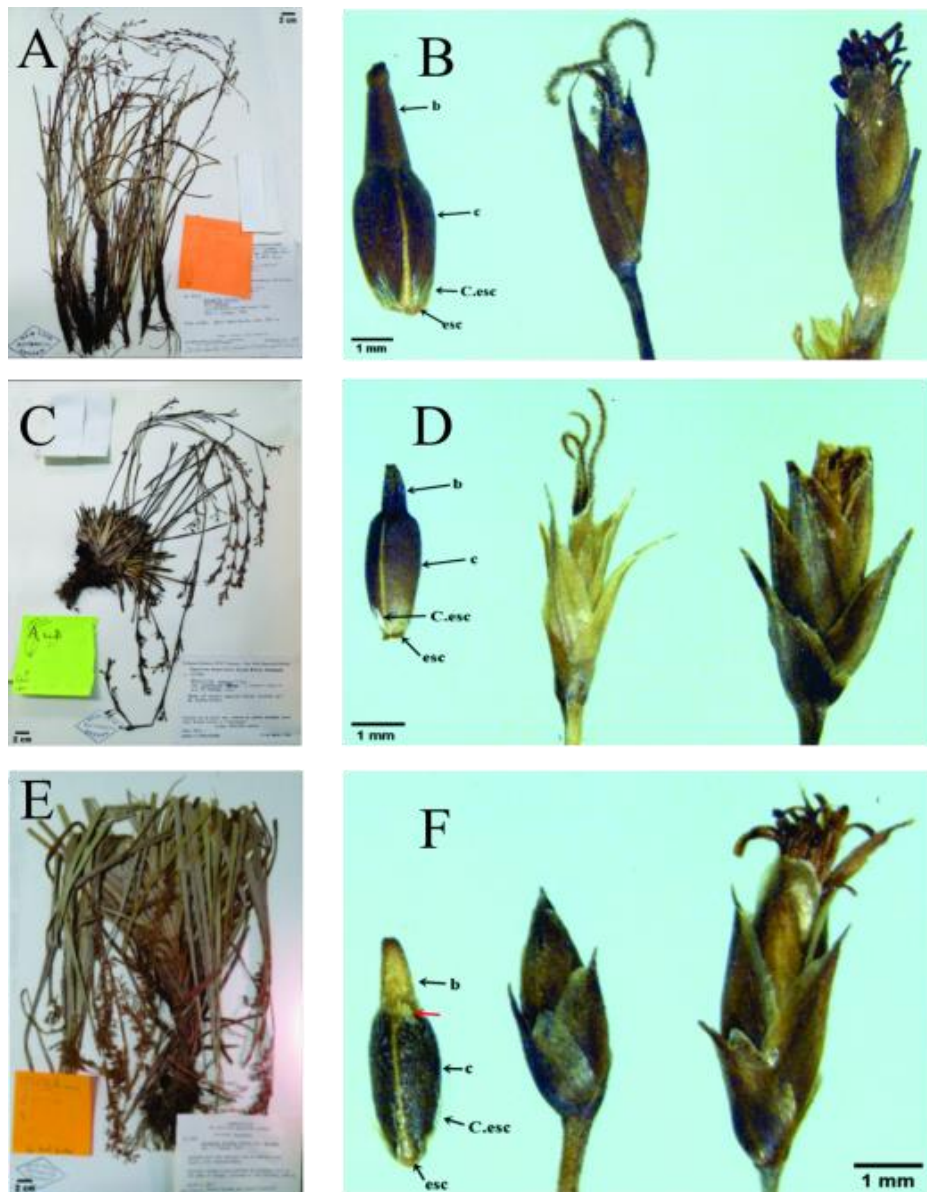
Não foi possível encontrar uma descrição morfológica quantitativa para criação de hipótese original para *C. montanus* subsp. *vellutinus*. Koyama (1969) não forneceu uma descrição morfológica quantitativa para seus caracteres morfológicos, se limitando a descrever a vilosidade de suas estruturas vegetativas e reprodutivas e sua semelhança com *C. montanus* subsp. *montanus* e *C. montanus* subsp. *guaiquinimae*. E para *C. montanus* subsp. *guaiquinimae*, pois sua descrição original se encontra na Venezuela, onde não houve digitalização de suas coleções e bibliotecas.

5.1 Características morfológicas das espécies do complexo

A espécie *C. montanus* subsp. *montanus* apresentou uma grande variação das estruturas morfológicas analisadas, apresentando valores médios para o complexo, apenas o aquênio apresentou valores entre pequeno e médio (Figura 2. B; Figuras 5 e 6). Dos 113 espécimes analisados, as folhas de *C. montanus* subsp. *montanus* apresentaram tricomas na margem, na nervura e no limbo em 36,8% dos espécimes analisados; 22,6% nas margens, nervuras e base; 13,2% nas margens e nervuras; 11,3% apenas nas margens; 2,8% apenas na base foliar; 1,9% nas margens e na base; 1,9% no limbo e na base foliar; 1% no limbo, margem e base foliar; 1% margem e limbo e 7,5% dos espécimes não apresentaram tricomas (Figura 7). As inflorescências ultrapassaram o tamanho das folhas em 83,9% dos espécimes (Figura 8).

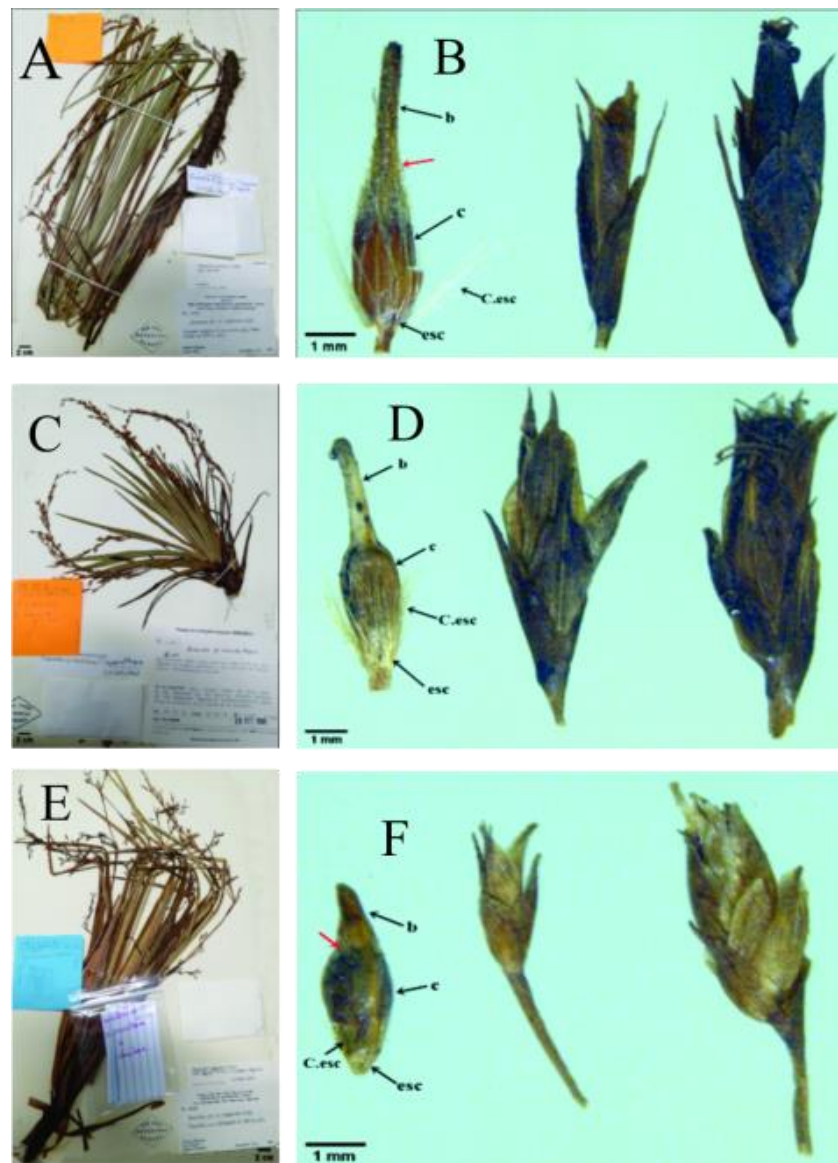
Dentre os 113 espécimes analisados os aquênios em *C. montanus* subsp. *montanus* apresentaram forma ovóide em 60,9% (Figura 2. B) dos espécimes e elipsóide em 21,7%; 17,4% estavam ainda imaturos e não puderam ter sua forma definida (Figura 8). Os tricomas estiveram presentes em 68% dos frutos e ausentes em 32% (Figura 7).

Figura 2. Espécimes analisados e suas unidades reprodutivas, onde: A-B. *Cephalocarpus montanus* subsp. *montanus*; NY, No.42341; Basset Maguire, John J. Wurdack, Celia K. Maguire, 1957; Cerro de la Neblina, Rio Yatua (1900m); Aquênio (b = bico; c = corpo; esc = escama hipógina; C.esc = cílio da escama hipógina); Espigueta feminina; Espigueta masculina. Setas vermelhas indicam aglomerações de tricomas. C-D. *C. ptariensis*; NY, No.93964; J.A. Steyermark, 1964; Tepuy El Libertador (2050-2300m); Aquênio (b = bico; c = corpo; esc = escama hipógina; C.esc = cílio da escama hipógina); Espigueta feminina; Espigueta masculina. E-F. *C. duidae*; NY, No. 7529; Tetsuo Koyama, Getulio Agostini, 1967; Uaipan peak (1200m); Aquênio (b = bico; c = corpo; esc = escama hipógina; C.esc = cílio da escama hipógina); Espigueta feminina; Espigueta masculina. Setas vermelhas indicam aglomerações de tricomas.



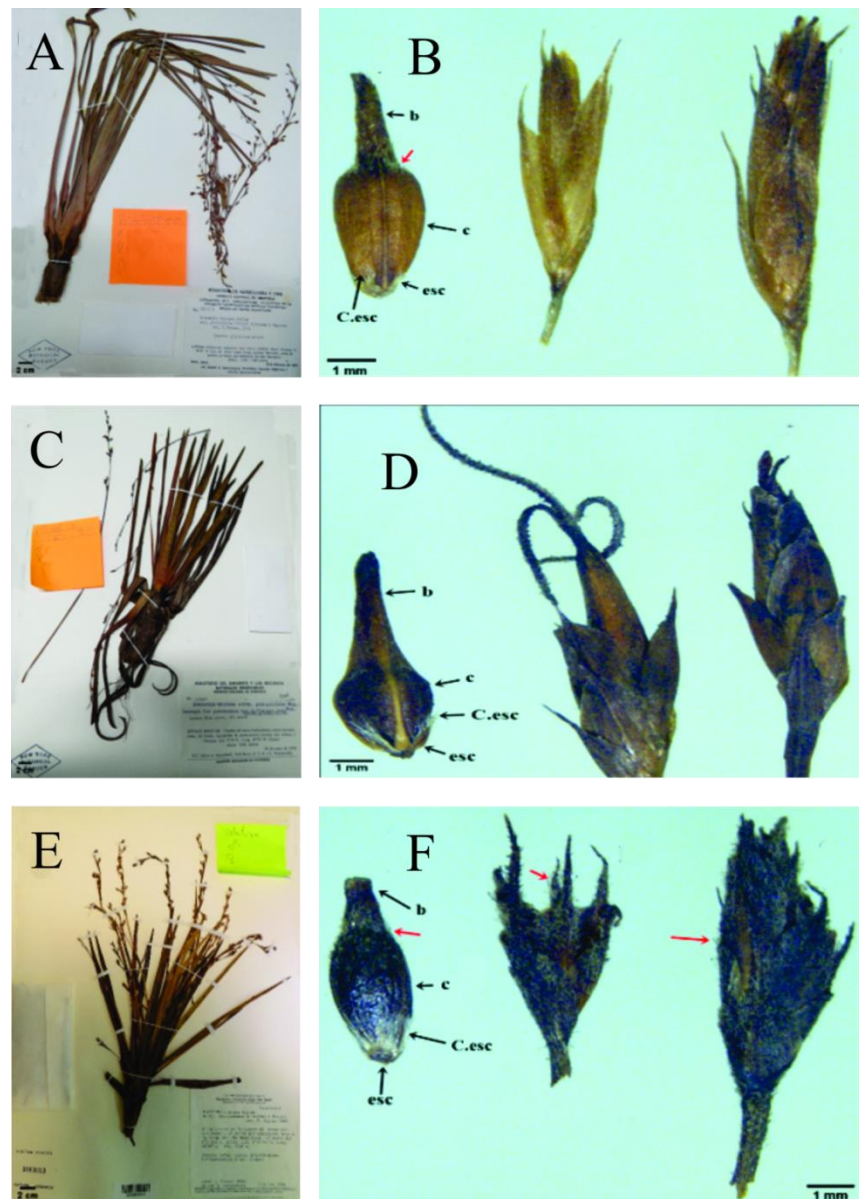
Fonte: Do autor, 2024.

Figura 3. A-B. *C. distichous*; NY, No. 27701; Basset Maguire, Louis Politi, 1948; Cerro Sipapo (1500m); Aquênio (b = bico; c = corpo; esc = escama hipógina; C.esc = cílio da escama hipógina); Espigueta feminina; Espigueta masculina. Setas vermelhas indicam aglomerações de tricomas. C-D. **Intermediário *montanus* subsp. *montanus* x *ptariensis***; NY, No. 11883; Otto Huber, 1986; Cerro Yaví, Rio Parucito (2100m); Aquênio (b = bico; c = corpo; esc = escama hipógina; C.esc = cílio da escama hipógina); Espigueta feminina; Espigueta masculina. E-F. **Intermediário *montanus* subsp. *montanus* x *duidae***; NY, No. 30290; G. Martinelli, D. Costa, H. C Lima, A. Quinet, A. Stival, E. Fernandez, M.A Moraes, 1963; Serra do Aracá (960m); Aquênio (b = bico; c = corpo; esc = escama hipógina; C.esc = cílio da escama hipógina); Espigueta feminina; Espigueta masculina. Setas vermelhas indicam aglomerações de tricomas.



Fonte: Do autor, 2024.

Figura 4. A-B. *C. montanus* subsp. *glaucofolius*; NY, No. 109329; J. A. Steyermark, Victoriano Carreño E. Charles Brewer-Carías, 1974; Meseta del Jaua (1750-1800m); Aquênio (b = bico; c = corpo; esc = escama hipógina; C.esc = cílio da escama hipógina); Espigueta feminina. C. Espigueta masculina. Setas vermelhas indicam aglomerações de tricomas. C-D. *C. montanus* subsp. *guaiquinimae*; NY, No. 117437; J.A Steyermark, Paúl Berry, G.C.K & E. Durnsteville, 1978. Cumbre Del Cerro Guaiquinima, (1650m); Aquênio (b = bico; c = corpo; esc = escama hipógina; C.esc = cílio da escama hipógina); Espigueta feminina. C. Espigueta masculina. E-F. *C. montanus* subsp. *vellutinus*; NY, No. 9399; J.A Steyermark, L. Luteyn, 1984; Pico Neblina, (1880m); Aquênio (b = bico; c = corpo; esc = escama hipógina; C.esc = cílio da escama hipógina); Espigueta feminina; Espigueta masculina. Setas vermelhas indicam aglomerações de tricomas.



Fonte: Do autor, 2024.

Dentre os 25 espécimes analisados a subespécie *C. montanus* subsp. *glaucofolius* apresentou folhas de maior comprimento, aquênios de maior largura com cílios hipóginos pequenos (Figura 4. B; Figuras 5 e 6). As folhas de *C. montanus* subsp. *glaucofolius* apresentaram tricomas na margem e na nervura em 29% dos espécimes analisados, 12,5% nas margens e nervuras e na base, 12,5% apenas nas margens, 8,3% nas margens e na base, 37,5% dos espécimes não apresentaram tricomas (Figura 7). As inflorescências ultrapassaram o tamanho das folhas em 88% dos espécimes (Figura 8).

Já para as 25 exsiccatas analisadas para *C. montanus* subsp. *glaucofolius* os aquênios apresentaram forma ovóide em 45,4%, elipsóides em 18,7%, e 18,7% estavam ainda imaturos e não puderam ter sua forma definida (Figura 7). Os tricomas estiveram ausentes em 89% dos frutos e presentes em 11% (Figura 8).

A subespécie *C. montanus* subsp. *guaiquinimae* apresentou folhas de maior largura, espiguetas pistiladas e estaminadas de maior comprimento e largura, aquênios grandes, com altos valores de suas partes para o complexo (Figura 4. C e D; Figuras 5 e 6).

Dentre as 11 exsiccatas analisadas, as folhas de *C. montanus* subsp. *guaiquinimae* apresentaram tricomas nas margens, nervuras e limbo em 37,5% dos espécimes, 37,5% apresentaram tricomas apenas no limbo e 25% nas margens e nervuras (Figura 7). Inflorescência maior do que as folhas em 100% dos espécimes (Figura 8). Os aquênios analisados apresentaram formato ovóide (Figura 8) e ausência de tricomas (Figura 8).

Nos 5 espécimes analisados a subespécie *C. montanus* subsp. *vellutinus* apresentou folhas de menor comprimento e espiguetas estaminadas e pistiladas de maior largura (Figura 4. E e F). Apenas um espécime analisado de *C. montanus* subsp. *vellutinus* apresentou dados da frutificação, seu aquênio apresentou valores altos para comprimento e largura, corpo grande e bico pequeno para o complexo, contendo uma escama hipógina pequena com um cílio grande (Figura 4. F; Figuras 5 e 6). Suas folhas apresentaram tricomas, na base, margem, nervura e limbo (Figura 7) e sua

inflorescência se apresentou maior que suas folhas (Figura 8), o aquênio analisado possui forma ovóide (Figura 8) e presença de tricomas (Figura 8).

A espécie *Cephalocarpus distichous* apresentou espiguetas estaminadas menores e de menor largura, enquanto que as espiguetas pistiladas apresentaram menor comprimento e seus aquênios são grandes para o complexo, principalmente pelo comprimento do bico, suas escamas hipóginas são os menores e seus cílios os maiores do complexo (Figura 3. B; Figuras 5 e 6). Dentre os 7 espécimes analisados, as folhas de *C. distichous* apresentaram tricomas nas margens e nervuras em 66,6% dos espécimes e 33,3% apresentaram tricomas apenas nas margens (Figura 7), inflorescência menor que as folhas em 66,6% dos espécimes (Figura 8). Os aquênios analisados apresentaram formato elipsóide (Figura 8) e presença de tricomas em todos os espécimes (Figura 8).

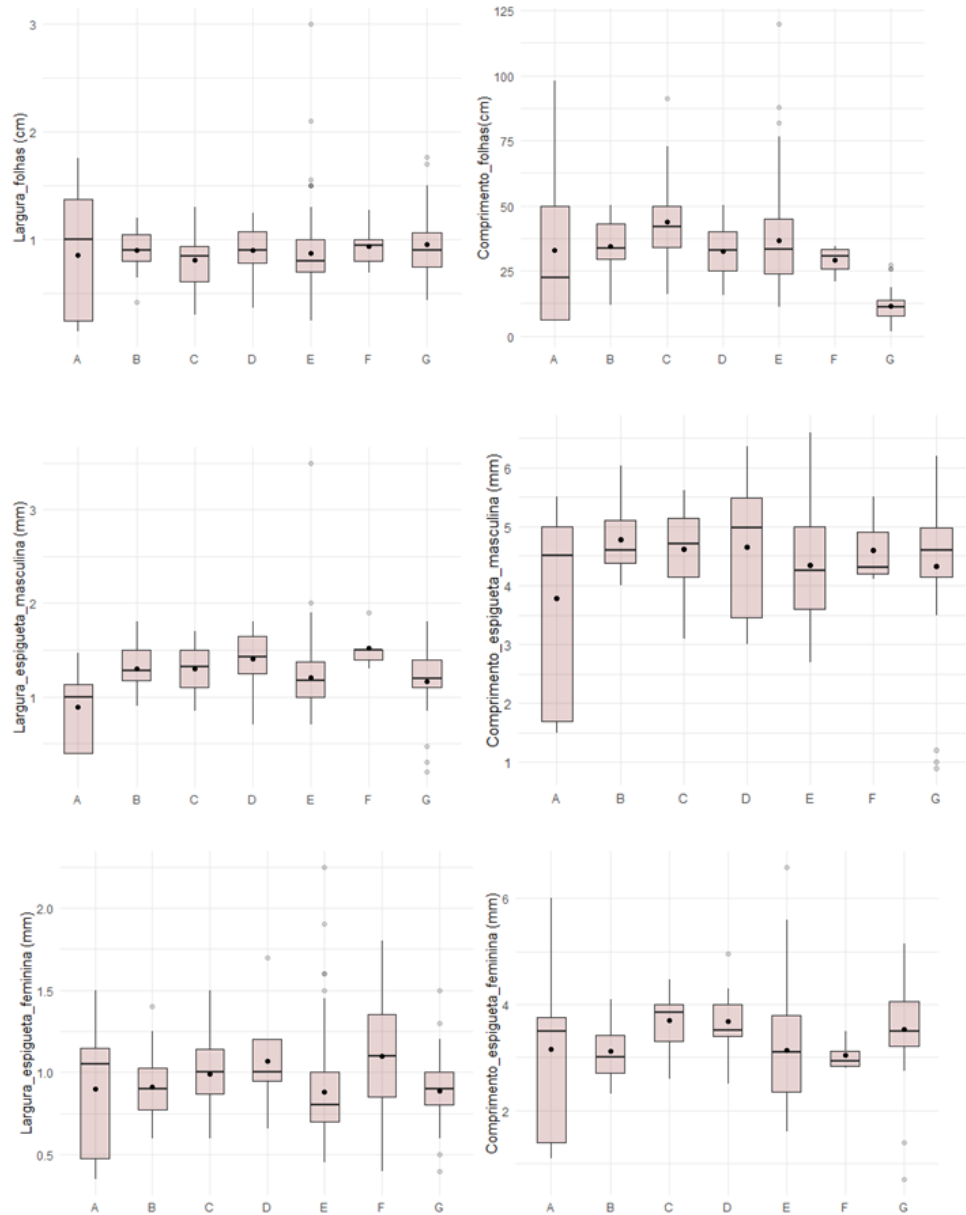
Nos 14 espécimes analisados, a espécie *Cephalocarpus duidae* apresentou variações morfológicas médias para o complexo, apenas o aquênio apresentou comprimento de médios a pequenos e a escama hipógina que apresentou o menor tamanho médio para o complexo (Figura 2. D; Figuras 5 e 6). As folhas de *C. duidae* apresentaram tricomas na margem, na nervura e no limbo em 64,2% dos espécimes analisados; 14,3% nas margens e nervuras; 7,1% apenas nas margens; 7,1% nas margens e no limbo e 7,1% dos espécimes não apresentaram tricomas (Figura 7). As inflorescências ultrapassaram o tamanho das folhas em 93,4% dos espécimes (Figura 8). Os aquênios em *C. duidae* apresentaram forma ovóide em 75% dos espécimes e elipsóide em 25% (Figura 8). Os tricomas estiveram presentes em 87,5% dos frutos e ausentes em 12,5% (Figura 8).

Dentre os 31 espécimes analisados, a espécie *Cephalocarpus ptariensis* apresentou folhas pequenas e de maior largura, espiguetas femininas e aquênio de maior comprimento para o complexo (Figura 2. C e D; Figuras 5 e 6). As folhas de *C. ptariensis* não apresentaram tricomas em 75% dos espécimes; 8,3% apresentaram tricomas nas margens, limbos e nervura, 8,3% nas margens e limbos e 8,3% apenas nas margens (Figura 7). As inflorescências ultrapassaram o tamanho das folhas em 94,8% dos espécimes (Figura 8).

O espécime com características intermediárias entre *C. montanus* subsp. *montanus* x *C. patariensis* (Figura 3. C e D) apresentou folha com comprimento de 23,5 cm e largura de 9 mm (Figura 3. C). Espigueta estaminada com comprimento de 5,37 mm e largura de 1,55 mm, espiguetas pistiladas com comprimento de 3,46 mm e largura de 8 mm. Aquênio com 7,3 mm de comprimento e 1,5 mm de largura (Figura 3. D). Bico com 3,4 mm de comprimento e o corpo do aquênio com 3,9 mm. As escamas hipóginas com 0,65 mm de comprimento e os cílios da escama 2,5 mm de comprimento (Figura 3. C e D). Suas folhas apresentaram tricomas nas margens e sua inflorescência se apresentou maior que suas folhas, o aquênio analisado possui forma elipsóide (Figura 3.D) e ausência de tricomas (Figura 3.D).

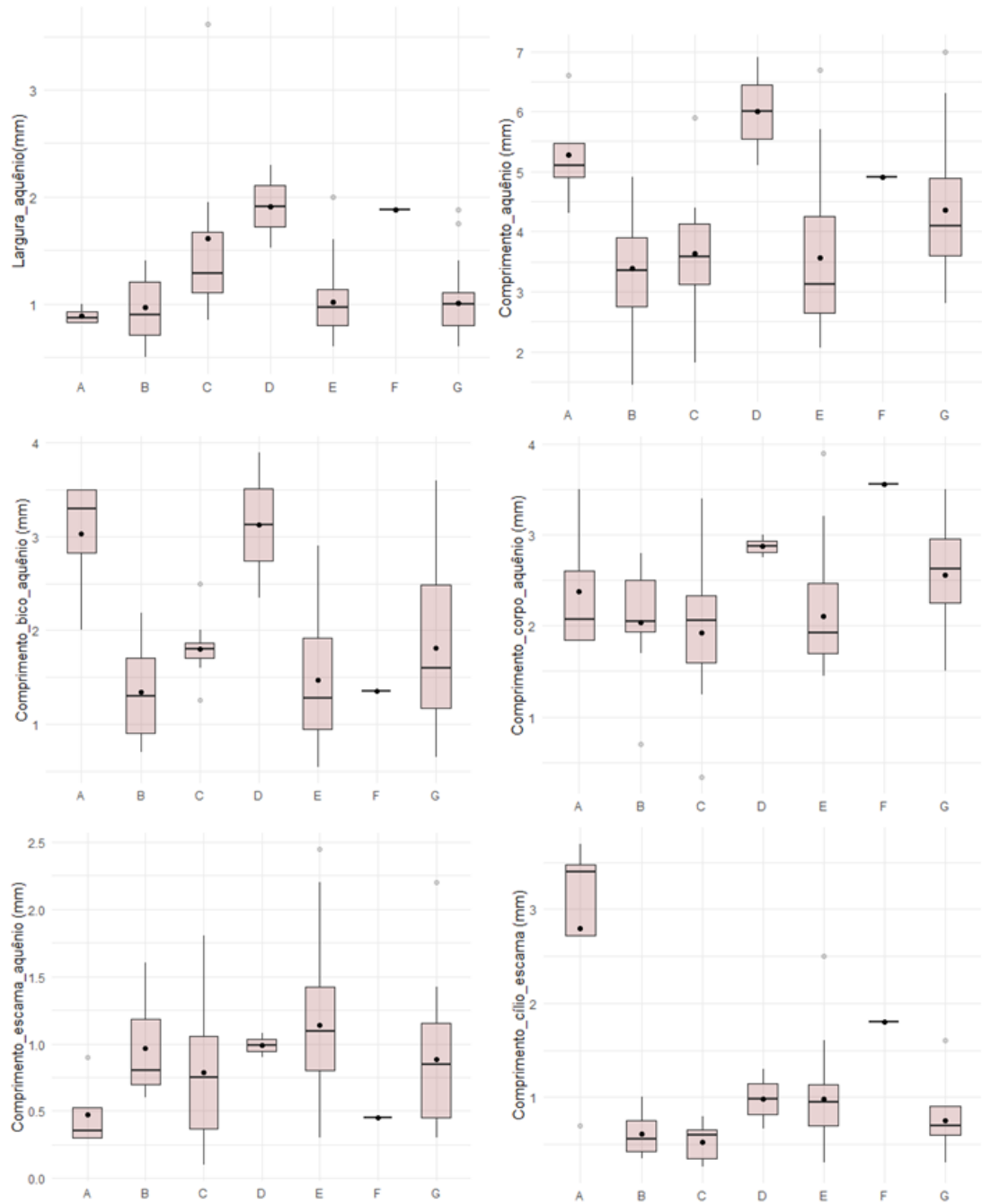
O espécime com características intermediárias entre *C. montanus* subsp. *montanus* x *C. duidae* (Figura 3. E e F) apresentou folha com comprimento de 48 cm e largura de 10 mm (Figura 3. E). Espigueta estaminada com comprimento de 4,9 mm e largura de 1,5 mm, espiguetas pistiladas com comprimento de 3,4 mm e largura de 9 mm. Aquênio com 4,1 mm de comprimento e 1,2 mm de largura (Figura 3. F). Bico com 1,5 mm de comprimento e o corpo do aquênio com 2,6 mm. As escamas hipóginas com 0,6 mm de comprimento e os cílios da escama 0,6 mm de comprimento (Figura 3. F). Suas folhas apresentaram tricomas nas margens, nervuras e limbo (Figura 3. E) e sua inflorescência se apresentou maior que suas folhas, o aquênio analisado possui forma ovóide (Figura 3. F) e ausência de tricomas (Figura 3. F).

Figura 5. Box-plots das variáveis morfológicas relativas às folhas e espiguetas. Média (ponto dentro da caixa), mediana (traço), quartis, dispersões, valores mínimos e máximos. Onde: A = *Cephalocarpus distichous*; B = *Cephalocarpus duidae*; C = *Cephalocarpus montanus* subsp. *glaucifolius*; D = *Cephalocarpus montanus* subsp. *guaiquinimae*; E = *Cephalocarpus montanus* subsp. *montanus*; F = *Cephalocarpus montanus* subsp. *vellutinus*; G = *Cephalocarpus ptariensis*.



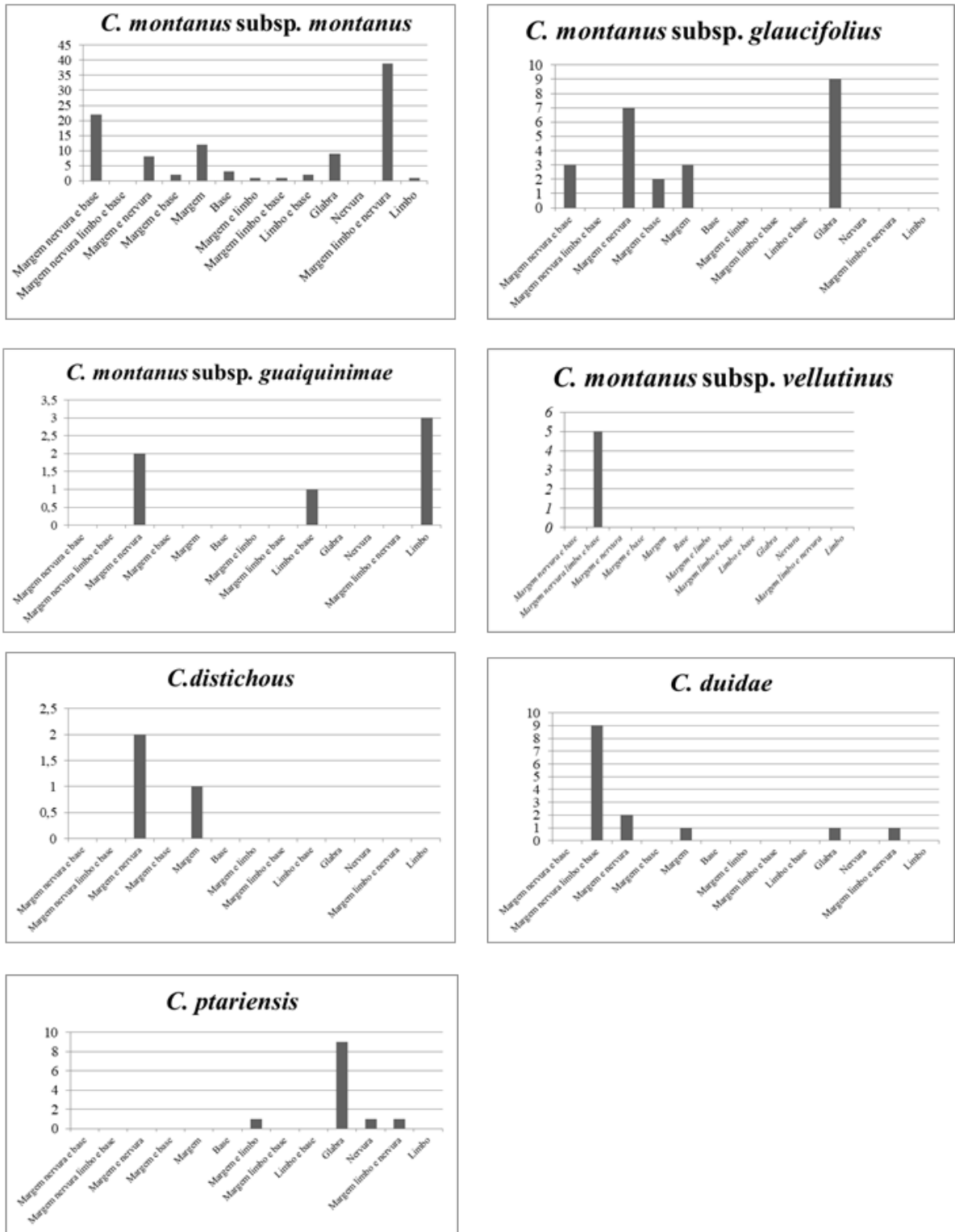
Fonte: Do autor, RStudio, 2024.

Figura 6. Box-plots das variáveis morfológicas relativas ao aquênio utilizadas nas análises. Média (ponto dentro da caixa), mediana (traço), quartis, dispersões, valores mínimos e máximos. Onde: A = *Cephalocarpus distichous*; B = *Cephalocarpus duidae*; C = *Cephalocarpus montanus* subsp. *glaucifolius*; D = *Cephalocarpus montanus* subsp. *guaiquinimae*; E = *Cephalocarpus montanus* subsp. *montanus*; F = *Cephalocarpus montanus* subsp. *vellutinus*; G = *Cephalocarpus ptariensis*.



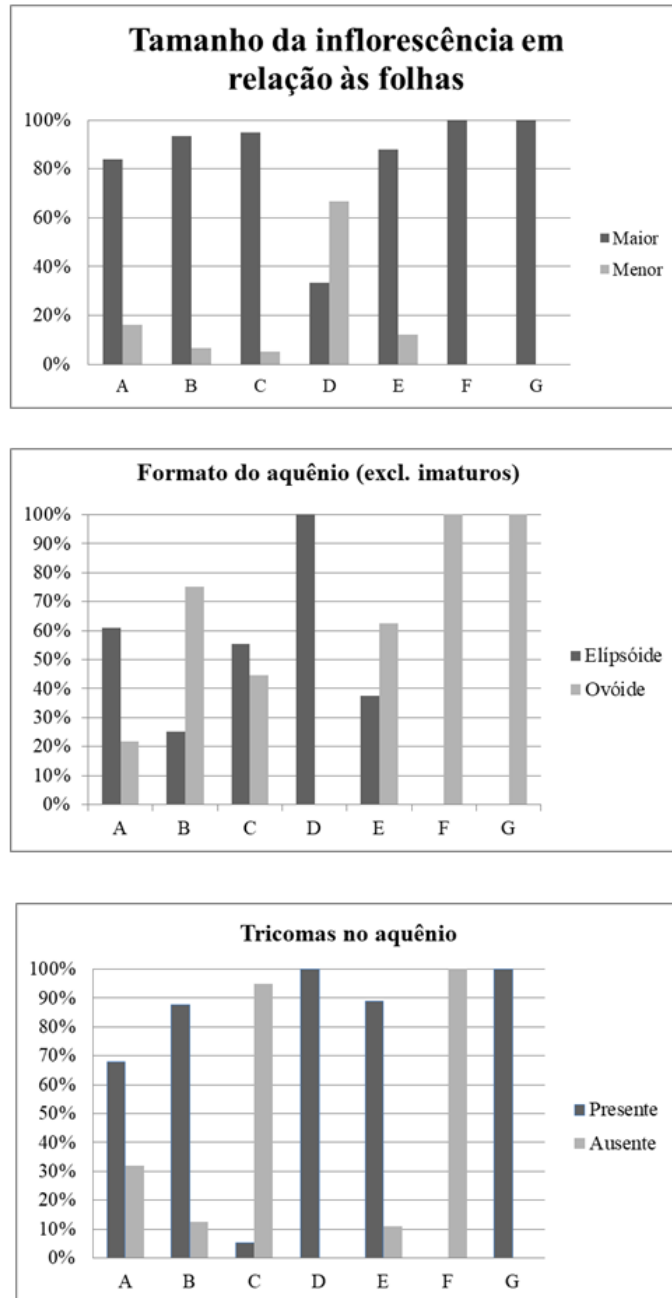
Fonte: Do autor, RStudio, 2024.

Figura 7. Entidades taxonômicas do complexo *Cephalocarpus montanus* quanto à presença de tricomas em diferentes regiões foliares



Fonte: Do autor, 2024.

Figura 8. Tamanho da inflorescência em relação às folhas, formato e pilosidade dos aquênios, onde: A = *Cephalocarpus montanus* subsp. *montanus*; B = *Cephalocarpus duidae*; C = *Cephalocarpus ptariensis*; D = *Cephalocarpus distichous*; E = *Cephalocarpus montanus* subsp. *glaucifolius*; F = *Cephalocarpus montanus* subsp. *guaiquinimae*; G = *Cephalocarpus montanus* subsp. *vellutinus*.



Fonte: Do autor, 2024.

5.2. Análise da matriz de correlação linear

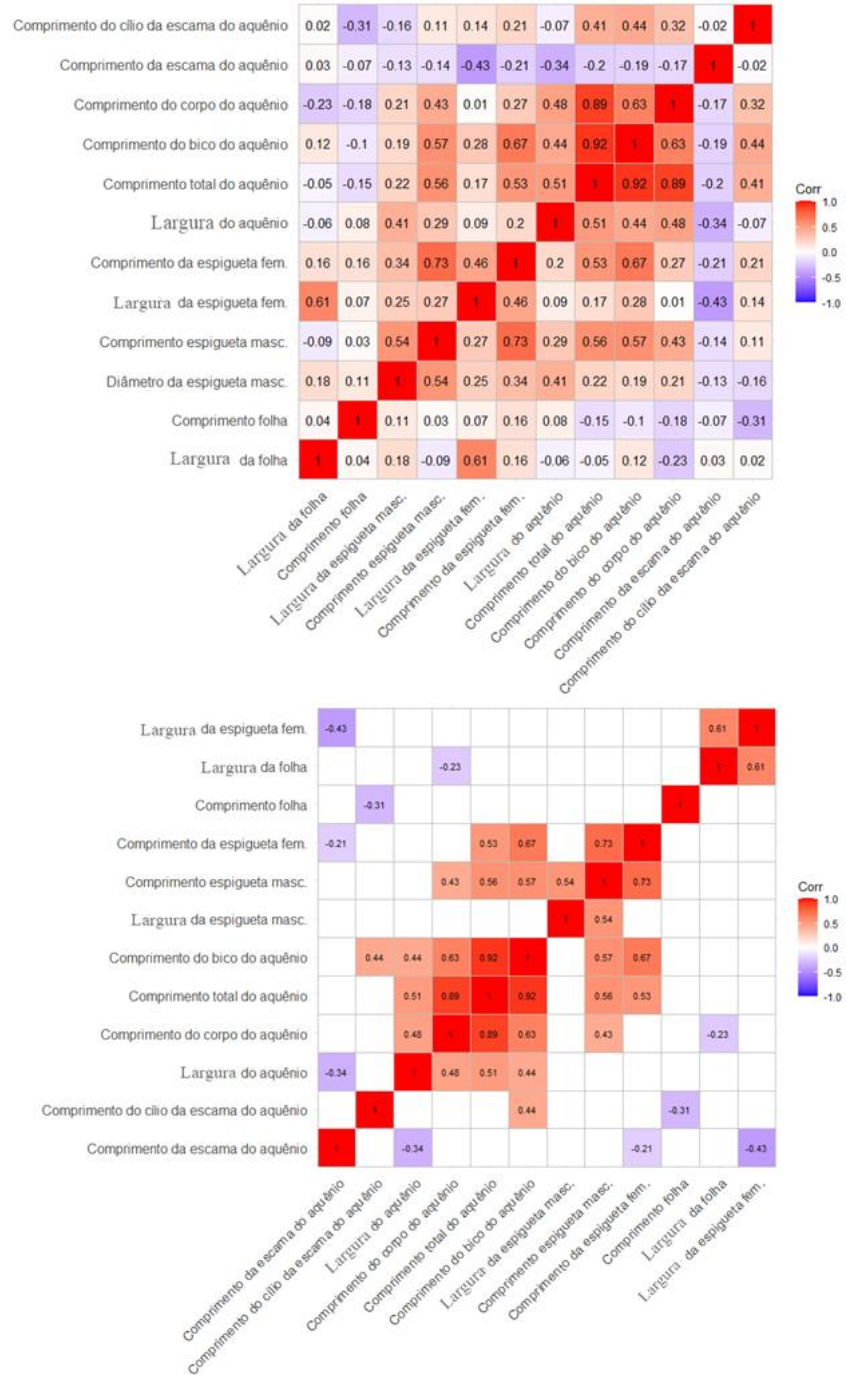
A análise de correlações lineares entre os atributos morfométricos demonstrou uma prevalência de correlações fortes e moderadas entre os caracteres reprodutivos. Entre caracteres vegetativos e entre reprodutivos e vegetativos ocorreu uma prevalência de moderada a fraca (Figura 9).

Ao relacionar os atributos se verifica uma forte correlação positiva entre o tamanho do aquênio e suas partes, bico (0,92) e corpo (0,89). Outra correlação forte foi verificada entre o comprimento das espiguetas femininas e masculinas (0,73), indicando que as espécies do complexo tendem a ter um tamanho relacionado dessas entre os sexos, com espiguetas estaminadas maiores (Figura 5).

Destaca-se também uma correlação de moderada a forte entre o tamanho do bico do aquênio com a espiguetas feminina que o abriga (0,67) (Figura 9). Além disso, foi verificada uma correlação positiva de moderada a forte (0,61) entre a largura da folha e o largura da espiguetas feminina (Figuras 9).

Não houve correlações negativas fortes, apesar de algumas destas terem se apresentado como moderadas. Por exemplo, a correlação negativa entre o tamanho da escama hipógina do aquênio e a largura da espiguetas feminina (-0,43) ou largura do aquênio (-0,34). Para evitar redundância nas análises multivariadas, os atributos morfométricos com correlações consideradas fortes ($>0,7$) foram retirados destas análises (Reis, 2021), a saber: comprimento das espiguetas femininas e comprimento total do aquênio.

Figura 9. Correlações lineares dos atributos morfométricos em relação às variáveis morfológicas. Tons de branco indicam correlações nulas e próximas a nulas, tons de vermelho mais intenso indicam correlações mais fortes e tons de azul mais intenso indicam correlações mais fracas.



Fonte: Do autor, RStudio, 2024.

5.3. Análise de componente principal (PCA)

Os três primeiros componentes da análise PCA explicaram 62,3% da variação (34,6; 16,4 e 11,3 respectivamente), onde os caracteres reprodutivos foram as mais relevantes nesta variação (Figuras 10 e 11). Considerando os dois primeiros componentes não houve uma separação clara entre as espécies e subespécies, com a espécie *Cephalocarpus montanus* subsp. *montanus*, embora com uma maior amostragem, formando um grande grupo. Consequentemente uma grande variação no tamanho e largura de folhas, espiguetas, aquênios e seus apêndices, este grande grupo englobou as outras espécies e subespécies presentes no complexo (Figura 12). As outras espécies e subespécies embora não tenham se separado do grande grupo formado pela espécie *C. montanus* subsp. *montanus*, demonstraram um agrupamento de caracteres morfológicos específicos (Figura 12).

Os indivíduos da subespécie *C. montanus* subsp. *glaucifolius* apresentaram em sua maioria um agrupamento para espiguetas e bico do aquênio maior, folhas maiores e de maior largura. Embora alguns indivíduos tenham apresentado valores médios e poucos valores abaixo da média para essas características. (Figuras 12).

Os indivíduos da subespécie *C. montanus* subsp. *guaiquinimae* tenderam a se agrupar em valores maiores de comprimento e largura do aquênio e suas partes, e das espiguetas e médios para comprimento e largura das folhas (Figuras 12).

Os indivíduos da subespécie *C. montanus* subsp. *vellutinus* apresentaram um a distribuição semelhante a da subespécie *C. montanus* subsp. *guaiquinimae*, com as estruturas reprodutivas e vegetativas analisadas médias e de maior tamanho e largura dentro do complexo (Figura 12).

Os indivíduos da espécie *C. distichous* apresentaram grande variação dos componentes. Com alguns espécimes apresentando unidades reprodutivas menores e de menor largura e folhas mais finas e outros apresentando espiguetas e partes do aquênio maiores e com maior largura. (Figuras 12).

A maioria dos indivíduos da espécie *C. duidae* apresentaram valores próximos da média para os componentes analisados, embora alguns indivíduos tenham apresentado maior variação no comprimento e largura das folhas, nas partes dos aquênios e espiguetas. (Figuras 12).

Os indivíduos da espécie *C. ptariensis* se agruparam em folhas menores e de menor largura, aquênios e espiguetas mais finos e uma maior variação no comprimento do bico e do corpo do aquênio e no comprimento das espiguetas (Figura 12).

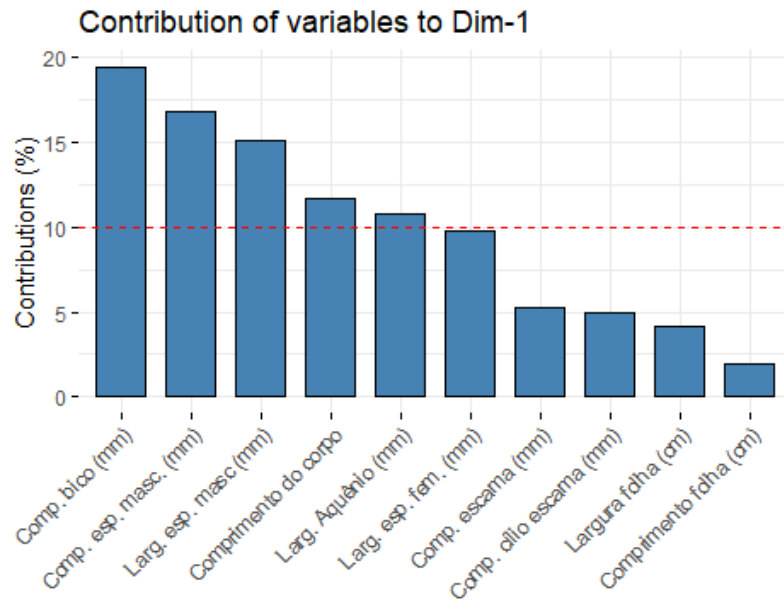
O indivíduo com características intermediárias entre as espécies *C. montanus* subsp. *montanus* e *C. ptariensis*, se posicionou próximo a hipótese e alguns indivíduos de *C. distichous*, principalmente devido ao aquênio, de maior tamanho e de longos cílios da escama hipógina (Figura 12). Já o indivíduo com características intermediárias entre *C. montanus* subsp. *montanus* e *C. duidae* realmente se posicionou entre essas espécies citadas e alguns indivíduos de *C. montanus* subsp. *glaucifolius*. Não demonstrando características morfológicas de espécime híbrido, com estruturas vegetativas e unidades reprodutivas de maior largura se assemelhou ao descrito neste trabalho para *C. duidae*. (Figura 12).

As hipóteses descritas pelos autores para o complexo demonstraram uma separação dentro das características analisadas para os componentes, *Cephalocarpus montanus* subsp. *glaucifolius* (Gilly, 1941) separou-se em folhas maiores e de maior largura, aquênios e espiguetas de maior largura e mais curtos (Figura 12). *C. distichous* (Koyama e Maguire, 1965), aquênio e espiguetas maiores e maior comprimento do cílio da escama (Figuras 12). A espécie *C. montanus* (Gilly, 1941) foi descrita com aquênios e seus apêndices e espiguetas maiores (Figuras 24 e 25).

Apenas as hipóteses para *C. duidae* (Gilly, 1941), partes dos aquênios e espiguetas menores e mais finos e folhas com valores médios para o complexo se agruparam com indivíduos descritos neste trabalho em *C. montanus* subsp. *montanus* (Figuras 12). E a hipótese de Gilly (1951), para a espécie *C. ptariensis* com folhas menores e de menor largura, partes dos aquênios e espiguetas mais finos e de

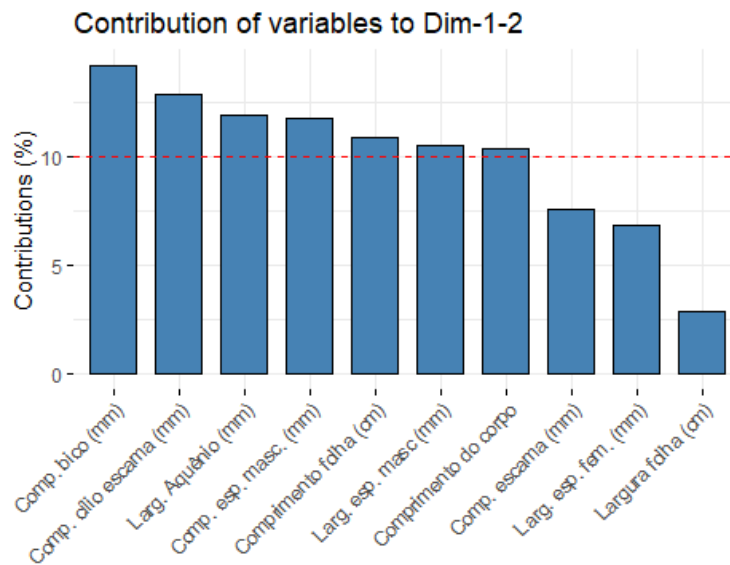
comprimento médio que se agrupou com indivíduos da própria espécie, mas não se separou totalmente de indivíduos analisados para outras espécies e subespécies (Figuras 12).

Figura 10. Contribuição percentual de cada componente da análise (PCA) para o eixo 1.



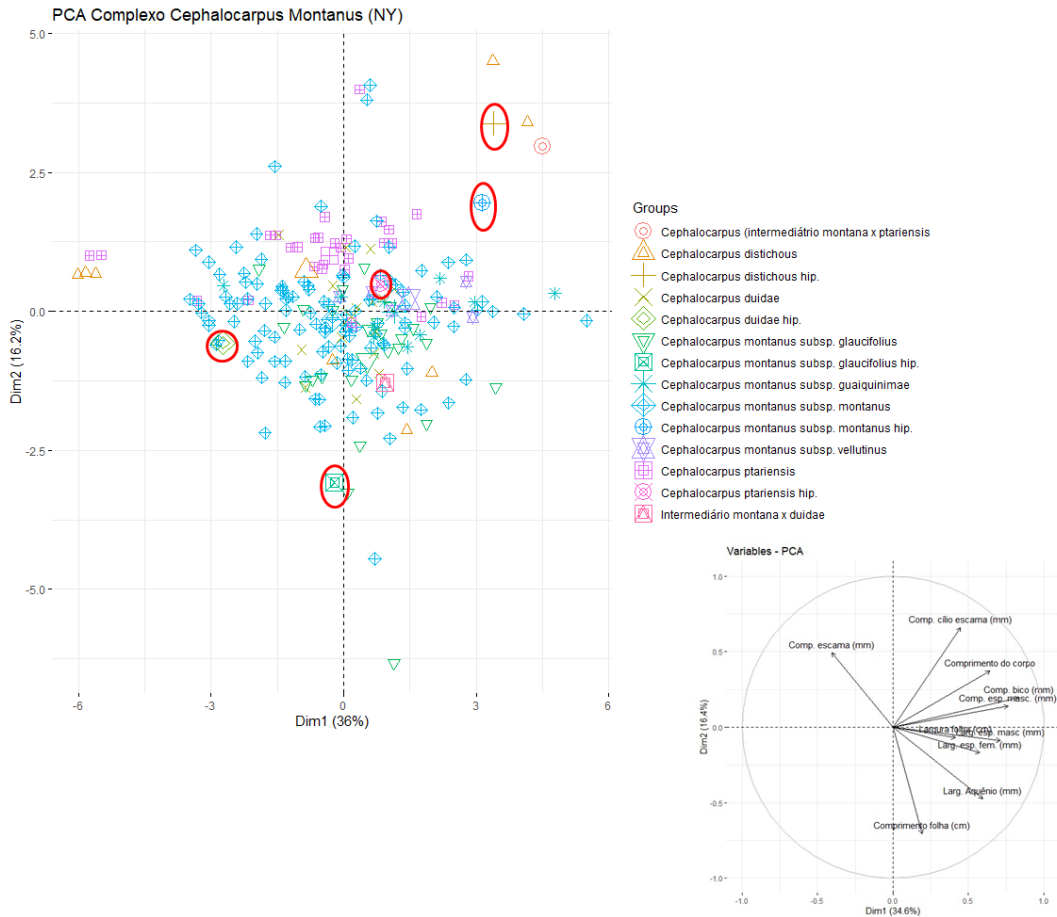
Fonte: Do autor, RStudio, 2024.

Figura 11. Contribuição percentual de cada componente da análise (PCA) para os eixos 1 e 2.



Fonte: Do autor, RStudio, 2024.

Figura 12. Análise de componentes principais para dados morfométricos clássicos. Cada espécie, subespécie e intermediários são representados por símbolos diferentes. As hipóteses dos autores estão circuladoas em vermelho. As setas representam carregamentos dos componentes ao longo do componente principal Dim1 e Dim2.



Fonte: Do autor, RStudio, 2024.

5.4. Análise discriminante linear (LDA)

Para a análise discriminante apenas espécimes com medições para todas as variáveis foram utilizados, totalizando 50 indivíduos analisados. Algumas hipóteses de autores não puderam ser utilizadas, pois estes não forneceram medidas quantitativas para a escama hipógina do aquênio.

Os três primeiros eixos da análise LDA explicaram 80,83% da variação entre os grupos (54,12; 15,82 e 10,89 respectivamente) (Tabela 4).

Tabela 4. Coeficientes da análise discriminante, os valores destacados foram os mais importantes na explicação dos eixos.

	LD1	LD2	LD3
Largura folha (cm)	-0,02020838	0.63576917	0,0621256
Comprimento da folha (cm)	-0,04172635	0.01068698	-0,244137
Diâm. Esp. Masc (cm)	-2,05915982	0,42852917	-2,3004479
Comp. esp. masc. (mm)	-0,01647399	0,80014892	0,4805519
Diâm. esp. fem. (mm)	0,85556477	-0,92631109	0,3794057
Diâm. Aquênio (mm)	2,03941962	1,19555462	2,3149131
Comp. bico (mm)	-0,67504566	-2,23065653	0,1698089
Comp. corpo (mm)	0,72323639	1,55449088	0,2224374
Comp. escama (mm)	2,21610946	-0,5360126	0,7174067
Comp. cílio escama (mm)	-2,59635377	0,79809237	0,357922

Fonte: Do autor, RStudio, 2024.

Foram formados cinco grupos considerando os dois eixos principais (Figura 13), sendo que três grupos apresentaram interseções. Assim como na análise de PCA, a espécie *C. montanus* subsp. *montanus* apresentou grande plasticidade e esteve presente em todos os grupos (Figura 13). Não foi possível discriminar totalmente as espécies e subespécies, embora alguns padrões tenham sido formados (Figura 26).

Dos dois grupos que se separaram, o grupo 1 foi formado quase que exclusivamente por indivíduos da espécie *C. ptariensis* e apenas um espécime marcado como *C. montanus* subsp. *montanus* (Figura 13). Os indivíduos neste grupo possuem folhas menores e de menor largura, espiguetas maiores e mais finas e aquênios mais finos (Figura 13).

O grupo 2 possui espécimes com aquênios com corpos e largura elevados, cílios longos e escamas hipóginas menores, folhas com maior largura e espiguetas maiores (Figura 13). Como ocorreu na análise PCA, o indivíduo intermediário entre *C. montanus* subsp. *montanus* x *ptariensis* se agrupou com indivíduos da espécie *C. distichous*, o grupo ainda conta com um indivíduo descrito como *C. montanus* subsp. *montanus*, *C. montanus* subsp. *guaiquinimae* e *C. montanus* subsp. *vellutinus* cada (Figura 13).

O grupo três e o grupo quatro têm uma grande sobreposição. Alguns indivíduos de *C. montanus* subsp. *montanus*, *C. ptariensis* e um indivíduo *C. duidae* apresentaram

o aquênio com o corpo maior e espiguetas maiores e se agruparam ao terceiro grupo (Figura 13). O grupo três também conta com um indivíduo da subespécie *C. glaucifolius*, que possui as estruturas citadas menores e um grande comprimento de escama hipógina (Figura 13).

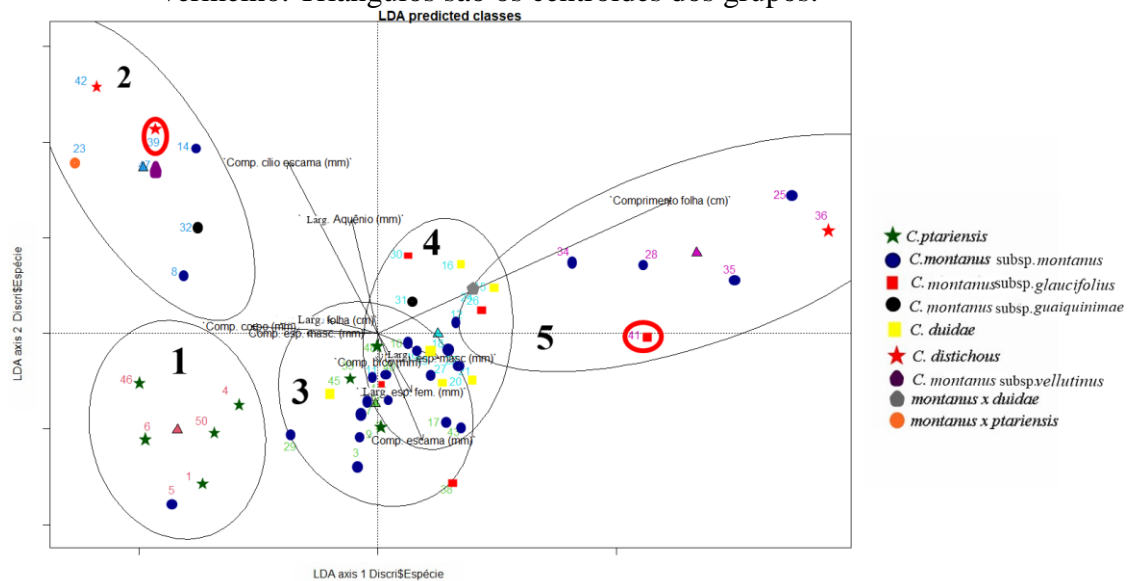
A grande interseção entre os grupos ocorre entre espécimes de espiguetas de maior largura e aquênios com maior bico e maior escama hipógina, contando com indivíduos de *C. montanus* subsp. *montanus*, *C. ptariensis*, *C. duidae*, *C. montanus* subsp. *glaucifolius* (Figura 13). À medida que a largura das espiguetas e o comprimento do bico do aquênio diminuem e o comprimento da folha aumenta as espécies são agrupadas no grupo 4, que em sua faixa livre de interseção possui indivíduos de *C. montanus* subsp. *montanus*, *C. montanus* subsp. *guaiquinimae*, *C. duidae* e *C. montanus* subsp. *glaucifolius* (Figura 13).

Com o aumento do comprimento foliar e a diminuição da largura das estruturas o quarto grupo entra em interseção com o grupo 5 (Figura 13), o espécime com características intermediárias entre *C. montanus* subsp. *montanus* x *duidae* se posicionou entre indivíduos de *C. duidae* e *C. montanus* subsp. *glaucifolius* com as características citadas acima (Figura 13). O quinto grupo foi formado por espécimes de folhas grandes e finas, aquênios menores e espiguetas de menor largura com espécimes de *C. montanus* subsp. *montanus* um indivíduo de *C. montanus* subsp. *glaucifolius* e um indivíduo de *C. distichous* (Figura 13).

As análises multivariadas, tanto o PCA quanto o LDA, não foram capazes de separar totalmente as espécies como previamente identificadas em grupos. Os resultados demonstraram a espécie tipo *Cephalocarpus montanus* subsp. *montanus* demonstrando grande plasticidade para as variáveis morfológicas testadas. Dentro desta plasticidade é possível encontrar agrupamentos de indivíduos tratados taxonomicamente em um mesmo grupo. As variações do aquênio demonstraram-se as variáveis morfológicas mais importantes na separação de indivíduos dentro do complexo.

A espécie *Cephalocarpus ptariensis* foi a que mais se separou da espécie tipo, embora não tenha escapado totalmente da grande plasticidade de *Cephalocarpus montanus* subsp. *montanus*. As outras espécies e subespécies ou se agruparam dentro da grande “mancha” morfológica da espécie tipo ou apresentaram uma maior variação e formaram mais de um grupo, em ambas as análises.

Figura 13. Análise discriminante linear para dados morfométricos clássicos. As setas representam carregamentos dos componentes ao longo do componente principal LDA1 e LDA2. As hipóteses dos autores estão circuladas em vermelho. Triângulos são os centroides dos grupos.



Fonte: Do autor, RStudio, 2024.

5.5. Análise Cluster

Assim como nas análises multivariadas a análise por Cluster não foi capaz de separar os espécimes em grupos de acordo com a identificação prévia, embora tenha ocorrido um agrupamento entre alguns indivíduos de mesma espécie e mesma subespécie (Figura 14).

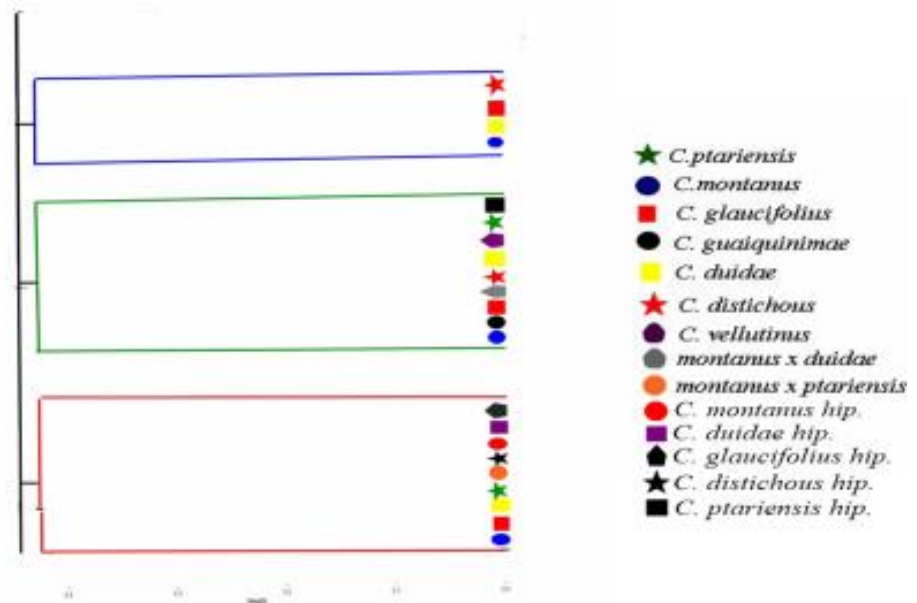
Com a distância de similaridade de Gower em 0,4 foram formados 3 grupos (Figura 14 e 15). O primeiro grupo englobou vários espécimes de *C. montanus* subsp. *montanus*, *C. ptariensis*, *C. montanus* subsp. *glaucifolius* e alguns indivíduos de *C. duidae* e *C. montanus* subsp. *guaiquinimae*, as hipóteses com a excessão da descrita para *C. ptariensis* e o intermediário *C. montanus* subsp. *montanus x ptariensis* (Figuras 14 e 15).

Um segundo grande grupo foi formado por indivíduos descritos para todas as espécies e subespécies. Além da hipótese para *C. ptariensis* e do intermediário *C. montanus x duidae*, que se agrupou entre indivíduos de *C. montanus* subsp. *montanus* e *C. duidae*. Apresentando baixíssima similaridade no índice de Gower (0,1), o mesmo ocorreu no agrupamento dos outros grupos taxonômicos do complexo (Figuras 27 e 28).

O terceiro e menor grupo foi formado por agrupamento de espécimes de *C. montanus* subsp. *montanus*, com indivíduos de *C. distichous*, *C. duidae* e 1 indivíduo de *C. montanus* subsp. *glaucifolius*, inseridos nestes, e entre estes agrupamentos (Figuras 14 e 15).

As variáveis qualitativas morfológicas não foram capazes de separar os grupos taxonômicos, o agrupamento entre indivíduos circunscritos para o complexo só ocorreu em baixíssima similaridade no índice de Gower, próximo a 0,2, demonstrando uma grande variação dos caracteres morfológicos escolhidos (Figuras 14 e 15).

Figura 14. Resumo dendograma Cluster para os morfotipos do complexo *Cephalocarpus montanus*, destacando os espécimes dos grupos formados com índice de Gower a 0,4. (Dendograma completo em Anexo).



Fonte: Do autor, 2024.

6. DISCUSSÃO

A abordagem morfométrica demonstrou uma grande variação dentro do complexo, principalmente da espécie tipo *Cephalocarpus montanus* subsp. *montanus*, que contou com 54% das observações e se sobrepôs às outras entidades taxonômicas nas análises multivariadas e de Cluster aglomerativa. As variáveis morfológicas analisadas não foram capazes de circunscrever separadamente as espécies descritas anteriormente em abordagens morfológicas (Gilly, 1941; Gilly, 1951; Koyama e Maguire, 1965; Koyama, 2003; Costa, 2018a). Apesar da análise discriminante (LDA) mostre um grupo destacado do morfotipo *C. ptariensis*, na análise de componentes principais (PCA) a separação entre esses morfotipos e a espécie-tipo não tenha sido tão evidente (Figuras 12 e 13).

Neste trabalho as variações morfológicas entre as espécies e subespécies foram melhores explicadas pelas estruturas reprodutivas, principalmente pelo aquênio e suas partes, reforçando a utilidade deste caractere na circunscrição taxonômica deste grupo de plantas. Uma abordagem incluindo morfometria geométrica como o realizado por Morales, Villaverde e Jiménez (2023) para os aquênios do gênero *Carex* (Cyperaceae), poderá elucidar mais aspectos da circunscrição deste complexo, pois há uma grande variação morfológica deste caractere.

Quanto aos grupos taxonômicos do complexo, Koyama (2003) já relatava uma plasticidade morfológica da espécie-tipo relativa à sua distribuição geográfica, o que foi refletido nas análises deste trabalho. Apesar da variação já citada, diferentemente do descrito em Costa (2018a) suas espiguetas não tiveram valores de comprimento maiores, relativamente ao complexo, e suas folhas frequentemente apresentaram pubescência.

A espécie *C. ptariensis* é descrita na literatura com espiguetas estaminadas e pistiladas maiores e mais finas (Gilly, 1951; Koyama e Maguire, 1965), neste trabalho apenas a espiguetas pistilada apresentou um maior comprimento relativo à média. A descrição do aquênio de Koyama e Maguire (1965) foi refletida nas análises com o bico de tamanho pequeno em relação ao corpo. Como dito por Costa (2018a) os

caracteres foliares parecem ser predominantes no padrão da espécie, suas folhas se apresentaram muito mais curtas e lisas, contribuindo para sua separação relativa na análise PCA e para seu agrupamento na análise LDA.

C. duidae apresentou semelhanças e diferenças em relação ao descrito por Gilly (1941), a largura média da folha ficou dentro de sua observação, mas as folhas se mostraram mais alongadas. O mesmo foi observado para suas espiguetas, as estaminadas ficaram dentro da média descrita em comprimento e largura, mas suas espiguetas pistiladas se apresentaram mais finas do que a descrita por Gilly (1941), o que acarretou uma discordância também em relação ao aquênio que segundo a sua descrição teria o tamanho do bico e do corpo equivalentes e nesta análise o tamanho do bico superou levemente o do corpo do aquênio. A espécie apresentou um bom agrupamento na análise LDA, mas sua separação na análise PCA foi ainda menor, seus caracteres morfológicos não se separaram em relação à espécie-tipo e outras subespécies nas análises.

A espécie *C. distichous* foi a que apresentou maior variação morfológica para o complexo, Koyama e Maguire (1965) e Koyama (2003) apesar de não fugirem da semelhança com a espécie-tipo, apoiaram sua descrição da espécie em sua filotaxia e características visuais foliares, destacaram quantitativamente suas espiguetas de tamanho maior. Este trabalho tende a ter uma maior concordância com a descrição de Costa (2018a), com uma sobreposição das espiguetas femininas com a espécie tipo, mas espiguetas masculinas menores e mais finas dentro do complexo. Sua variação e falta de agrupamento nas análises multivariadas se deve muito ao aquênio, principalmente ao cílio da escama, acredito que uma análise mais abrangente do fruto possa ajudar a solucionar sua taxonomia.

Quanto às subespécies, para que um grupo infraespecífico tenha valor taxonômico, as subespécies teriam que se separar mais de outras espécies do complexo do que entre si no espaço multivariado (PCA, LDA) (Naczi e Moyer, 2016). Neste trabalho a espécie *C. duidae* teve uma grande sobreposição com as subespécies na análise PCA e um agrupamento com a subespécie *C. montanus* subsp. *glaucifolius* na

análise LDA. O que levanta questionamentos sobre seu status como já foi feito por Koyama & Maguire (1965) e Koyama (2003).

A subespécie *C. montanus* subsp. *glaucifolius* foi a mais amostrada neste trabalho, descrita na literatura como uma variedade de *C. montanus* subsp. *montanus* com estruturas reprodutivas e vegetativas glaucas e um aquênio médio para o complexo (Gilly, 1941; Costa, 2018a). Os caracteres utilizados nas análises multivariadas realmente indicaram sua semelhança com a espécie tipo e o tamanho médio do aquênio, em adição o tamanho médio do aquênio se dá por um bico maior e um corpo menor em média. Além disso, indivíduos dessas populações tendem a ter folhas maiores em comprimento e espiguetas maiores e de maior largura.

A subespécie *C. montanus* subsp. *guaiquinimae*, embora pouco amostrada, convergiu para a descrição de Costa (2018a) nos caracteres vegetativos. Folhas levemente mais curtas e pubescentes, mas divergiu quanto ao fruto. Diferente do descrito, os dados deste trabalho mostraram que os aquênios analisados para estes indivíduos possuem o maior aquênio em comprimento e largura, com maior bico e corpo. Suas espiguetas também se mostraram grandes para o complexo, denotando estruturas reprodutivas diferenciadas.

C. montanus subsp. *vellutinus* considerada uma subespécie e descrita como intensamente pilosa e de aquênios pequenos a médios (Costa, 2018a), para além da característica de sua pilosidade, suas populações foram encontradas bem mais ao Sul, uma futura análise das características de solo e ambiente podem ajudar a entender sua variação. Reisch e Poschlod (2003) em um estudo morfométrico em *Sesleria albicans* Kit. ex Schult, Poaceae, observaram alterações morfológicas nas folhas, toceiras e caules analisando solos rochosos, calcários e pantanosos em que populações destas plantas se desenvolviam. Quantitativamente e morfológicamente, como observado por Koyama (1969), ela se aproximou muito de *C. montanus* subsp. *guaiquinimae*, embora apenas um único aquênio tenha sido analisado.

Outro ponto que chamou a atenção durante as análises de dados foi à correlação de moderada a forte (0,61) entre a largura da folha e a largura da espiguetas

feminina, existem poucas informações sobre esta correlação. Futuros estudos fisiológicos focados nessa relação podem trazer pontos interessantes sobre o desenvolvimento deste grupo de plantas. Em ambientes sob estresse monocotiledôneas herbáceas tendem a investir pouco em tecidos de alto custo energético, fotossintéticos e de defesa, relacionando um maior desenvolvimento das estruturas vegetativas e reprodutivas a fatores ambientais (Xinrui Liu *et al.*, 2023).

Os esforços de coletas dos espécimes analisados neste trabalho foram realizados entre 1955-1990 por especialistas com o apoio de instituições locais como: Faculdade de Farmácia de Caracas (UCV); Estatal de energia CVG Edelca; Fudeci (Fundação para o Desenvolvimento das Ciências Físicas, Matemáticas e Naturais); OCOIDESIA Venezuela e UNELLEZ-CBG (TECMIN, C.A.), Guiana. Estas expedições frequentemente foram realizadas em conjunto com os herbários NY, F e MO (acrônimos segundo Thiers *et al.*, 2016, continuamente atualizado). As localidades estão concentradas em regiões próximas e há um registro único na Colômbia. A ampliação geográfica do esforço de coleta, em regiões pouco amostradas (Figura 1), pode trazer uma melhor representação das variações e formações de padrões nas populações do complexo.

Mesmo concentrada, as regiões de coletas possuem relevo acidentado (HAFFER, 2008) e diferenças de altitude entre as coletas (Dados de exsicatas: amplitude de ocorrência 400-2500m; coletas em Auyan Tepui amplitude 460-2300m) o que isolou muitas das populações amostradas. Esta provável alopatria ligada a outros fatores pode levar a formação de barreiras pré e pós zigóticas, levando a divergências extrínsecas ou intrínsecas. Direcionando populações a um processo de especiação contínuo ou a uma grande plasticidade fenotípica de uma mesma espécie (Stankowski, 2021).

Em populações intimamente relacionadas em alopatria não ocorre a competição direta por recursos, logo se espera uma ascensão mais rápida da divergência genética causada por barreiras ao fluxo gênico (Stankowski, 2021; Bolnick *et al.*, 2023). A divergência fenotípica se daria mais lentamente do que em

espécies simpátricas, resultando em populações crípticas (Bolnick *et al.*, 2023) o que pode dificultar uma análise estritamente morfológica para circunscrição taxonômica.

Costa (2018b), já demonstrou bons resultados em circunscrição através de dados moleculares da espécie *C. distichous*, denotando uma diferença genética pequena, mas presente, entre as espécies. Uma separação genética evidente em espécimes crípticas com pouca divergência morfológica já foi demonstrado em *Carex* (Cyperaceae) (Naczi And Ford, 2001; Ford *et al.*, 2006; Smith & Waterway, 2008). Uma futura análise molecular, incluindo um sequenciamento de DNA (NGS) e uma maior amostragem de caracteres das populações poderá ser confrontada com estes resultados e ajudar a desnovelar mais aspectos do complexo e a um melhor entendimento do processo evolutivo como um todo.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresenta dados contínuos e descontínuos para a variação morfológica entre populações dentro do complexo *Cephalocarpus montanus*, com o intuito de investigar o grupo, que antes contava apenas com definições visuais de fenótipo e análises quantitativas pontuais. A análise morfométrica mostrou que a espécie *Cephalocarpus montanus* subsp. *montanus* possui grande plasticidade das variáveis morfológicas escolhidas. Defendo o *status* de espécie de *Cephalocarpus ptariensis* devido ao padrão morfológico dos caracteres vegetativos. Já *Cephalocarpus duidae* baseando-se na morfologia dos caracteres escolhidos deve ser rabaixada a mais uma subespécie de *Cephalocarpus montanus* ao lado das subespécies *glaucofolius*, *vellutinus*, *guaiquinimae* e *montanus*. *Cephalocarpus distichous* apresentou grande variação, acredito que uma amostragem maior, principalmente do fruto, possa confirmar seu *status* de espécie. Uma abordagem englobando informação genética, anatômica, morfológica e geográfica pode captar mais aspectos do processo de especiação presente nestas espécies e subespécies. Neste trabalho o foco em morfologia deixa dados para futuras pesquisas que abordem outros aspectos das populações deste grupo de plantas e espera atrair atenção para novas abordagens e esforços de coleta e pesquisa neste complexo, que tem muito a dizer sobre o processo de especiação e microevolução.

REFERÊNCIAS

- BORBA, Eduardo L. *et al.* Floral and vegetative morphometrics of five *Pleurothallis* (Orchidaceae) species: correlation with taxonomy, phylogeny, genetic variability and pollination systems. **Annals of Botany**, v. 90, n. 2, p. 219-230, 2002.
- BOLNICK, Daniel I. *et al.* A multivariate view of the speciation continuum. **Evolution**, v. 77, n. 1, p. 318-328, 2023.
- BUZATTO, Cristiano Roberto *et al.* A comparative survey of floral characters in *Capanemia Barb. Rodr.* (Orchidaceae: Oncidiinae). **Annals of botany**, v. 109, n. 1, p. 135-144, 2012.
- COSTA SM, 2018a Systematic studies in *Cryptangiae* (Cyperaceae). Tese de doutorado, Unicamp. Campinas, 2018a, 155p. **Dados não publicados**.
- COSTA, Suzana M. *et al.* 2018b What about *Cryptangiae* (Cyperaceae)-a molecular hypothesis about its tribal status and circumscription. **Phytotaxa**, v. 347, n. 2, p. 127-149.
- COSTA SM *et al.*, 2021a. An updated generic circumscription of *Cryptangiae* (Cyperaceae, Poales) based on a molecular phylogeny and a morphological character reconstruction. **Phytotaxa** 483: 211–228.
- COSTA SM, Amaral MCE, Thomas WW. 2021b. Two new species of *Cephalocarpus* (*Cryptangiae*, Cyperaceae) from the Venezuelan Guayana Highland. **Brittonia**: doi 10.1007/s12228-021-09652-1.
- DUMINIL, Jerome *et al.* Blind population genetics survey of tropical rainforest trees. **Molecular Ecology**, v. 15, n. 12, p. 3505-3513, 2006.
- ELDRIDGE, Mark DB; MEEK, Paul D.; JOHNSON, Rebecca N. Taxonomic uncertainty and the loss of biodiversity on Christmas Island, Indian Ocean. **Conservation Biology**, v. 28, n. 2, p. 572-579, 2014.
- FORD, Bruce A. *et al.* Amplified fragment length polymorphism analysis reveals three distinct taxa in *Carex digitalis* sect. *Careyanae* (Cyperaceae). **Botany**, v. 84, n. 9, p. 1444-1452, 2006.
- FUJITA, Matthew K. *et al.* Coalescent-based species delimitation in an integrative taxonomy. **Trends in ecology & evolution**, v. 27, n. 9, p. 480-488, 2012.
- GOETGHEBEUR, P., 1998. Cyperaceae. In: Kubitzki, K. (Ed.), **The Families and Genera of Vascular Plants: IV. Flowering Plants - Monocotyledons**. Springer, Berlin, pp. 141–190.

GILLY, C. (1941) The Genus *Everardia*. Bull. **Torrey Bot. Club** 68 (1): 20–31.
<http://www.jstor.org/stable/2481252>

GILLY, C., 1951. Botanical exploration in Venezuela – I. Tribe Cryptangieae (Lagenocarpeae). **Fieldiana Bot.** 28: 53–60.

GUERRA, Ethiéne *et al.* Taxonomic delimitation of species complexes: A challenge for conservation; First steps with the *abarema cochliocarpos* complex. **Systematic Botany**, v. 44, n. 4, p. 818-825, 2019.

HAFFER, Jürgen. Hypotheses to explain the origin of species in Amazonia. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, p. 917-947, 2008.

HAIR, Joseph F. *et al.* **Análise multivariada de dados**. Bookman editora, 2009.
 Disponível em: <https://books.google.com.br/books>

HEATH, Tracy A.; HEDTKE, Shannon M.; HILLIS, David M. Taxon sampling and the accuracy of phylogenetic analyses. **Journal of systematics and evolution**, v. 46, n. 3, p. 239-257, 2008.

ISAAC, Nick JB; MALLET, James; MACE, Georgina M. Taxonomic inflation: its influence on macroecology and conservation. **Trends in ecology & evolution**, v. 19, n. 9, p. 464-469, 2004.

KASSAMBARA, Alboukadel. ggcorrplot: Visualization of a Correlation Matrix using 'ggplot2'. **R package version 0.1**, v. 3, 2019.

KASSAMBARA, A.; MUNDT, Fabian. Factoextra: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses, **R Package** Version 1.0. 7. 2020. 2021.

KISCHLAT, Edio-Ernst. Os conceitos de espécie: uma abordagem prática. **Caderno La Salle XI [Internet]**, v. 2, n. 1, p. 11-35, 2005.

KUHN, Max *et al.* Package 'caret'. **The R Journal**, v. 223, n. 7, 2020.

Koyama, T. & Maguire, B. (1965) Cyperaceae tribe Lagenocarpeae. **Botany of the Guayana Highland** – part VI 12: 8–54.

KOYAMA, T.; MAGUIRE, B. Cyperaceae tribe Lagenocarpeae. **Memoirs of the New York Botanical Garden**, v. 12, p. 8-19, 1965.

KOYAMA, T. The Botany of the Guayana Highland-Part VIII Cyperaceae. **Memoirs of the New York Botanical Garden**, v. 18, n. 2, p. 22-29, 1969.

KOYAMA, T. 2003. A taxonomic account of the genera *Cephalocarpus* and *Everardia* (Cyperaceae) – Materials for a Cyperaceae monograph of the Flora Neotropica. Part I. **Makinoa** 2: 3 – 38.

KOYAMA, T. 2004. A taxonomic revision of the genus *Lagenocarpus* (Cyperaceae) – Materials for a Cyperaceae monograph of the Flora Neotropica. Part II. **Makinoa** 4: 1 – 73.

- JULIE Josse, FRANCOIS Husson (2016). missMDA: A Package for Handling Missing Values in Multivariate Data Analysis. **Journal of Statistical Software**, 70(1), 1-31
- LARRIDON, ISABEL *et al.* A new classification of Cyperaceae (Poales) supported by phylogenomic data. **Journal of Systematics and Evolution**, v. 59, n. 4, p. 852-895, 2021.
- LÊ, Sébastien; JOSSE, Julie; HUSSON, François. FactoMineR: an R package for multivariate analysis. **Journal of statistical software**, v. 25, p. 1-18, 2008.
- LIU, Xinrui *et al.* Is the multi-species variation in leaf anatomical traits along the environmental gradient modulated by herbaceous functional groups?. **Ecological Indicators**, v. 154, p. 110880, 2023.
- LYNCH, Michael *et al.* **Genetics and analysis of quantitative traits**. Sunderland, MA: Sinauer, 1998.
- MACE, Georgina M. The role of taxonomy in species conservation. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. **Series B: Biological Sciences**, v. 359, n. 1444, p. 711-719, 2004.
- MORALES-ALONSO, Ana; VILLAVARDE, Tamara; JIMÉNEZ-MEJÍAS, Pedro. Geometric Morphometrics sheds light on the systematics affinities of two enigmatic dwarf Neotropical sedges (*Carex*, Cyperaceae). **PhytoKeys**, v. 232, p. 167, 2023.
- NEVES, Beatriz *et al.* Species boundaries in the *Vriesea incurvata* (Bromeliaceae) complex after a broad morphometric and taxonomic study. **Systematic Botany**, v. 43, n. 4, p. 870-888, 2018.
- NACZI, Robert FC; REZNICEK, Anton A.; FORD, Bruce A. Morphological, geographical, and ecological differentiation in the *Carex willdenowii* complex (Cyperaceae). **American Journal of Botany**, v. 85, n. 3, p. 434-447, 1998.
- NACZI, Robert FC; FORD, Bruce A. SYSTEMATICS OF THE CAREXJAMESII COMPLEX (CYPERACEAE: SECT. PHYLLOSTACHYAE). **SIDA, Contributions to Botany**, p. 853-884, 2001.
- NACZI, Robert FC; MOYER, Robert D. Revision of the *Rhynchospora glomerata* species complex, focusing on the taxonomic status of *R. leptocarpa* (Cyperaceae). **Brittonia**, v. 69, p. 114-126, 2017.
- NOSHITA, Koji; MURATA, Hidekazu; KIRIE, Shiryu. Model-based plant phenomics on morphological traits using morphometric descriptors. **Breeding Science**, v. 72, n. 1, p. 19-30, 2022.
- Oksanen, F. J, G. Blanchet, M. Friendly, R. Kindt, P. Legendre, D. McGlinn, P. R. Minchin, R. B. O'Hara, G. L. Simpson, P. Solymos, M.H.H. Stevens, E. Szoecs,

- and H. Wagner. 2017. **vegan: Community Ecology Package**. R package version 2.4–3. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- PADIAL, J. M. *et al.* **The integrative future of taxonomy**. *Frontiers Zool* 7: 1–14. 2010.
- PESSOA, Edlley Max *et al.*, Integrating different tools to disentangle species complexes: a case study in *Epidendrum* (Orchidaceae). *Taxon*, v. 61, n. 4, p. 721-734, 2012.
- PETIT, Rémy J.; EXCOFFIER, Laurent. Gene flow and species delimitation. *Trends in Ecology & evolution*, v. 24, n. 7, p. 386-393, 2009.
- PINHEIRO, Fábio; DANTAS-QUEIROZ, Marcos Vinicius; PALMA-SILVA, Clarisse. Plant species complexes as models to understand speciation and evolution: a review of South American studies. *Critical Reviews in Plant Sciences*, v. 37, n. 1, p. 54-80, 2018.
- R Core Team (2018). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- REIS, Elizabeth. Estatística multivariada aplicada. **Edições Sílabo**, 2001.
- REISCH, Christoph; POSCHLOD, Peter. Intraspecific variation, land use and habitat quality—a phenologic and morphometric analysis of *Sesleria albicans* (Poaceae). *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, v. 198, n. 4, p. 321-328, 2003.
- RIPLEY, Brian *et al.* Package ‘mass’. *Cran r*, v. 538, p. 113-120, 2013.
- SCHLOERKE, Barret *et al.* GGally: **Extension to 'ggplot2'**. 2021.
- SMITH, Tyler W.; WATERWAY, Marcia J. Evaluating the taxonomic status of the globally rare *Carex roanensis* and allied species using morphology and amplified fragment length polymorphisms. *Systematic Botany*, v. 33, n. 3, p. 525-535, 2008.
- STANKOWSKI, Sean; RAVINET, Mark. Defining the speciation continuum. *Evolution*, v. 75, n. 6, p. 1256-1273, 2021.
- Thiers, B. (2016 - continuously updated) Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden’s Virtual Herbarium, New York. <http://sweetgum.nybg.org/ih/>
- VIA, Sara. Natural selection in action during speciation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 106, n. supplement_1, p. 9939-9946, 2009.
- XANTHOS, Martin; MAYO, Simon J.; LARRIDON, Isabel. Reassessment of morphological species delimitations in the *Cyperus margaritaceus-niveus* complex using morphometrics. *Plant Ecology and Evolution*, v. 156, n. 1, p. 112-127, 2023.

ANEXO

Materiais examinados

Cephalocarpus montanus subsp. *montanus*: VENEZUELA: BOLIVAR: Piar, Macizo chilmantá, Lat 5° 10' N; Long 62° 07' (1850m), 2-5/02/1983, J.A. Steyermark, Otto Huber, Victor Carreño E., 128716, (NY Botanical Garden 1405368); VENEZUELA: BOLIVAR: Piar, Macizo del chilmantá,, Lat 5° 20' N; Long 62° 12' W (2200m), 30/01/1983, J.A. Steyermark, Otto Huber, Victor Carreño E., 128401, (NY Botanical Garden 14055394); VENEZUELA: BOLIVAR: Piar, Cumbre del Alprada - tepui Lat 5° 24'; Long 62° 27' (2500), Otto Huber, 30/06/1984, 9540, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Cerro Duida, (18210-2075m), 20/05/1964, J.A. Steyermark, 58318, (Chicago Hist. Museum); VENEZUELA: BOLIVAR: Guayaraca, Valle de Kamarata (1000m), 18/05/1964, J.A. Steyermark, 94195, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Cerro Guaiquinima 5° N 63°W (1200m), 08/02/1990, Brian M Boom, 9454, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Quebrada Pelo Sambo, altiplanicie rocosa arenisca, Lat 4° 25' N; 61° 39' W, J.A. Steyermark, 18/12/1978, Victor Carreño E., G.C.K & E. Durnsteville, 117793, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Cerro Piton, Cordillea epicara, (400m), 09-11/09/1962, J.A Steyermark, Basset Maguire, Celia K. Maguire, 53714, (NY Botanical Garden); GUIANA : CUYUNI – MAZARUNI: Montanha Pakaraima Aymatoy, 5° 55' N; 61° W (1150m), 15/10/1981, P.J.M Maas, E.A Mennega, B.J.H. ter Welle, H.J Croen, 5658, (NY Botanical Garden); GUIANA: CUYUNI – MAZARUNI: River Mazarumi, Karowtipu Mountain, 5° 45' N; 60° 35'W (1000m), 21/04/1987, Brian M Boom, Doorjooan Gopaul, 7579, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Kweikin, Ima - Tepuy, Cerro guaiquinima, 5° 44' N 63° 38' W (950-1000m), 04-06/02/1990, H. Hertel, 36773, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Cumbre Cerro guaiquinima, Lat 5°44'4" N; 63° 41' 8" W (750m), 22-24/01/1977, J.A. Steyermark, Victor Carreño E., G.C.K & E. Durnsteville, 113315, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Piar, Cerro El Venado 6° 17' N; 62° 41' W (1300), 31/08/1983, Otto Huber, G.T Prance, C. Alarcon, 8226 (NY Botanical Garden); GUIANA: CUYUNI – MAZARUNI: River Mazarumi, Karowtipu Mountain, 5° 45' N; 60° 35'W (1000m), 23/04/1987, Brian M Boom, Doorjooan Gopaul, 7675, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: El Puaji, Rio Cabass, 4° 30' N; 61° 35' W (800-900m), 03/11/1985, Ronald L. Liesner, 19414, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Gran Sabana cabeceira do rio Waipuru, Lat 4° 42' N; Long 61°47' W (900m), 02/1986, Angel Fernandez, 2084, (NY Botanical Garden); GUIANA: CUYUNI – MAZARUNI: Kamarang River, Wenamu trail, Holi-tipu (1100m), 11/11/1951, Basset Maguire, D.B Fanshawe, 32548, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Centro do Cumbre Cerro guaiquinima, Lat 5°44'4" N; 63° 41' 8" W (750m), 20-25/01/1977, J.A.

Steyermark, Victor Carreño E., G.C.K & E. Durnsteville, 113167, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Cumbre Cerro guaiquinima Lat 5°44'4" N; 63° 41' 8" W (700-750m), 23-24/05/1978, J.A. Steyermark, Victor Carreño E., G.C.K & E. Durnsteville, 117240, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Heres, Trueno alto, Caserio de chigao, Lat 6° 7' N; Long 63° 22' (480m), 31131, Otto Huber, 10379, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Piar, Guayaraca, Lat 5° 44'; Long 62° 32' W (950m), 25-27/11/1982, Otto Huber, G. Davidse, 22698, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Raul Leoni, Uriman tepui, Lat 4° 39' N; 62° 36' W (450m), 07/1986, Angel Fernandez, 3417, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Piar, Cerro El Venado, 6° 17' N; 62° 41' W (1300), 31/08/1983, Otto Huber, G. T. Pancer, 28437, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Cumbre Cerro guaiquinima, Lat 5°44'4" N; 63° 41' 8" W (750m), 20-25/01/1977, J.A. Steyermark, Victor Carreño E., G.C.K & E. Durnsteville, 113209, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Heres, Cumbre de la meseta del Guaiquinima Lat 5° 51 N; Long 63° 33' W (900m), 06/12/1987, Otto Huber, 12398, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Cumbre del Guaiquinima, sector noreste Lat 5° 59'; Long 63° 25' (1490-1500m), 25/05/1978, J.A. Steyermark, Victor Carreño E., G.C.K & E. Durnsteville, 117376, (NY Botanical Garden); SURINAME: SIPALIWINI: Tafelberg, Table mountain Suriname (485m), 10/09/1944, Basset Maguire, 24679, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Sierra Ichún, Lat 4° 46' N; 63° 18' W (625-725m), 27/12/1961, J.A. Steyermark, 90226, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Piar, Rio Uriman Lat 5° 43' N; 62° 50' W (1050m), 10/05/1987, Otto Huber, 12211, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Raul Leoni, Cerro guaiquinima Lat 5°38' N; 64° 08' W (830mm), 01/09/1987, Angel Fernandez, 4717, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Río Las Ahallas, Lat 4°30' N; 61° 30' W (850mm), 30/10/1985, Ronald L. Liesner, 19208, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Cumbre del Cerro guaiquinima, Lat 5°N; 63° W (990mm), 04/02/1990, Brian M. Boom, 9339, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Cumbre del Guaiquinima, Lat 5° 44' 4" N; Long 63° 41' 8" W (730-900m), 24/05/1978, J.A Steyermark, Paúl Berry, G.C.K & E. Durnsteville, 117295, ("NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Cerro Neblina a noroeste do Pico Phelps, Lat 0° 50' 12" N; Long 65° 58' 50" W (2100m), 29/01/1985, Nee, 30613, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Cerro Neblina, NNE Pico Phelps, Lat 0° 51' 45" N; Long 65° 58' 50" W (1500m), 25/02/1985, M. Nee, 31104, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Dpto. Rio Negro, Cerro Neblina, Lat 0° 52' N; Long 65° 58' W (1730-1850m), 06/02/19885, S.S Renner, 2081, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Dpto. Rio Negro, Cerro Neblina, Lat 0° 54' N; Long 66° 04' W (1750-1850m), 16-18/02/1984, Ronald L. Liesner, 16011, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Piar, Cerro Venado Lat 06° 17' N; 62° 41' W (1350m), 24/09/1975, Otto Huber, Maria Huber, 10866, (NY Botanical Garden);

VENEZUELA: BOLIVAR: Heres, Meseta del Guaiquinima Lat 5° 58' N; Long 63° 29' W (1400m), 24/03/1975, Otto Huber, 10404, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Rio Ventuari, Cerro Moriche, Rio Ventuari, (1200m), 15/01/1951, Basset Maguire, R.S Cowan, John J. Wurdack 30954 (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Uaipan - Tepui, Uaipan peak (1200m), 01/03/1967, Tetsuo Koyama, Getulio Agostini, 7361, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Cerro Yapacana, Rio Orinoco, (1200m), 03/02/1951, Basset Maguire, R.S Cowan, John J. Wurdack, 30681, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Serrania Parú, Rio Parú, Caño Asísa, Rio Ventuari (2000m), 02/02/1951, R.S Cowan, John J. Wurdack, 31128, (NY Botanical Garden); BRASIL: AMAZONAS: Barcelos, Serra do Aracá Lat 0° 51' N, Long 63° 22' W (1150-1250m), 12/02/1984, L.L Amaral, 1508, (NY Botanical Garden 02618569); BRASIL: AMAZONAS: Serra do Aracá, (1000m), 27436, J.M Pires, 15075(95), (NY Botanical Garden 02618567); VENEZUELA: AMAZONAS: Serrania Parú, Rio Parú, Caño Asísa, Rio Ventuari (2000m), R.S Cowan, John J. Wurdack, 31128, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Serrania Yutage, Rio Manapiare (1250m), 19415, Basset Maguire, Celia K. Maguire, 35403, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Cerro Yaví, (1450m), 17227, Katherine D. Phelps, C.B. Hitchcock, 2, (NY Botanical Garden 334); VENEZUELA: AMAZONAS: Serrania Yutage, Rio Manapiare (1250m), 12/02/1953, Basset Maguire, Celia K. Maguire, 35210, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Cumbre Del Ilu Tepui Lat 5° 25' N; Long. 60° 59' W (2630m), 29/04/1984, Otto Huber, 9482, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Cerro Huachamacari, Rio Cunucunuma (1500m) 05/12/1950, Basset Maguire, R.S Cowan, John J. Wurdack, 29883, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Dpto. Atures, Cerro Cuao, Lat 5° 6' N; 67° 24' W (1580m), 09/1989, Elio Sanoja Angel, Fernandez Manoel Yanez, 3128, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Dpto. Atures, Cerro Cuao, Lat 5° 6' N; 67° 24' W (1580m), 10/1989, Elio Sanoja Angel, Fernandez Manoel Yanez, 6223, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Estrato inferior Cerro Duida (2100m), 02/1969, M. Fariñas, J. Velasquez, E. Medina, 356, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Piar, Rio Uaiparú, Lat 4° 42', Long 61° 49' (900m), 18/02/1986, Otto Huber, Angel Fernandez, 11320, (NY Botanical Garden 02480919); COLÔMBIA: VAUPÉS: Rio Kananarí, Cerro Isibukuri (700m), 29/10/1951, Richard Evans Schultes, Isidoro Cabrera, 14502, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS, Cerro Sipapo (1500m), 15/01/1981, Basset Maguire, J.A Steyemark, Charles Brewer Carías, Celia K. Maguire, Victor Carreño E., 65710, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Piar, Macizo Del Chimantá, Lat 5° 18' N; 62° 9' W (2000m), 02/02/1984, J.A. Steyemark, Otto Huber, Victor Carreño E. 127977, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR, Piar, Macizo Del Chimantá, Lat 5° 10' N; 62° 16' W (2200m), 02/02/1984, Otto Huber, Nelda Dezzo, 8597, (NY Botanical Garden) ; VENEZUELA: AMAZONAS: Cerro

Huachamacari, Rio Cunucunuma, (1500m), 05/12/1950, Basset Maguire, R.S Cowan, John J. Wurdack, 29860, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Cerro Duida (4000 pés), 08/04/1959, G.H.H Tate, 816, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Ayuan Tepui a lo largo del Rio Churun (1690m), 03/05/1964, J.A. Steyermark, 93323, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Cerro Yapacana, Lat 3° 45' N; Long 66° 45' W (825m), 04/05/1970, J.A Steyermark, George Bunting, 103088, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Cerro Yapacana, Lat 3° 45' N; Long 66° 45' W (1000-1200m)05-07/05/1970, J.A Steyermark, George Bunting, 103127, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Cerro Yapacana, Lat 3° 45' N; Long 66° 45' W (825m), 04/05/1970, J.A Steyermark, George Bunting, 103088, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Cerro Yapacana, 08-09/11/1969, WM Wayt Thomas, George K. Rogers, 2585, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Cerro de la Neblina, Rio Yatua (1900m), 11/12/1957, Basset Maguire, John J. Wurdack, Celia K. Maguire, 42341, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Cerro Yaví (2200m), 01-03/03/1947, Katherine D. Phelps, C.B. Hitchcock, 71, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Cumbre Del Cerro Autana Lat 4° 52' N, Long 67° 27' W (1230-1270m), 21-22/09/1971, J.A. Steyermark, 105108, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Piráque, Cerro Sipapo (1600m), 20/01/1949, Basset Maguire, Louis Politi, 28468, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Piráque, Cerro Sipapo (1500m), 06/12/1948, Basset Maguire, Louis Politi, 27559, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Depto. Atabapo, Plateau Cerro duida, Lat 3° 36' N; 65° 42' W (1250m), 31108, Ronald L. Liesner; 18148, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Depto. Atabapo, Cerro duida cerca de escarpa oriental, Lat 3° 25' N; Long 65° 40' W (1230m), 02/03/1985, J.A Steyermark, Mario Guariglia, Noel Holmgren, James Luteyn, Scott Mori, 126389, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Depto. Atabapo, Plateau Cerro Huachamacari, Lat 3° 50' N; Long 65° 43' W (1250m), 31107, Ronald L. Liesner, 18070, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Piar, Macizo Del Chimantá Sector SE, Lat 5° 12' N; 62° 05' W (1950m), 08-11/02/1985, Teuvo Ahti, Otto Huber, John J. Pipoly, 45181, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Piar, Macizo Del Chimantá, sector sur occidental, Cumbre meridional del Amurí-tepui, Lat 5° 08' N; 62° 16' W (2100m), 04-06/03/1986, Otto Huber, 11430, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Piar, Macizo Del Chimantá, Sector centro- noreste del Chimantá-tepui, Lat 5° 18' N; 62° 09' W (2000m), 26-29/01/1986, J.A. Steyermark, Otto Huber, Victor Carreño E., 127977, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: , Piar, Macizo Del Chimantá Sector SE, altiplanicie sur-orientaldel Acopán-tepui, Lat 5° 11' N; 62° 00' W (1920m), 14-16/02/1984, J.A Steyermark, Otto Huber, James L. Luteyn129888(NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Piar, Macizo Del Chimantá, Sector W del Alcopán-tepui, Lat 5° 12' N; 62° 07' W

(1850m), 02-05/02/1983, J.A. Steyermark, Otto Huber, Victor Carreño E., 128470, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Piar, Macizo Del Chimantá Sector SSE, altiplanicie sur-oriental del Acopán-tepui, Lat 5° 11' N; 62° 00' W (1920m) 13-16/02/1984 J.A. Steyermark, Otto Huber, James L. Luteyn 9058 (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Piar, Macizo Del Chimantá, sector centro-norte, región sur-oriental del Apacará-tepui, Lat 5° 19' N; 62° 12' W (2150m), 11-14/03/1986, Otto Huber, 11550, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Piar, Macizo Del Chimantá sector SSE, altiplanicie sur-oriental del Acopán-tepui, Lat 5° 11' N; 62° 00' W (1920m), 14-16/02/1984, J.A. Steyermark, Otto Huber, James L. Luteyn, 129978, (NY Botanical Garden); BRASIL: AMAZONAS: Plateau northern Serra do Aracá, Lat 0° 51-57' N; 63° 21-22' W (1200m), 14/02/1984, G.T. Prance, I.L. do Amaral, J.J. Pipoly, A.S. Tavares, M.G. Da Silva, C.D.A. Da Mota, A. Cress, 29067, (NY Botanical Garden 026118566); VENEZUELA: BOLIVAR: Cerdeño, Serranía Guanay, Lat 5° 55' N; Long 66° 23' W (1700m), 20-28/10/1985, Otto Huber, 10977, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Caño Guaviarito, Rio Manapiare, Rio Ventuari (1800m), 04/02/1951, Basset Maguire, Kathleen D. Phelps, Charle B. Hitchcock, Gerald Budowski, 31771a, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Depto. Atabapo, Cabecera Rio Yudi, Lat 5° 29' N; 65° 18' W (1600m), 03/1992, Luiz Delgado, 1714, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Serranía Yutaje, Rio Manapiare (2100m), 18/02/1953, Basset Maguire, Celia K. Maguire, 35326, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Piar, Amaruay-Tepui center of western side, Lat 5° 55', Long 62° 15' (1030m), 27/05/1986, Ronald L. Liesner, J.A. Steyermark, Bruce Holst, 21151, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Meseta Del Jaua porción central-occidental, Cerro Jáua, Lat 4° 45' N; Long 64° 26' W (1922-2100m), 22-27/03/1967, J.A. Steyermark, 97993, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Meseta Del Jaua porción central-occidental, Cerro Jáua, Lat 4° 45' N; Long 64° 26' W (1922-2100m), 22-27/03/1967, J.A. Steyermark, 97905, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Serranía Parú, Rio Ventuari, Asisa 17940 Katherine D. Phelps, C.B. Hitchcock, 530, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Ridge on Venezuelan-Brazilian border, 3.5 km W of Pico Zuloaga, Lat 0° 53' N; 65° 56' W (2000m), 13-15/04/1984, W.W. Thomas, T. Plowman, 3036, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Depto. Rio Negro, Pico Neblina, Lat 0° 54' 30" N; Long 66° 02' 30" W (1670-1690m), 12/02/1985, B.M. Boom, A.L. Weitzman, 5773, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Rio Paragua, Cerro Guaiquinima (1700m), 31/12/1951, Basset Maguire, 32890, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Ayuan- Tepui (2050-2300m); 15/04/1964, J.A. Steyermark, 93929, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Dpto. Atabapo, Cerro Marahuaca, Atuhua, Shiho, Lat 3° 30' N; 65° 20' W (2450-2480m), 09-10/02/1982, J.A. Steyermark, Mario Guariglia, Noel Holmgren, James Luteyn, Scott Mori, 126335, (NY Botanical Garden); PERU: AMAZONAS: Provincia

Chacapoyas, 1,5 west of Malinopampa (2400-2450m), 18/07/1962, John J. Wurdack, 1380, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Piar, Macizo Del Chimantá sector centro-norte, región sur-oriental del Apacará-tepui, Lat 5° 19' N; 62° 12' W (2150m), 11-14/03/1986, Otto Huber, 11550, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: , Sierra Paracaima, Cabecera Rio Paragua, ao largo de la fronteira Venezolana-Brasilera Lat 3° 40' N; Long 63° 00' W (1400m), 04-05/05/1973, J.A. Steyermark, 107212, (NY Botanical Garden 02618568); VENEZUELA: AMAZONAS: Depto. Atabapo, Cerro Marahuaca, Lat 3° 30' N; 65° 28' W, 17-18/02/1985, Ronald L. Liesner, 17637, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Auyan-Tepui, Lat 5° 40' N; Long 62° 20' W (460-480m), 27/02/1978, J.A. Steyermark, Victor Carreño E., Roy Mc Diamird, Charles Brewer-Carias, 116073, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Ridge on Venezuelan-Brazilian border, 3,5 km west of Pico Zuloaga, Lat 0° 53' N; 65° 56' W (2000m), 13-15/04/1984, W.W Thomas, T. Plowman, 3033, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Meseta Del Jaua, Cumbre Cerro Jaua, Lat 4° 48' 50" N; Long 64° 34' 10" W (1750-1800m), 22-28/02/1974, J.A Steyermark, Victor Carreño E., Charles Brewer-Carías, 109404, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Meseta Del Jaua, Cerro Jaua porción sur-oeste, Lat 4° 48' 50" N; Long 64° 34' 10" W (1750-1800m), 22-28/02/1974, J.A Steyermark, Victor Carreño E., Charles Brewer-Carías 109358 (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: , Cerro Guaiquinima cumbre, sector noroeste, Lat 5° 50' N; Long 63° 40' W (1300m), 09/04/1979, J.A Steyermark, G.C.K. E. Dunsterville, 117955, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Heres, Cerro Marutani, Lat 3° 50' N; Long 62° 45' W (1200m), 11-12-14/01/1981, J.A Steyermark, Basset Maguire, Celia K. Maguire, Charles Brewer-Carías, Victoriano Carreño E., 123844, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Cerro Yapacana, 08-09/11/1979, W.W Thomas, George K. Rogers, 2585, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Piar, Macizo Del Chimantá, sector centro-norte, region sur-oriental del Apacará-tepui, Lat 5° 19' N; 62° 12' W (2150m), 11-14/03/1986, Otto Huber, 11550 (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: , Serrania Yutage, Rio Manapiare (2100m) 19408 Basset Maguire, Celia K. Maguire 325326 (US National Herbarium 2447813); VENEZUELA: AMAZONAS: Serrania Yutage, Rio Manapiare (1250m), 18/02/1953, Basset Maguire, Celia K. Maguire, 35403, (US National Herbarium 2447264); VENEZUELA: AMAZONAS: Ayuan Tepui, Rio Churun (1000m), 18/05/1964, J.A Steyermark, 94195, (US National Herbarium 2584094); VENEZUELA: BOLIVAR: Cerro Piton, Cordillera Epicara (400m), 09-11/09/1962, J.A Steyermark, Celia K. Maguire, 53714, (US National Herbarium 2435721); VENEZUELA: AMAZONAS: Cerro Moriche, Rio Ventuari (1200m), 18643, Basset Maguire, R.S Cowan, John Wurdack, 30954, (US National Herbarium 2447257).

Cephalocarpus montanus subsp. *glaucifolius* VENEZUELA: BOLIVAR: Rio Tirica (2090m), 17/02/1955, J.A. Steyermark, John J. Wurdack, 902, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Rio Tirica (2090m), 18/02/1955, J.A. Steyermark, John J. Wurdack, 902, (NY Botanical Garden); COLÔMBIA: CAQUETÁ: Sierra Chiribiquete Lat 1° 5' N; Long 72° 40' W (580m), 15-16/08/1992, Franco P., Rangel O. Palacios P, Betancur J., 3634, (NY Botanical Garden); COLÔMBIA: VAUPÉS: Rio Kananarí, Cerro Isibukuri (700m), 29-30/11/1951, H - Garcia Barriga, 13794, (NY Botanical Garden); BRASIL: AMAZONAS: Barcelos, Serra do Aracá Lat 0° 52' 23" N, Long 63° 20' 29" W (960m), G. Martinelli, D. Costa, H. C Lima, A. Quinet, A. Stival, E. Fernandez, M.A Moraes, 17028, (NY Botanical Garden 00686457); VENEZUELA: AMAZONAS: Cumbre Del Cerro Autana Lat 4° 52' N, Long 67° 27' W (1230-1240m), 20-22/09/1971, J. A. Steyermark105110, (NY Botanical Garden) VENEZUELA: AMAZONAS: Cerro Huachamacari, Rio Cunucunuma (1900m), 18608, Basset Maguire, R.S Cowan, John J. Wurdack, 30146, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Cerro Huachamacari, Rio Cunucunuma, (1950m), 16/12/1950, Basset Maguire, R.S Cowan, John J. Wurdack, 30257^a, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Cerro Huachamacari, Rio Cunucunuma (1950m) 19/12/1950, Basset Maguire, R.S Cowan, John J. Wurdack, 30257, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Cerro Sipapo (1500m), 06/12/1948, Basset Maguire, Louis Politi, 27528, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Caño Guaviarito, Rio Manapiare, Rio Ventuari (1800m), 02/02/1951, Basset Maguire, Kathleen D. Phelps, Charle B. Hitchcock, Gerald Budowski, 31708, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Central Section Chimantá Massif (1925m), 02/02/1955, J.A. Steyermark, John J. Wurdack, 349, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Meseta del Jaua, Cerro Jaua, Lat 4° 48' 50" N; Long 64° 34' 10" W (1750-1800m), 22-28/02/1974, J. A. Steyermark, Victoriano Carreño E., Charles Brewer-Carías, 109329, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: , Meseta del Jaua, Cerro Jaua, Lat 4° 48' 50" N; Long 64° 34' 10" W (1800m), 24/02-07/03/1974, J. A. Steyermark, Victoriano Carreño E., Charles Brewer-Carías, 109419, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: , Meseta del Jaua, Cerro Jaua, Lat 4° 45' N; Long 64° 26' W (1922-2100m), 22-27/03/1967, J.A. Steyermark, 97876, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Piar, Cerro Amaruay-Tepui, Lat 5° 55' N; Long 62° 15' W (1030m), 27/05/1986, J.A Steyermark, Ronald Liesner, Bruce Holst, 132159, (NY Botanical Garden); COLÔMBIACAQUETÁ, Sierra Chiribiquete Lat 1° 5' N; Long 72° 40' W (600m), Franco P., Rangel O., Palacios P, Betancur J.3752(NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: , Cumbre Cerro Autana, Lat 4° 52" N; Long 67° 27" W (1230-1240m)20-22/09/1971J.A. Steyermark105153(NY Botanical Garden 02618565); GUIANA: CUYUNI – MAZARUN:, Paruima, Lat 5° 49' N; Long 61° 14' W, (1430m), 18/07/1997, Clark.D, K. David, C. Chin, C. Perry, 5840, (US National Herbarium 3393185); VENEZUELA: AMAZONAS: Cerro Huachamacari, Rio

Cunucunuma (1900m), 11/12/1950, Basset Maguire, R.S Cowan, John J. Wurdack, 30146, (US National Herbarium 2447267); VENEZUELA: AMAZONAS: Cerro Huachamacari, Rio Cunucunuma (1950m), 16/12/1950, Basset Maguire, R.S Cowan, John J. Wurdack, 30257, (US National Herbarium 2447797); VENEZUELA: AMAZONAS: Caño Guaviarito, Rio Manapiare, Rio Ventuari (1800m), 16/12/1950, Basset Maguire, Kathleen D. Phelps, Charles B. Hitchcock, Gerald Budowski, 31708, (US National Herbarium 2447042); COLÔMBIA: VAUPÉS: Rio Kananari, Cerro Isubukuri (762m), 18966, Richard Evans Schultes, Isidoro Cabrera, 14732, (US National Herbarium 2341665); COLÔMBIA: VAUPÉS: Rio Kananari, Cerro Isubukuri (250m), 29-30/11/1951, H. Garcia - Barriga, 13794, (US National Herbarium 2236828); VENEZUELA: BOLIVAR: Meseta Del Jaua, Cerro Jaua, cumbre de la porción central-oriental de la meseta Lat 4° 45' N; Long 64° 26' W (1922-2100m), 22-27/03/1967, J.A Steyermark, 97876, (US National Herbarium 2622331)

***Cephalocarpus montanus* subsp. *guaiquinimae*:** VENEZUELA: AMAZONAS: Dpto. Rio Negro, Rio Mawarinuma, 0° 52,5' N; Long 66° 05' W (1880m), 07-08/02/1984, J.A Steyermark, James L. Luteyn, 9399, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Cerro Neblina, NE Pico Phelps Lat 0° 49' 40" N; 65° 59' W (2100m), 15/04/1984, Bruce A. Stein, A. Gentry, 1576, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR:, Rio Paragua, Cerro guaiquinima, Rio Paragua (1700m), 10/12/1952, Basset Maguire, 33051, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Cerro guaiquinima, Rio Paragua (1800m), 28/12/1951, Basset Maguire, 32791, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Cerro guaiquinima, Alto Rio Paragua (1760m), 01/05/1944, Félix Cardona, 1119, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Cumbre Del Cerro Guaiquinima, sector suroeste, Lat 5° 38' N; Long 63° 45' W (1650m), 26/05/1978, J.A Steyermark, Paúl Berry, G.C.K & E. Durnsteville, 117437, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Rio Paragua, Cerro Guaiquinima (1800m), 30/12/1951, Basset Maguire, 32837, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Cerro Guaiquinima, Rio Paragua (1600-1700m), 10-12/01/1952, Basset Maguire, 33051, (US National Herbarium 2447816); VENEZUELA: BOLIVAR: Cerro Guaiquinima, Rio Paragua (1760m), 15/04/1944, Félix Cardona, 1119, (US National Herbarium 1878328); VENEZUELA: AMAZONAS: Dpto. Rio Negro, Pico Neblina, Lat 0° 52' N; Long 65° 58' W (1730-1850m), 06/02/1985, S S Renner, 2081, (US National Herbarium 3073735); VENEZUELA: BOLIVAR:, Cerro Guaiquinima, Alto Rio Paragua (1740m), 10/1943, Félix Cardona, 974, (Chicago Hist. Museum 1155571).

***Cephalocarpus montanus* subsp. *vellutinus*:** VENEZUELA: AMAZONAS: Dpto. Rio Negro, Pico Neblina, Lat 0° 52-53' N; Long 66° 05' W (1880m), 07-08/02/1984, J.A Steyermark, L. Luteyn, 9399, (US National Herbarium 3103653); VENEZUELA:

AMAZONAS: Pico Neblina, Rio Yatua, Lat 0° 54' N; Long 66° 04' W (1750-1850m), 10/01/1954, Basset Maguire, George S. Bunting, John Wurdack, 37166, (US National Herbarium 2447283); VENEZUELA: AMAZONAS: Dpto. Rio Negro, Cerro De La Neblina, Camp III, Lat 0° 54' N; Long 66° 04' W (2100m), 16-18/02/1984, Ronald Liesner, 16011, (US National Herbarium 3044651); VENEZUELA: AMAZONAS: Dpto. Rio Negro, Cerro De La Neblina, Camp II, Lat 0° 50' 00-12" N; Long 65° 58' 50" W (2100m), 29/01/1985, M. Nee, 30613, (US National Herbarium 3109834); VENEZUELA: AMAZONAS: Cerro Neblina Lat 0° 52' N Long 66° 5' W (1800m), 15/04/1984, Al Gentry, Bruce Stein, 46655, (NY Botanical Garden).

Cephalocarpus distichous: BRASIL: AMAZONAS: Serra do Aracá 3000 pés, 21/01/1978, N.A Rosa S.B Lira, 2246, (NY Botanical Garden 2618562); VENEZUELA: AMAZONAS: Dpto Rio Negro, Pico Neblina, Lat 0° 54' N; Long 66° 04' W (1670-1690m), 16-18/02/1984, Ronald L. Liesner, 16034, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Cerro Sipapo (Paráque) (1500m), 15/12/1948, Basset Maguire, Louis Politi, 27701, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Cerro Huachamacari, Rio Cunucunuma (1500m), 05/12/1950, Basset Maguire, R.S Cowan, John Wurdack, 29860 (US National Herbarium 2447973); VENEZUELA: BOLIVAR: Ilu Tepui Lat 5° 25' 36" N; Long 60° 29' W (2500m), 15/04/1988, Ronald Liesner, 23331, (US National Herbarium 3388896); VENEZUELA: BOLIVAR: Piar, Mursipan Tepui, southern projection, Lat 5° 51' N, 62° 2' W (1700m), 26/05/1986, J.A Steyermark, Ronald Liesner, Bruce Holst, 132136, (US National Herbarium 3223088); VENEZUELA: BOLIVAR: Cumbre Del Apacará, 08/07/1946, F. Cardona, 1578, (US National Herbarium 1909904).

Cephalocarpus duidae: VENEZUELA: AMAZONAS: Rio Yatua, Cerro Neblina (1700-1800m), 10/01/1954, Basset Maguire, John J. Wurdak, George S. Bunting, 37166, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Cerro Sarisarinã, Meseta Del Jaua, Lat 4° 41' 40" N; Long 64° 13' 20" W (700m), 12-15/02/1974, J.A. Steyermark, Victor Carreño E., Charles Brewer-Carias, 109125, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Uaipan- Tepui, Uaipan peak (1200m), 06/03/1967, Tetsuo Koyama, Getulio Agostini, 7529, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Cerro de la Neblina, Rio Yatua (1800m), 15/11/1957, Basset Maguire, John J. Wurdak, Celia K. Maguire, 42108, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Cerro de la Neblina, Rio Yatua (1750m), 10/11/1954, Basset Maguire, John J. Wurdak, George S. Bunting, 37151-A, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Cerro Huachamacari, Rio Cunucunuma (1800m), 14/12/1950, Basset Maguire, R.S Cowan, John J. Wurdack, 30219, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Cerro de la Neblina, Rio Yatua (1650m), 10/01/1954, Basset Maguire, John J. Wurdak, George S. Bunting, 37209, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Cerro Huachamacari, Rio

Cunucunuma, AMAZONAS (1850m), 17/12/1950, Basset Maguire, R.S Cowan, John J. Wurdack, 30289, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR.: Ayuan Tepui a lo largo del Rio Churun (1690m), 03/05/1954, J.A. Steyermark, 93322, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Paráque, Cerro Sipapo (1500m), 06/12/1948, Basset Maguire, Louis Politi, 27529, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: AMAZONAS: Cerro Huachamacari, Rio Cunucunuma (1820m), 08/12/1950, Basset Maguire, R.S Cowan, John J. Wurdack, 30077, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Meseta Del Jaua, Cumbre Cerro Jáua, Lat 4° 47' 22" N; Long 64° 33' 35" W (2228-2250m), 27/02/1974, J.A Steyermark, Victor Carreño E., Charles Brewer-Carías109595(NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Ayuan Tepui cumbre de la parte norte sección sur, ao largo del Rio Churun (1690m), 03/05/1964, J.A Steyermark, 93322, (US National Herbarium 2584689); VENEZUELA: AMAZONAS: Cerro de la Neblina, Rio Yatua (1600-1800m), 22/11/1957, Basset Maguire, Celia K. Maguire, John Wurdack, 42181, (US National Herbarium 2467264).

Cephalocarpus ptariensis: VENEZUELA: BOLIVAR: Piar, Cume do Tepui Aprada Lat 5°24' N; Long 62° 27' W (2500m), 30/06/1984, Otto Huber, 9540, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Gran Sabana cabeceira do rio Waipuru Lat 4° 42' N; Long 61°47' W (900m), 02/1986, Angel Fernandez, 2070, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Piar, Macizo chilmantá Lat 5° 20' N; Long 62° 12' (2200m), 30/01/1983, Otto Huber, J.A. Steyermark, 7039, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Savana sobre o Summit camp (1940m), 04/02/1955, J.A. Steyermark, John J. Wurdack408(NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR.: Piar, Macizo del chilmantá Lat 5° 18' N; Long 62° 03' W (2450m), 7-9/02/1983, J.A. Steyermark, Otto Huber, Victor Carreño E.128822(NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR.: Chimantá Massif, rocha na fronteira de savana, Summit Camp, 1940m, 04/02/1955, J.A. Steyermark, John J. Wurdack, 410, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Cume Atalpa tepir Lat. 5° 22'; Long 62° 20' (2460-2500m), 25/02/1978, J.A. Steyemark, Victor Carreño E. Roy Mc Diamird, Charles Brewer-Carias, 115906, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Tepuy El Libertador (2050-2300m), 15/03/1978, J.A. Steyermark, 93964, (NY Botanical Garden) ; VENEZUELA: BOLIVAR: Piar, Macizo del chilmantá Lat 5° 25' N; Long 62° 11' W (2350m), 3-5/02/1984, Otto Huber, Miriam Colella, 8728, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Piar, Macizo del chilmantá Lat 5° 25' N; Long 62° 11' W (2350m), 3-5/02/1984, Otto Huber, Miriam Colella, 8730, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Cume Atalpa tepir Lat. 5° 22'; Long 62° 20' (2460-2500m), 23/02/1978, J.A. Steyemark, Victor Carreño E., Roy Mc Diamird, Charles Brewer-Carias, 115930, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Piar, Macizo del chilmantá Lat 5° 17' N; Long 62° 16' W (2100m), 08-10/03-1986, Otto Huber, 11475, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR:

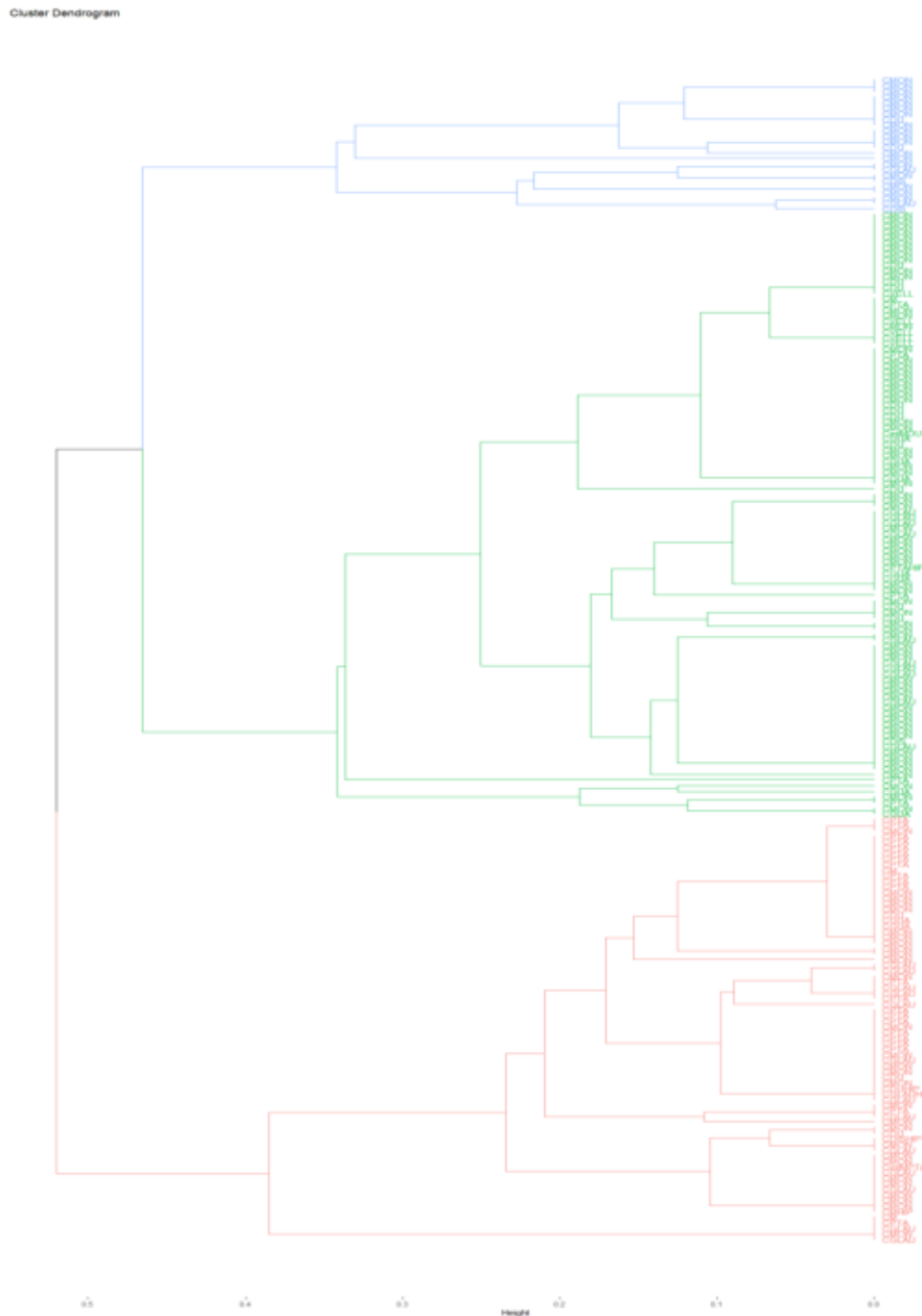
Parte superior Ayan Tepui (2300m), 04/1956, et Foldets, 4893, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Piar, Macizo del chilmantá Lat 5° 18' N; Long 62° 09' W (2000m), 26-29/01/1983, J.A. Steyermark, Otto Huber, Victor Carreño E., 128130, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Piar, Macizo del chilmantá Lat 5° 11' N; Long 62° 00' W (1920m), 14-16/02/1984, J. A. Steyermark, Otto Huber, L. Luteyn, 129941, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Cumbre del Macizo del chilmantá setor septentrional Lat 5° 25' N; Long 62° 03' W (2500m), 24/02/1978, J.A. Steyermark, Victor Carreño E., Roy Mc Diamird, Charles Brewer-Carias, 115805, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Ptari Tepui (2400-2410m), 03/10/1944, J.A. Steyermark, 59610, (NY Botanical Garden 3102); VENEZUELA: BOLIVAR: Chimantá Massif, central section, rocha na fronteira de savana, Summit Camp, 1940m, 04/2/1955, J.A. Steyermark, John J. Wurdack, 409, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Abácapa tepui (2125-2300m), 13/04/1953, J.A. Steyermark, 128716, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Abácapa tepui (2125-2300m), 13/04/19953, J.A. Steyermark, 74847, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Piar, Macizo del chilmantá Lat 5° 15' N; Long 61° 58' W (2250m), 06-08/02/1985, Otto Huber, Teuvo Ahti. John J. Pipoly, 10094, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Piar, Macizo del chilmantá, Altiplanicie em la base meridional de los farallones del Apacará-tepui, sector norte del macizo Lat 5° 20' N; Long 62° 12' W (2200m), 30/01/1983, J.A. Steyermark, Otto Huber, Victor Carreño E., 128357, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Ptari Tepui, face sul da montanha (1600-2000m), 14-19/08/1970, H.E Moore, Jr., J.D. Ambrose, R.E Dietz IV, D.H Pfister, 9775, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Northwest Cumbre, Churi Tepui (2050m), 20/01/1953, John J. Wurdack, 34235, (NY Botanical Garden); VENEZUELA: BOLIVAR: Sucre, Meseta del Jaua oriental central, Lat 4° 35' N; Long 64° 15' W (2020m), 14/02/1981, J.A Steyermark, Charles Brewer-Carías, Ron Liesner 124318 (NY Botanical Garden 01818814); VENEZUELA: BOLIVAR: Chimantá Massif central section (1940m), 20124, J.A Steyermark, John Wurdack, 408, (US National Herbarium 2447812); VENEZUELA: BOLIVAR: Sucre, Meseta Del Jaua, sección, central-oriental, Lat 4° 35' N; Long 64° 15' W (2228-2250m), 04/02/1955, J.A Steyermark, Basset Maguire, Charles Brewer-Carías, Ron Liesner, 124318, (US National Herbarium 3689287); VENEZUELA: BOLIVAR: Ptari - tepui (1600-2000m), 14-19/08/1970, H.E. Moore, J.D. Ambrose, R.E Ditz IV, D.H Pfister, 9775, (US National Herbarium 29037); VENEZUELA: BOLIVAR: Auyan Tepui, north of El Libertador (2050-2300m), 15/05/1964, J.A Steyermark, 93694, (US National Herbarium 2584678); VENEZUELA: BOLIVAR: Gran Sabana, Macizo Del Chimantá, cumbre sur-occidental del Amuri-tepui, sector SW del Macizo (2150m), 28/01/1988, Otto Huber, 12474, (Missouri Botanical Garden 5554495); VENEZUELA: BOLIVAR: Piar, Macizo Del Chimantá, sección septentrional del

Apacará - tepui, extremo norte del Macizo (2350m), 03-05/02/1984, Otto Huber & Miriam Collela, 8730, (Missouri Botanical Garden 3765509).

Cephalocarpus intermediário (montanus x ptariensis) VENEZUELA: AMAZONAS: Dpto. Atures, Cerro Yaví, Rio Parucito Lat 5° 43' N; Long 65° 52' W (2100m), 29/10/1986, Otto Huber, 11883, (NY Botanical Garden).

Cephalocarpus intermediário (montanus x duidae): VENEZUELA: AMAZONAS: Cerro Huachamacari, Rio Cunucunuma (1850m), 17/12/1950, Basset Maguire, R.S Cowan, John J. Wurdack, 30290, (NY Botanical Garden).

Figura 15. Dendograma Cluster para os morfotipos do complexo *Cephalocarpus montanus*, obtido através da análise de 217 indivíduos e 10 variáveis. Onde: CM = *C. montanus* subsp. *montanus*; CPTA = *C. ptariensis*; CDU = *C. duidae*; CDIS = *C. distichous*; CGLAU = *C.m montanus* subsp. *glaucifolius*; CGUA = *C.montanus* subsp. *guaiquinimae*; CVELL = *C. montanus* subsp. *Vellutinus*; CintMPTA = Intermediário *montanus* subsp. *montanus* x *ptariensis*; CintMDU = Intermediário *montanus* subsp. *montanus* x *duidae*; Hip = hipóteses.



Fonte: Do autor, 2024.