

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA

JULIANA TROLEIS

Morfoanatomia foliar de espécies de *Dyckia* do “*complexo maritima*”
(Pitcairnioideae-Bromeliaceae)

Porto Alegre

2018

JULIANA TROLEIS

Morfoanatomia foliar de espécies de *Dyckia* do “*complexo maritima*”
(Pitcairnioideae-Bromeliaceae)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Botânica.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Ernesto de Araujo Mariath

Porto Alegre

2018

CIP - Catalogação na Publicação

Troleis, Juliana
Morfoanatomia Foliar de espécies de Dyckia do
"complexo marítima" (Pitcairnioideae-Bromeliaceae) /
Juliana Troleis. -- 2018.
94 f.
Orientador: Jorge Ernesto De Araujo Mariath.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências, Programa
de Pós-Graduação em Botânica, Porto Alegre, BR-RS,
2018.

1. Botânica. 2. folhas. 3. Dyckia. 4. complexo
marítima. 5. Bromeliaceae. I. De Araujo Mariath, Jorge
Ernesto, orient. II. Título.

"A lei da mente é implacável. O que você pensa, você cria; O que você sente, você atrai;
O que você acredita torna-se realidade."

Buda

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Jorge Ernesto de Araújo Mariath, que acreditou em mim desde o primeiro dia que entrei no laboratório (e faz tempo), mesmo eu afirmando que não tinha nenhuma experiência com histologia vegetal. Agradeço de coração ele ser uma inspiração tanto na aprendizagem da ciência das plantas, como no desenvolvimento de minha trajetória profissional. Admiro muito ser sempre a fonte motivadora do laboratório e o melhor na solução dos problemas (tudo fica simples).

Aos professores do laboratório, por estarem sempre dispostos a ajudar nas dificuldades encontradas no decorrer do trabalho.

Aos colegas de laboratório, Danilo Rocha, Jordano D. Tavares, Valeria C. Tavares, José F. Richit, Felipe Palombini, Keyla V. P. Boch, Pedro S. Almeida e Vanessa R. dos Santos, pela compreensão e auxílio na rotina do LAVeg sempre que necessária e pela amizade que torna o dia a dia mais leve. Agradeço também aos mestres, doutores e pós-doutores que já passaram pelo laboratório pelo enérgico apoio em continuar na luta. A Maria Elenice Alves por sempre me brincar com “uma pergunta” todos os dias. Ao Ezequiel Dawud por seu indispensável apoio nos cuidados com a coleção viva do Laboratório. Em especial às colegas e amigas Fernanda M. Nogueira e Sofia A. Kuhn, pelo grande apoio, prontidão e exemplo ao auxiliar a otimizarem todas as etapas desse trabalho.

À Carolina J. Breitsameter e Henrique M. Buneker pelas discussões sobre o trabalho, as saídas de campo e a identificação das plantas que foram fundamentais para a realização dessa dissertação.

À Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul e seus funcionários, pela autorização de coleta de plantas.

Ao Programa de Pós-Graduação em Botânica e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul que possibilitaram que desenvolvesse esse estudo.

A coleção viva de Bromeliaceae do LAVeg-UFRGS e ao Laboratório pela infraestrutura com tecnologia de ponta que facilitaram a realização do trabalho.

Ao CMM-UFRGS e seus funcionários pela disposição e disponibilidade na utilização do MEV.

As minhas “Divas” do coração, companheiras e amigas de todos os dias Kelly Cristine S Rodrigues (a marida) e a Tamara Pastori (a Diva mor) por todo apoio e carinho e por sempre ter a disposição os “ombros” e os “ouvidos” nas dificuldades do nosso cotidiano.

A minha praticamente mana Darlise S. B. da Silva pela nossa amizade de sempre e mesmo estando distante fisicamente, está sempre presente na minha vida. Salve “whatsapp”!!!

Aos meus pais Ana Lucia L. Troleis e Julio Cesar P. Troleis, pela oportunidade da vida, educação e lucidez nas dificuldades do caminho e ao meu irmão Rafael L. Troleis pelo apoio, carinho e ajuda constante durante toda a trajetória.

Ao companheiro que escolhi dividir os momentos importantes de minha vida, Cássio A. de Abreu por estar sempre disposto a me ajudar e a compartilhar e moldar comigo os nossos sonhos.

E, enfim, a luz da minha vida, que faz querer ser alguém melhor todos os dias, a minha filha Ana Julia T. de Abreu por, mesmo sendo bem jovem, respeitar e aceitar ter de acordar cedo e seguir o ritmo intenso de nossas vidas, todos os dias, e mesmo assim, ser sempre essa criança doce, amável e alegre.

RESUMO

Dyckia Schult. f. possui a maior diversidade em Pitcairnioideae, com mais de 165 espécies. Suas espécies têm hábito terrestre, são xerofíticas e ocorrem nas regiões Sudeste, Nordeste, Centro Oeste e Sul do Brasil. No gênero encontramos 13 espécies endêmicas do Rio Grande do Sul e Santa Catarina tratadas informalmente, como "*complexo marítima*" baseado em características morfológicas das sementes. O objetivo do trabalho é confirmar ou não o possível grupo informal de espécies deste complexo através de um estudo morfoanatômico das folhas. Para o estudo foram utilizadas técnicas usuais de anatomia vegetal, como corte a Mão Livre, Microscopia de Luz e Microscopia Eletrônica. Como espécies de grupo externo foram utilizadas *Dyckia choristaminea* Mez e *Bromelia antiacantha* Bertol. As folhas das espécies do complexo são suculentas, rígidas, sem cisternas e dispostas em espiral. As lâminas foliares são de eretas a revolutas, cobertas ou não por escamas, de coloração verde-acinzentada a avermelhadas. Os tricomas estão organizados linearmente, coincidindo com a orientação dos feixes e as margens foliares. Os espinhos podem ser flexíveis ou rígidos, de coloração verde até castanho ao preto. As folhas são hipoestomáticas, com estômatos paracíticos, situados acima do nível da epiderme. Cada célula epidérmica contém corpos silicosos e mostram um espessamento acentuado nas paredes anticlinais e periclinal interna, tornando o lume bastante reduzido em ambas as faces da lâmina foliar. O mesofilo evidencia hipoderme mecânica em ambas as faces com estratos diferenciados na deposição de ligninas e de pectinas no espessamento da parede. As primeiras camadas do parênquima aquífero apresentam células isodiamétricas e nas camadas mais internas as células são alongadas anticlinalmente. O parênquima clorofilado se localiza entre os feixes vasculares e apresenta idioblastos contendo ráfides. Os feixes são colaterais, de menor ou maior calibre, com fibras associadas. Pigmentos e espinhos de coloração clara foram observados em *D. delicata* Larocca & Sobral, *D. agudensis* Irgang & Sobral e no grupo externo, *D. choristaminea*. *B. antiacantha* apresenta uma zona limitada de parênquima aerífero com as células braciiformes estreladas, além disso, existem fibras extravasculares. O presente trabalho, separa o "*complexo marítima*" em dois grupos. As análises reforçam a existência de um "*complexo marítima*" constituído por *D. agudensis*, *D. marítima*, *D. myriostachya*, *D. nigrospinulata* e *D. rígida*. Também sugere-se considerar a existência de um "*complexo alba*" constituído por *D. alba*, *D. domfelicianensis*, *D. hebdingii*, *D. selloa*, *D. retroflexa*, *D. polycladus*, *D. tomentosa* e *D. delicata*.

Palavras-chave: *Dyckia*, morfoanatomia vegetal, anatomia vegetal, folha.

ABSTRACT

Dyckia Schult. f. has the most diversity in Pitcairnioideae, with more than 165 species. Its species have terrestrial habit, are xerophytic and occur in the Southeast, Northeast, Midwest and Southern regions of Brazil. In the genus we found 13 endemic species from Rio Grande do Sul and Santa Catarina informally treated as "*maritime complex*" based on morphological characteristics of the seeds. The goal of this work is to confirm or not the possible informal group of species of this complex, through a morpho-anatomical study of the leaves. For the study, usual microtechniques of plant anatomy were utilized, such as Free Hand Sections, Light Microscopy and Electron Microscopy. *Dyckia choristaminea* Mez and *Bromelia antiacantha* Bertol were used as external group species. The leaves of the species of the complex are succulent, rigid, without cisterns and arranged in a spiral. The leaf blades are erect to rough, long and covered or not by scales, greenish to reddish-green in color. The trichomes are organized linearly, coinciding with the orientation of the bundles and the leaf margins have flexible or rigid spines, being green to brown to black. The leaves are hypostomatic, with paracytic stomata, located above the level of the epidermis. Each epidermal cell contains silicon bodies and shows a marked thickening on the anticlinal and inner periclinal walls, making the cell lumina greatly reduced on both sides of the leaf blade. The mesophyll shows mechanical hypodermis on both sides with differentiated strata in the deposition of lignins and pectins in wall thickening. The first layers aquifer parenchyma have isodiametric cells and in the inner layers the cells are anticlinally elongated. The chlorophyllous parenchyma is located between the vascular bundles and presents raphides-containing idioblasts. The bundles are collaterals, of smaller or larger caliber, with associated fibers. Pigments and spines of light staining were observed in *D. delicata* Larocca & Sobral, *D. agudensis* Irgang & Sobral and in the external group, *D. choristaminea*. *B. antiacantha* has a limited zone of aerial parenchyma with stellate brachiform cell, in addition, there are extravascular fibers. The present work separates the "*maritime complex*" into two groups. The analyzes reinforce the existence of a "*maritime complex*" composed by *D. agudensis*, *D. maritima*, *D. myriostachya*, *D. nigrospinulata* and *D. rigida*. We suggest an "*alba complex*" composed by *D. alba*, *D. domfelicianensis*, *D. hebdingii*, *D. selloa*, *D. retroflexa*, *D. polycladus*, *D. tomentosa* and *D. delicata*.

Keywords: *Dyckia*, plant morphology, plant anatomy, leaf.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.....	25
Figura 2.....	30
Figura 3.....	31
Figura 4.....	32
Figura 5.....	33
Figura 6.....	34
Figura 7.....	37
Figura 8.....	38
Figura 9.....	39
Figura 10.....	42
Figura 11.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.....	26
Tabela 2.....	29
Tabela 3.....	43

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A	68
APÊNDICE B	71
APÊNDICE C	72
APÊNDICE D	75
APÊNDICE E	77
APÊNDICE F.....	79

Sumário

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. Status atual da família bromeliaceae Juss.	13
1.2. Estudos morfológicos e anatômicos na família.....	15
1.3. A subfamília Pitcairnioideae	19
1.4. O gênero <i>Dyckia</i> Schult. & Schult.f.....	20
1.5. As espécies do “ <i>complexo maritima</i> ”	22
2. OBJETIVOS	23
2.1. Objetivo geral.....	23
2.2. Objetivos específicos	23
3. MATERIAL E MÉTODOS	24
4. RESULTADOS.....	31
4.1. Morfologia e anatomia	31
4.2. Histoquímica	41
4.3. Análise estatística.....	42
5. DISCUSSÃO	46
5.1 Morfologia e anatomia.....	46
5.2. Histoquímica	53
5.3. Análise estatística.....	54
6. CONCLUSÃO	56
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57

1. INTRODUÇÃO

1.1. Status atual da família bromeliaceae Juss.

A família Bromeliaceae Juss. pertence ao grupo das monocotiledôneas commelinídeas que inclui quatro ordens monofiléticas sustentadas por marcadores moleculares (Judd 2009, Soltis *et al.* 2000). A ordem Poales está inserida nesse grupo e possui 17 famílias, dentre elas, Bromeliaceae (Judd 2009, APG IV 2016). Na evolução da família estima-se que o surgimento pode ter ocorrido há 96 Ma (Janssen & Bremer 2004). Já Givnish *et al.* (2011) sugerem há 100 Ma embora a diversificação da família tenha ocorrido há 19 Ma. A origem neotropical, demonstra uma grande variabilidade morfológica do grupo resultante das adaptações a diferentes biomas (Reitz 1983). O ancestral de *Pitcairnia feliciana* se constitui na única Bromeliaceae que alcançou a África há 12-9,3 Ma, provavelmente através de dispersão a longa distância (Givnish *et al.* 2007, 2011; Porembski & Barthlott 1999).

A família possui 58 gêneros e mais de 3350 espécies (Luther 2014) que podem ser terrícolas, saxícolas, epífitas ou reófitas, abrangendo plantas de pequeno porte, como algumas espécies do gênero *Tillandsia*, até plantas de grande porte, como espécies do gênero *Alcantarea* (Benzing 2000, Smith & Downs 1974, 1977, 1979 e Reitz 1983). Os representantes da família mostram alta adaptação aos diferentes ambientes, desde o nível do mar até altos picos da Cordilheira dos Andes. A plasticidade em se adaptar revela, muitas vezes, espécies de distribuição restrita e número de indivíduos reduzidos, com alta especificidade aos habitats (Forzza *et al.* 2015).

As plantas apresentam caule reduzido com as folhas simples, inteiras ou espinhoso-serrilhadas inseridas em espiral numa filotaxia rosetada, e bainha foliar na sua base formando, em alguns casos, um recipiente de reserva de água denominado tanque (Reitz 1983, Smith & Till 1998). As folhas são normalmente verdes à verde acinzentadas, porém algumas espécies de *Neoregelia*, *Nidularium*, *Wittrockia*, *Ananas* e *Vriesea* apresentam cor avermelhada, e, de *Tillandsia* e *Vriesea* que se tornam densamente pintadas ou completamente roxo-avermelhadas quando expostas à intensa luz solar. Esses dois últimos gêneros podem se apresentar pouco pigmentados de roxo quando na sombra (Reitz 1983). A coloração verde acinzentada à esbranquiçada denota a presença de escamas peltadas em ambas as faces foliares, que são responsáveis pela

absorção de água e nutrientes (Reitz 1983) e também, é considerada uma transição evolutiva da forma de vida terrestre à epifítica (Crayn *et al.* 2004).

A riqueza em diversidade das espécies de Bromeliaceae também apresenta um alto valor ecológico, decorrente do microambiente gerado pela sua morfologia, abrigando várias espécies que têm seus ciclos de vida dependentes das mesmas (Benzing 2000). Givnish *et al.* (2007, 2013, 2014) discutem a evolução de espécies de Bromeliaceae verificando desde as características ancestrais como o metabolismo fotossintético CAM, a polinização por pássaros, o epifitismo e os traços xeromórficos na família. A especiação pode depender da evolução de características ecológicas, como a adoção do habitat epifítico, a evolução do metabolismo CAM em ambientes áridos ou adaptações para a vida do sub-bosque nas florestas (cerca de 12,3%), com subsequente dispersão geográfica e radiação em diferentes áreas e ambientes. A evolução dos tanques foi uma inovação chave, estando relacionado a altas taxas de diversificação, assim como baixas taxas de extinções nos grupos em que ela ocorre (Crayn *et al.* 2004; Silvestro *et al.* 2014). Givnish *et al.* (2007) realizaram uma análise filogenética, utilizando dados moleculares das 3 subfamílias clássicas e verificaram que embora Bromelioideae e Tillandsioideae fossem monofiléticas, Pitcairnioideae era parafilética. Com base nesses resultados, os autores propuseram uma subdivisão de Pitcairnioideae em 6 subfamílias monofiléticas (Pitcairnioideae, Brocchinioideae, Lindmanioideae, Hechtioideae, Navioideae, Puyoideae) porém com indefinição na ordem de surgimento dessas subfamílias devido ao baixo suporte filogenético. Em Givnish *et al.* (2011) o ordenamento evolutivo das subfamílias teve um melhor suporte filogenético sugerindo seu relacionamento como segue: (Brocchinioideae, (Lindmanioideae, (Tillandsioideae, (Hechtioideae, (Navioideae, (Pitcairnioideae, (Puyoideae, (Bromelioideae)))))).

Recentemente, as pesquisas estão concentrando esforços no detalhamento das subfamílias, na solução de problemas taxonômicos dentro de grupos específicos da família Bromeliaceae. A ampliação das técnicas moleculares possibilitam uma resolução maior para a compreensão das relações entre as subfamílias e os gêneros (Silvestro *et al.* 2014, Barfuss *et al.* 2016, Schutz *et al.* 2016 e Moura *et al.* 2018).

1.2. Estudos morfológicos e anatômicos na família

As análises anatômicas na família datam de meados do século XX. Nesses estudos são abordadas comparações morfológicas entre espécies e adaptações ecológicas a ambientes xerofíticos, além de outros com intuito de auxiliar na delimitação de táxons. Abordagem anteriores a esta época envolviam apenas aspectos taxonômicos da família (Baker 1889, Mez 1896, 1934 e 1935; Harms 1930, Solereder & Meyer 1929). Krauss (1948) analisaram a organografia de *Ananas comosus* (L.) Merr., em especial o caule, as folhas e suas respectivas gemas, caracterizando descritivamente a morfologia externa e interna. Neste mesmo ano, Okimoto detalha a morfologia e anatomia da inflorescência e da flor desta mesma espécie.

Tomlinson (1969) reúne as informações existentes até esta data complementando aspectos da anatomia do caule, raiz, folha, ecologia, aspectos econômicos e considerações taxonômicas de vários gêneros da família. Smith & Downs (1974) contribuem com uma obra clássica na família Bromeliaceae, tratando as três subfamílias reconhecidas na época, sob o ponto de vista taxonômico e sua distribuição geográfica na América do Sul. Em seu primeiro volume destacam, em uma introdução, várias características anatômicas de importância e úteis para a classificação, seguido pelo tratamento taxonômico da subfamília Pitcairnioideae. Os dois volumes seguintes tratam da taxonomia das duas outras subfamílias conhecidas na época, Bromelioideae e Tillandsioideae.

Até esta data a maioria dos estudos realizados descrevem as estruturas morfológicas e anatômicas sem estabelecer relações ecológicas desse grupo de plantas com o ambiente. Entre os estudos anatomo-ecológicos cabe destacar o trabalho de Flores (1975) que compara a anatomia foliar de duas Bromeliaceae, *Hechtia glomerata* Zucc., uma xerófita terrestre de zona árida, e *Aechmea mexicana* Baker, uma epífita de floresta tropical úmida. Essas espécies apresentam adaptações a condições ambientais adversas quanto à captação de água, sendo que as folhas de *A. mexicana* têm mais tecido de armazenamento de água, estômatos não funcionais modificados que aumentam a resistência à transpiração e tricomas foliares mais especializados que permitem a absorção de água e de nutrientes do que as de *H. glomerata* que somente mostra mais eficácia em absorver água pelas raízes. O equilíbrio entre as taxas de transpiração e absorção é regulado, em ambas as espécies, pela presença de tricomas peltados e estômatos. O grau de adaptação à seca presente nas espécies epifíticas é mais

complexo do que aquele demonstrado por espécies terrestres. Plantas epífitas como *A. mexicana* podem ter derivado de espécies xerofíticas que se readaptaram ao clima úmido e suas folhas formaram depósitos de água que desempenharam importante papel funcional na sobrevivência da espécie. Braga (1977) descreveu a anatomia dos tricomas, dos estômatos e da epiderme em gêneros como *Aechmea*, *Ananas*, *Streptocalyx*, *Vriesea* e *Tillandsia* presentes na região da campina amazônica, todavia não destacou se alguma das espécies estudadas possuía alguma adaptação anatômica especial para este ambiente, pois faltou elementos de comparação dessas mesmas espécies encontradas em ambiente diverso.

Strehl (1983) realizou um estudo comparativo em 100 espécies de Bromeliaceae destacando a forma, a distribuição e a flexibilidade dos tricomas foliares, traçando prováveis linhagens filogenéticas. Reitz (1983) publicou o resultado de um trabalho de prevenção contra a malária associada às Bromeliáceas e a revisão taxonômica da família e suas três subfamílias conhecidas na época para o estado de Santa Catarina. Sajo *et al.* (1998) analisaram a estrutura da folha de Bromeliaceae visando, principalmente, a delimitação taxonômica do gênero *Nidularium* e de outros gêneros afins. Esse estudo foi extremamente interessante, pois demonstrou que cada grupo de espécies apresenta folhas com características particulares, embora os aspectos estruturais básicos tenham coincidido com os descritos por Tomlinson (1969).

Benzing (2000) apresenta uma síntese das informações disponíveis sobre a biologia das Bromeliáceas, destacando as estruturas reprodutivas e vegetativas, e suas relações com a fisiologia, ecologia e evolução, mais do que florística e taxonomia. A virada do século foi marcada com trabalhos procurando um maior número de caracteres vegetativos e reprodutivos, morfológicos internos e externos, na tentativa de elucidar problemas taxonômicos localizados em gêneros ou complexos de espécies de difícil resolução nos tratamentos moleculares.

Aoyama & Sajo (2003) analisaram a estrutura foliar de 25 táxons, sendo 13 deles pertencentes ao grupo de *Aechmea* subg. *Lamprococcus* (Beer) Baker e os demais intimamente relacionados a ele. Os caracteres anatômicos analisados permitiram não apenas agrupar espécies mas também distinguí-las, resultando uma chave de identificação para as espécies de *Aechmea* subgênero *Lamprococcus* e táxons relacionados, utilizando caracteres anatômicos como presença ou ausência de hipoderme, nível dos estômatos em relação às células epidérmicas, células epidérmicas lignificadas ou não, presença ou não de idioblastos do tipo ráfides, grupos de fibras

isoladas no mesofilo e fibras associadas aos feixes vasculares. Arruda & Costa (2003) apresentaram uma contribuição preliminar sobre a anatomia foliar de cinco espécies do gênero *Vriesea* seção *Xiphion*. As espécies exibem as características anatômicas típicas da família porém diferem com relação à quantidade de tricomas ao longo da folha; número de células que compõem o escudo dos tricomas e número de camadas da hipoderme aquífera, confirmando a natureza xerofítica das folhas. As autoras expressam que um estudo envolvendo um maior número de espécies e de complexos de espécies produzirá um padrão de organização da estrutura foliar interna que permitirá uma compilação de um número mais significativo de dados para a compreensão da biologia e sistemática das Bromeliáceas e que a organização anatômica das folhas estudadas pode ser uma resposta a pressões ambientais assim como refletir relações filogenéticas.

Proença & Sajo (2004) analisaram a estrutura foliar de espécies de *Aechmea* do Estado de São Paulo, estabelecendo a ocorrência restrita de algumas características anatômicas, tais como grupos de fibras extravasculares, parênquima paliçádico adaxial, extensão de bainha nos feixes vasculares de menor calibre, obstrução nas câmaras subestomáticas, além de variação na espessura da hipoderme aquífera e no número de células que formam o pedículo das escamas, que permitiram elaborar uma chave de identificação para as mesmas. Em 2007 essas mesmas autoras analisaram a anatomia foliar de bromélias do Cerrado desse mesmo estado, incluindo cinco espécies de Bromelioideae, sete de Tillandsioideae e uma Pitcairnioideae, na tentativa de indicar possíveis adaptações anatômicas encontradas nos representantes desse bioma. Dentre os representantes epifíticos estudados somente em *Vriesea* sp. (Tillandsioideae), as folhas são estreitas e densamente cobertas por escamas, enquanto que nas Bromelioideae, também com folhas estreitas, as escamas são pouco diferenciadas. Nos representantes das Bromelioideae, sejam epifíticos ou terrestres, foram observados caracteres que podem representar adaptações a um estresse hídrico, tais como a presença de hipoderme mecânica e aquífera, a ocorrência de parênquima paliçádico e grupos de fibras extravasculares, além de estômatos aprofundados na epiderme. Essas xeromorfias encontradas nas Bromeliaceae, embora possibilitem a exploração de ambientes extremos, representam adaptações ancestrais selecionadas durante a diversificação do grupo.

Da mesma forma Scatena & Segecin (2005) analisando 12 espécies do gênero *Tillandsia* L. constataram que a forma do limbo da folha em secção transversal, a

ornamentação da cutícula, a estrutura das escamas epidérmicas, o espessamento das paredes das células epidérmicas, a distribuição dos estômatos, a estrutura e distribuição das células do parênquima aquífero, a presença de canais de ar e o tamanho de feixes vasculares são caracteres que auxiliam na delimitação dessas espécies.

Souza *et al.* (2005) analisando 11 espécies do gênero *Aechmea* subgenus *Chevaliera* destacam os caracteres posição dos estômatos, câmara subestomática com células espessadas, hipoderme, número de camadas do parênquima aquífero, formato das células dos canais de aeração e distribuição das fibras no mesofilo como relevantes para auxiliar na distinção taxonômica dessas espécies. Alguns trabalhos analisaram espécies isoladas com relação ao ambiente xerofítico, como no caso de *Bromelia antiacantha* (Dettke & Milaneze-Gutierrez 2008), onde a presença de água e nutrientes é escassa, como sucede em terrenos arenosos onde esta espécie é encontrada, sendo necessário o desenvolvimento de estruturas que permitem a economia e/ou o armazenamento destes elementos nos períodos secos; ou ao ambiente reofítico como no caso de *Dyckia distachya* (Voltolini *et al.* 2009) e *D. brevifolia* (Lobo 2007) onde as características xeromorfas e hidromorfas podem ser relacionadas com as necessidades impostas pelos períodos de vazante e cheias dos rios onde ocorrem de forma endêmica.

Também estudos que procuram identificar caracteres de valor taxonômico e significado ecológico como realizado por Silva *et al.* (2011) com *Ananas ananassoides* (Baker) L.B.Sm. (Bromelioideae) e *Vriesea bituminosa* Wawra e *Guzmania lingulata* (L.) Mez (Tillandsioideae) comparando a anatomia foliar e concluindo que, por serem epífitas, algumas das características xeromórficas podem representar adaptações ancestrais durante a especiação. Mantovani *et al.* (2012) descrevem a anatomia de todas as espécies do gênero *Quesnelia*, avaliando se as diferenças anatômicas suportam a atual divisão taxonômica em dois subgêneros. Com base no arranjo dos tecidos foliares os resultados indicaram a existência de 3, e não 2, grupos de espécies, uma descoberta que pode ser relevante em futuras circunscrições taxonômicas de gêneros importantes dentro do clado Bromelioideae (como *Quesnelia*, *Canistrum*, *Aechmea* e *Billbergia*). Da mesma forma as relações filogenéticas em Pitcairnioideae utilizando a anatomia foliar nos oferece características interessantes que ajudam a resolver problemas taxonômicos e revelar muitas adaptações ao ambiente. É o caso do trabalho de Santos-Silva *et al.* (2013) analisando 114 espécies dos 5 gêneros desta subfamília de Bromeliaceae, que possibilitou a identificação de características que distinguem um clado de gêneros xerofíticos (*Deuterocohnia*, *Dyckia* e *Encholirium*) de gêneros mesofíticos (*Fosterella* e

Pitcairnia). A presença de sinapomorfias xéricas (CAM, hipoderme fibrosa, parênquima aquífero adaxial e abaxial) aparentemente desempenharam um papel essencial permitindo que espécies dos gêneros *Deuterocohnia*, *Dyckia* e *Encholirium* ocupassem a região seca da América do Sul.

1.3. A subfamília Pitcairnioideae

Pitcairnioideae Harms inclui espécies terrícolas ou saxícolas de ocorrência nas regiões Nordeste, Sudeste, e Sul do Brasil. A filotaxia apresenta uma forma rosetada sem formação de reserva de água, com espinhos nas bordas das folhas e escamas peltadas em ambas as faces foliares (Smith & Downs 1974). Pitcairnioideae é composta atualmente por 5 gêneros terrestres: *Pitcairnia* (399 spp.), *Fosterella* (31 spp.), *Deuterocohnia* (17 spp.), *Encholirium* (27 spp.) e *Dyckia* (165 spp.) (Luther 2014). Espécies de Pitcairnioideae apresentam fruto do tipo cápsula, sementes aladas e as pétalas permanecem livres depois da antese (ou levemente enrolada). Suas pétalas são grandes e conspícuas ou, se pequenas, as sépalas são imbricadas e as anteras basifixas e lineares (Givnish *et al.* 2007). As análises filogenéticas de DNA plastidial e nuclear suportam a monofilia da subfamília. *Fosterella*, *Dyckia* e *Encholirium* são gêneros monofiléticos em ambas as análises, enquanto que *Deuterocohnia* é parafilética e *Pitcairnia* permanece não resolvido na árvore filogenética com análise de DNA plastidial (Givnish *et al.* 2011, Santos-Silva *et al.* 2013, Krapp *et al.* 2014, Pinangé *et al.* 2016 e Schutz *et al.* 2016). Os gêneros *Pitcairnia* e *Fosterella* são considerados um clado méxico (Givnish *et al.* 2011, Santos-Silva *et al.* 2013, Krapp *et al.* 2014, Pinangé *et al.* 2016 e Schutz *et al.* 2016). As folhas são mesofíticas e o metabolismo foliar C3. As espécies de *Pitcairnia* estão distribuídas do México à Argentina, exceto *P. feliciana*, endêmica da Guiné / África Ocidental, onde provavelmente chegou por um evento de dispersão de longa distância (Porembski & Barth-Lott 1999; Givnish *et al.* 2004). As flores de representantes desse gênero são zigomorfas e avermelhadas (Varadajan & Gilmartin 1988, Luther 2014, Givnish *et al.* 2007, 2014). Espécies de *Fosterella* têm o centro de diversidade na Bolívia e Norte da Argentina, ocorrendo em áreas secas e semi-úmidas dos Andes. Muitas das espécies desse clado méxico tem distribuição de forma restrita. As flores são pequenas e esbranquiçadas, com exceção de *F. spectabilis* que são tubulares e avermelhadas (Smith & Downs 1974, Peters 2009). *Deuterocohnia*, *Encholirium* e *Dyckia* encontram-se em um clado xérico (Givnish *et al.* 2011, Santos-

Silva *et al.* 2013, Krapp *et al.* 2014, Schutz *et al.* 2016 e Gomes-da-silva *et al.* 2017), pois apresentam folhas xerofíticas e metabolismo CAM. A distribuição de *Deuterocohnia* spp. ocorre da América do Sul Central/ Andes, localizadas no Sul da Bolívia, ao Norte da Argentina. As inflorescências são perenes e com flores amarelas, muitas vezes com extremidades verdes, mas também ocorrem cores avermelhadas com tons de laranja o que distingue dos outros gêneros (Benzing 2000, Schutz *et al.* 2013). *Encholirium* está presente em ambientes rochosos na Caatinga, campos rupestres e Mata Atlântica do Nordeste do Brasil.

Estudos mais recentes dentro da subfamília buscaram elucidar a filogenia do grupo, como em Schutz *et al.* (2016), Krapp *et al.* (2014) e Pinangé *et al.* (2016) na evolução de *Dyckia* utilizando sequências de DNA plastidiais e nucleares. Enquanto, Gomes-da-Silva *et al.* (2017) distribuíram as espécies de Pitcairnioideae do clado xérico pelas zonas de endemismo e Moura *et al.* (2018) fizeram a reconstrução do genoma ancestral da subfamília. A fim de compreender e definir a filogenia de Pitcairnioideae ao nível de subfamília e/ou gênero.

1.4. O gênero *Dyckia* Schult. & Schult.f.

Dyckia reúne 164 espécies (Luther 2014) ocorrendo na Argentina, Bolívia, Paraguai, Uruguai e em quase todas as regiões do Brasil (Smith & Downs 1974). Segundo Forzza *et al.* (2015) são 140 espécies registradas, em que 127 são exclusivas do Brasil com distribuição em cinco domínios fitogeográficos: Cerrado (80 espécies), Mata Atlântica (36), Pampa (20), Caatinga (10), Amazônia (4) e Pantanal (3). É o gênero mais diverso no Rio Grande do Sul em relação aos outros gêneros dentro de Pitcairnioideae, com quase 30 espécies, em que 17 são consideradas endêmicas do estado (Forzza *et al.* 2015). As plantas têm características xeromórficas e estão presentes em afloramentos rochosos, encostas, penhascos, morros e solos pobres em nutrientes, com escasso suprimento hídrico e alta exposição solar. As inflorescências são racemosas variando de simples a paniculadas com flores de coloração amarela a vermelha (Smith & Downs 1974, Reitz 1983, Krapp *et al.* 2014, Forzza, 2005, Santos-Silva *et al.* 2013; Schutz *et al.* 2016). Segundo Smith & Till (1998) e Forzza (2005), *Dyckia* mostra-se diferente de *Encholirium* por apresentar o escapo floral de origem lateral. As sementes são numerosas, largas, aladas, podendo ser nuas, mas nunca com apêndices plumosos. O fruto é capsular, com deiscência biscida e septicida (Fagundes &

Mariath 2010). Os rizomas são fortes e funcionais pelo fato de serem terrícolas e rupícolas (Strehl & Beheregaray 2006). As folhas são espessas e coriáceas, de constituição rígida e carnosa, sendo em geral convexa em ambas as faces (Reitz 1983). A cutícula é bem desenvolvida e apresenta grande quantidade de tricomas. As paredes celulares das células epidérmicas são espessas e lignificadas. Já no mesófilo estão presentes hipoderme, parênquima aquífero, estômatos protegidos nos sulcos da face abaxial e presença de espinhos nas margens foliares (Menezes 2003). Segundo Tietze (1906), essas espécies absorveriam água somente pelas raízes, todavia Benzing (1976), Reitz (1983) e Strehl (1983) relataram que as folhas disponibilizam escamas peltadas com a função de absorção de umidade, água e nutrientes indicando uma natureza xerofítica das folhas. Benzing (2000) e Strehl (1983) concordam quanto à conservação dos tricomas presentes na face abaxial, em que se mostram mais internos inserido no sulco da epiderme e conservam o caráter mais basal. Sendo assim, revelam-se mais resistentes às modificações comparados aos tricomas da face adaxial, os quais ficam expostos às variações microclimáticas. Guerra (2016) comenta que esse conjunto de atributos foliares são características descritas como eficientes para evitar a perda d'água durante o déficit hídrico do ambiente. Segundo Reitz (1983), os espinhos apresentam-se extremamente rígidos, de constituição córnea, negros castanhos e dispostos ao longo da margem foliar.

A lista vermelha de espécies da Flora do Brasil (Forzza *et al.* 2015) e o Decreto nº.52.109 relatam quais espécies da Flora Nativa Ameaçadas de Extinção do Estado do Rio Grande do Sul (2014), e incluem algumas espécies do gênero *Dyckia* que se encontram em algum grau de ameaça: *D. agudensis* Irgang & Sobral, *D. alba* S. Winkler, *D. delicata* Larocca & Sobral, *D. domfelicianensis* Strehl, *D. hebdingii* L. B. Sm., *D. maritima* Baker, *D. retroflexa* S. Winkler; as espécies que não possuem dados suficientes para avaliação dos seus riscos: *D. polyclada* L. B. Sm., *D. rigida* Strehl, *D. selloa* Baker; e, as espécies sem análise quanto a esse aspecto: *D. myriostachya* Baker, *D. nigrospinulata* Strehl, *D. tomentosa* Mez. Esse quadro é agravado pela perda da vegetação nativa, extrativismo exacerbado e a associação equivocada com a proliferação de mosquitos que transmitem doenças (Forzza *et al.* 2015, Martinelli 2008, Mocelin *et al.* 2009, Jensen *et al.* 2010, Shultis 2009).

A delimitação das espécies de *Dyckia* ainda está sendo avaliada em termos da existência de sinonimizações e as informações dos registros nos herbários brasileiros, reunidos no Re flora (*Dyckia* in Flora do Brasil 2020 em construção, Santos–Silva *et al.*

2013, Krapp *et al.* 2014, Pinangé *et al.* 2016, Schutz *et al.* 2016). O gênero revela caracteres florais uniformes e caracteres vegetativos com variação intraespecífica significativa, dificultando a identificação de suas espécies. A hipótese de uma radiação recente de *Dyckia* justificaria a dificuldade em definir caracteres morfológicos consistentes para a distinção entre as espécies (Leme 2012, Gomes-da-Silva *et al.* 2017 e Moura *et al.* 2018).

1.5. As espécies do “*complexo maritima*”

Dentro da circunscrição do gênero *Dyckia* encontramos um grupo endêmico do Rio Grande do Sul e Santa Catarina denominado, informalmente, como “*complexo maritima*” inicialmente citado por Strehl & Beheregaray (2006) e composto pelas espécies *D. maritima* Baker, *D. retardata* Winkler e *Dyckia* sp., visto apresentarem semelhança na morfologia das sementes, caracterizadas como estreito ovaladas, não achatadas e de aspecto triangular.

Reitz (1983) ao descrever *D. maritima* salienta que somente visualizou sementes imaturas, que diferiam das características gerais (ovalado, achatado e discóide) das sementes no gênero. Assim, Büneker (2015) descreve que *D. alba* Winkler, *D. agudensis* Irgang & Sobral, *D. delicata* Larocca & Sobral, *D. domfelicianensis* Strehl, *D. hebdingii* L.B. Smith, *D. polycladus* L.B. Smith, *D. selloa* Baker, *D. tomentosa* Mez (que tem como sinônimo *D. retardata*), *D. myriostachia* Baker, *D. nigrospinulata* Strehl, *D. retroflexa* Winkler e *D. rigida* Strehl têm a mesma semelhança na forma da semente (estreito ovaladas, não achatados e de aspecto triangular) e sugere agrupá-las no “*complexo maritima*” na tentativa de definir um grupo de espécies dentro de *Dyckia*.

As espécies deste grupo apresentam folhas densas e suculentas, numerosas e em espiral. As lâminas foliares são de eretas a revolutas, longas, cobertas ou não com escamas em ambas as faces, de coloração verde cinzenta a avermelhadas. Na face adaxial os tricomas estão organizados aleatoriamente, diferindo da face abaxial cuja organização é linear coincidindo com a orientação dos feixes vasculares. As bainhas foliares são amplexicaules. As margens foliares podem apresentar espinhos flexíveis ou rígidos, lisos ou cobertos de tricomas, de 0,5 – 0,7 cm de comprimento, ocorrendo a intervalos de 3-5 mm, antrorsos e/ou retrorsos. A coloração dos espinhos pode variar de castanho avermelhado a preto (Irgang & Sobral 1987, Winkler 1982, Larocca & Sobral 2002, Strehl 2004, Baker 1889, Smith, L.B. 1989, Smith, L.B. 1941 e Mez 1935).

Tendo em vista que a maioria dos estudos realizados na subfamília e mais especificamente no gênero *Dyckia* se concentraram em estudos taxonômicos e filogenéticos, sem elucidar sua história evolutiva, a análise da estrutura foliar pode auxiliar na delimitação dos táxons pertencentes ao “*complexo maritima*” e acrescentar novos caracteres através de uma análise detalhada da morfologia interna e externa das folhas.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é analisar a morfologia externa e interna das folhas de 13 espécies do gênero *Dyckia*, com o intuito de estabelecer caracteres que auxiliem na melhor circunscrição das espécies do grupo e confirmar ou não o possível grupo informal de espécies denominado como “*complexo maritima*”.

2.2. Objetivos específicos

- Analisar e caracterizar em Microscopia de Luz (ML) e Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), a organização histológica e a composição histoquímica dos tecidos simples e complexos das folhas, estabelecendo estados de variação de caracteres.
- Analisar e caracterizar em ML e MEV as estruturas morfológicas externas das folhas, verificando a estabilidade dos caracteres entre as diferentes espécies.
- Analisar estatisticamente a matriz de caracteres gerada das análises das estruturas morfológicas externas e internas das folhas, por meio de análise comparativa dos caracteres observados entre as diferentes espécies.
- Comprovar a existência de um complexo de espécies em *Dyckia*, com base na análise dos caracteres foliares avaliados. Se a hipótese de existência deste complexo for refutada, propor uma nova circunscrição que agrupe as espécies analisadas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Para as análises morfológicas e anatômicas das folhas foram coletados 5 a 10 indivíduos de cada espécie ao longo de sua distribuição geográfica (Figura 1). As espécies utilizadas foram: *D. alba* S.Winkler, *D. agudensis* Irgang & Sobral, *D. delicata* Larocca & Sobral, *D. domfelicianensis* Strehl, *D. hebdingii* L.B. Smith, *D. polycladus* L.B. Smith, *D. selloa* Baker, *D. tomentosa* Mez, *D. maritima* Baker, *D. myriostachya* Baker, *D. nigrospinulata* Strehl, *D. retroflexa* S.Winkler e *D. rígida* T. Strehl (Tabela 1). Para auxiliar na caracterização inicial das espécies realizou-se uma planilha, reunindo informações sobre o “*complexo maritima*”, como sinonimizações versus nomes aceitos, protólogo das espécies, localização de herbário e alguns dados sobre genoma (mais detalhes vide Apêndice A). As espécies *Bromelia antiacantha* e *D. choristaminea* foram tratadas como externas a este grupo, com o intuito de polarizar os diferentes caracteres analisados. Os indivíduos de cada uma das espécies coletadas foram incluídos na Coleção Viva (CV) do Laboratório de Anatomia Vegetal – UFRGS. As folhas de 4 indivíduos de *D. retroflexa* e 6 indivíduos de *D. agudensis* foram coletadas na casa de vegetação da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (FZB/RS) e da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), respectivamente, visto não termos alcançado o número previsto na coleta a campo.

- *Dyckia maritima* - Torres
- *Dyckia myriostachya* - Candelária
- *Dyckia nigrospinulata* - Santa Maria do Herval
- *Dyckia retroflexa* - Morro Reuter
- *Dyckia rigida* - Riozinho
- *Dyckia agudensis* - Agudo
- *Dyckia alba* e *Dyckia selloa* - Caçapava do Sul
- *Dyckia delicata* - Barros Cassal
- *Dyckia domfelicianensis* - Dom Feliciano
- *Dyckia hebdingii* - Arroio dos Ratos
- *Dyckia polycladus* - Santa Maria
- *Dyckia tomentosa (retardata)* - Paverama

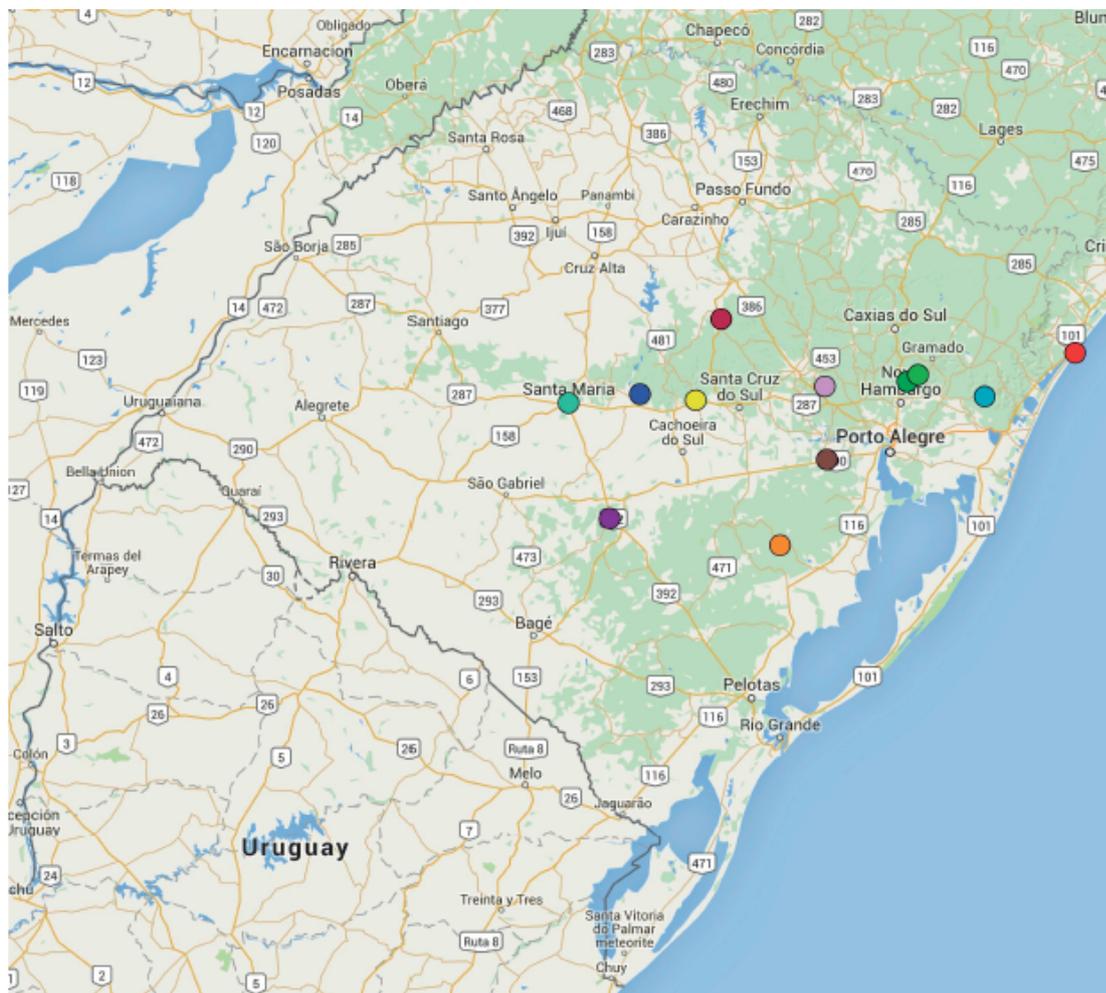


Figura 1: Distribuição e coleta das espécies amostradas

Tabela 1: Espécies amostradas com respectivas coordenadas geográficas, registro da casa de vegetação (CV-LAVeg-UFRGS) e Voucher (ICN)

Espécie	Coordenadas	CV	ICN
<i>D. agudensis</i>	29°23'12.95''S 53°9'52.13''O	CV1374	188075
<i>D. alba</i>	30°34'54.82''S 50°28'27.35''O	CV1326, CV1327 CV1328	188076
<i>D. delicata</i>	29°06'26.20''S 52°38'28.81''O	CV1321, CV1322	188077
<i>D. domfelicianensis</i>	30°20'18.20'' S 52°7'16.10'' O	CV1369, CV1370, CV1371	188078
<i>D. hebdingii</i>	30°18'55.37''S 51°30'12.47''O	CV1336, CV1337, CV1338, CV1339	188079
<i>D. maritima</i>	29°46'56.46''S50°28'27.35''O	CV1332, CV1333	188080
<i>D. myriostachya</i>	29°42'22.1''S52°50'23.27''O	CV1323, CV1324, CV1325	188081
<i>D. nigrospinulata</i>	29°30'4.16''S51°00'10.24''O	CV1315, CV1316	188082
<i>D. polyclada</i>	-	CV1375	188083
<i>D. retroflexa</i>	29°32'11.61''S 51°5'22.99''W	CV1317, CV1318	188087
<i>D. rígida</i>	29°35'26.26''S50°28'27.35''O	CV1334, CV1335	188084
<i>D. selloa</i>	30°22'8.8''S53°57'18.3''O	CV1372, CV1373	188085
<i>D. tomentosa</i>	30°13'43.68''S 53°34'18.59''O	CV1319,CV1320	188086

Para verificação de cada folha foi realizado um procedimento de 11 passos, dentre eles, a identificação da espécie, foto do indivíduo, foto da folha madura coletada, como também registro de imagem em estereomicroscópio, procedimento para fixação, coloração e preenchimento da planilha de caracteres morfológicos (mais detalhes vide Apêndices B e C).

Para observação em Microscopia de luz e Estereomicroscopia, folhas frescas e maduras (folhas anteriores ao nó da inflorescência) foram seccionadas a mão livre ou com micrótomo de Ranvier, na região mediana, na orientação transversal e paradérmica da lâmina foliar. Os cortes mais finos foram selecionados para a confecção de lâminas histológicas sem coloração ou com reagentes/corantes para caracterizar a estrutura do material. Os testes histoquímicos foram realizados a fim de estabelecer os caracteres comparativos entre as espécies analisadas, fornecendo informações como: tipo de substância de reserva, espessura e composição das paredes celulares e ainda a presença de compostos armazenados nas células do tecido das folhas das diferentes espécies analisadas. Para isso foram utilizados Lugol (Johansen 1940) para detecção de amido; Sudan Black B (Jensen 1962) para lipídeos; Vermelho de Rutênio (Jensen 1962) para ácidos pécnicos; Floroglucinol acidificado (Johansen 1940) para ligninas - Guaiacil (ácido coniferílico); Teste de Maüle (Jensen 1962) para ligninas - Siringil; Fenol (Johansen 1940) para identificação de sílica; Calcoflúor White (Hughes & Mcculy 1975) para identificação de celulose e o traçador apoplástico HTPS (Oparka & Read 1994) para confirmação do parênquima aquífero.

Parte do material coletado foi fixado em glutaraldeído 1% e formaldeído 4% (McDowell & Trump 1976) em solução tampão fosfato de sódio 0,1M pH 7,2 e submetido a vácuo. O material foi desidratado em série etílica ascendente (Johansen 1940) com passagem em solução álcool:clorofórmio (3:1, 1:1, 3:1), retornando ao etanol absoluto e incluído em hidroxietilmetacrilato (Gerrits & Smid 1983). Os cortes foram realizados em micrótomo de rotação Leica 2265, equipado com navalha descartável, perfil alto, para obtenção de secções de 3-5 µm de espessura. O material foi corado com Azul de Toluidina O 0,1% em tampão fosfato de sódio 0,1M pH 4,4 (Feder & O'Brien 1968) e incluído no Laminário do Laboratório de Anatomia Vegetal – LAVeg.

Para verificar a vascularização das folhas realizou-se a diafanização (Strittmatter 1973). O material fixado (McDowell & Trump 1976) foi lavado em tampão fosfato de sódio 0,1M pH7,2 e desidratado em série etílica ascendente. Em uma solução de álcool etílico 96% e hidróxido de sódio 5% (1:1) o material foi fervido por 10 minutos e lavado, posteriormente, em água corrente. A seguir as folhas foram colocadas em água sanitária 50% até ficar transparente. Após lavagem do material em água destilada, foi adicionado cloral hidratado 5% e corado em safranina hidroalcoólica 50%, finalizando com montagem em glicerina 50%.

Para análise e captura das imagens foi utilizado microscópio Leica DMR HC, com câmera digital Zeiss AxioCam, utilizando o software livre de captura de imagens Carl Zeiss ZEN LITE 2012 e os registros de imagem incluídos no banco de imagens do LAVeg.

Para a análise em MEV, o material foi fixado (McDowell & Trump 1976) e desidratado em série crescente de álcool etílico (Johansen 1940) e secagem através do método do ponto crítico (Gersterberger & Leins 1978), com o uso do equipamento Balzers, CPD 030. Posteriormente, foram realizadas a montagem em suportes de alumínio com fita carbono dupla face, metalização com ouro no aparelho Balzers SCD 050 e análise em Microscópio Eletrônico de Varredura JEOL 6060, no Centro de Microscopia e Microanálises – CMM – da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. A presença de sílica e de alumínio foram comprovadas por EDS realizado no Microscópio Eletrônico Ambiental de Varredura Hitachi TM3000 operando a 5kV, com um baixo vácuo de 3000pa, no laboratório de Design e Seleção de Materiais – LdSM da Faculdade de Engenharia Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.

Para a análise dos caracteres morfológicos e anatômicos das folhas elaborou-se uma matriz de dados quantitativos e qualitativos (Mais detalhes Vide os Apêndices C - E).

A codificação resultou em uma matriz com 34 caracteres, dos quais 9 são quantitativos e 25 qualitativos (Tabela 2). Para as análises estatísticas foram utilizados 27 caracteres de matriz mista em 2 métodos multivariados: a análise de agrupamento (Tabela 2) com o método de distância de Gower no software livre Infostat 4.2v (Di Rienzo *et al.* 2016) e a análise de correspondência múltipla (ACM) realizada no software SPSS (SPSS Inc. 2009) (Tabela 3) (Mais detalhes Vide o Apêndice F).

Tabela 2: Matriz de caracteres morfológicos e anatômicos das folhas amostradas

	Caracter	Estado de carácter/ Unidade de medida
	Comprimento	cm
	Largura na porção Media	cm
	Espessura	cm
	Proporção comprimento x largura	número absoluto
	Forma foliar	(0) lanceolada (1) revoluta (2) intermediário
	Figura plana da secção transversal	(0) elíptica (1) estreita elíptica (2) depressa obovada (3) linear
Morfologia externa	Face adaxial	(0) lisa (1) sulcada
	Face abaxial	(0) lisa (1) sulcada
	Cor do espinho	(0) preto (1) castanho (2) incolor
	Tipo de estômatos	(0) ausente (1) paracítico (2) tetracítico
	Distribuição dos estômatos	(0) hipostomático (1) anfiestomático (2) epistomático
	Tricomas na face adaxial	(0) ausentes (1) presentes no sulco (2) presentes mas não restritos as sulcos
	Tricomas na face abaxial	(0) ausentes (1) presentes no sulco (2) presentes mas não restritos as sulcos
	Parênquima aquífero adaxial (espessura total)	mm
	Parênquima aquífero adaxial 1º estrato (espessura)	mm
	Parênquima aquífero adaxial 2º estrato (espessura)	mm
	Parênquima clorofiliano total (espessura total)	mm
	Parênquima aerífero-braciforme (espessura)	mm
	Parênquima aerífero-braciforme (posição)	(0) ausente (1) canais de aerênquima (2) contínuo do feixe a face abaxial
	Parênquima aquífero abaxial (espessura)	mm
Morfologia interna	Proporção entre os parênquimas no mesofilo	(0) 2:1= 2 parênquima aquífero+clorofiliano face adaxial e 1 parênquima aquífero+ braciforme face abaxial (1) 3:1= 3 parênquima aquífero+clorofiliano face adaxial e 1 parênquima aquífero+ braciforme face abaxial (2) 1:1= 1 parênquima aquífero+clorofiliano face adaxial e 1 parênquima aquífero+ braciforme face abaxial

	Hipoderme aquífera adaxial (número de estratos)	(0) ausente (1) 1 estrato (2) 2 estratos (3) 3 ou mais estratos
	Hipoderme mecânica abaxial (espessura)	mm
Morfologia interna	Número de feixes	número absoluto
	Espessura dos feixes grandes	mm
	Disposição dos feixes vasculares	(0) ausente (1) grande/pequeno/pequeno/grande (2) grande/pequeno/pequeno/pequeno/grande (3) variável
	Fibras envolvendo o feixe	(0) 1 calota (1) 2 calotas
	Fibras não associadas a feixe e a epiderme	(0) ausente (1) presente
	Forma do contorno do floema	(0) triangular (1) semiorbicular
	Ráfides (posição)	(0) ausente (1) entre os feixes (2) acima dos feixes (3) abaixo dos feixes
	Corpos silicosos na epiderme	(0) ausentes (1) face adaxial (2) face abaxial (3) ambas faces
	Disposição do clorênquima	(0) acompanha os feixes (1) alcança o parênquima aquífero face adaxial
	Forma das células do parênquima aerífero	(0) lobadas (1) estreladas (2) intermediária
	Esclerênquima	(0) ausente (1) presente no feixe e na epiderme

4. RESULTADOS

4.1. Morfologia e anatomia

Os resultados obtidos demonstraram que as espécies amostradas apresentam uma similariedade na disposição dos tecidos foliares. A filotaxia é rosetada, disposta em espiral, sem cisternas para reserva de água e nutrientes. As lâminas foliares são suculentas, rígidas e têm forma lanceolada. Essas podem se apresentar de eretas a revolutas. O comprimento pode variar de 0,4 m - 1,70 m conforme a espécie (Figura 2 e Figura 3 – A, F, K, P, U e Z; Figura 4 – A, F e K).

A coloração da folha varia de verde a verde-acinzentado. Ambas as faces são pilosas por conter escamas peltadas, as quais conferem um aspecto esbranquiçado às folhas. As margens foliares apresentam espinhos flexíveis ou rígidos, de coloração verde-acinzentada para castanho a preto. Em sua maioria apresentam-se rígidos, com exceção da *D. delicata* que desenvolve espinhos preferencialmente macios e flexíveis. A orientação dos espinhos varia, podendo ser retrorsa ou antrorsa dependendo da folha (Figura 2 e Figura 3 – C, H, M, R, W e B'; Figura 4 – C, H e M).

Os numerosos tricomas apresentam-se bem alinhados em ambas as faces foliares. Esses dividem espaço com os estômatos na região intercostal da face abaxial. Em Bromeliaceae também podem ser denominados de escamas peltadas pela classificação morfológica. A escama peltada apresenta uma estrutura composta de um disco central de 4 células. Nas células do escudo ocorrem de 3 - 4 camadas concêntricas com células isodiamétricas arredondadas, sendo que a última camada apresenta as células alongadas anticlinalmente (Figura 2 e Figura 3 – D, E, I, J, N, O, S, T, X, Y, C' e D'; Figura 4 – D, E, I, J, N e O).

Os complexos estomáticos são paracíticos, ocorrendo apenas na face abaxial das folhas (folhas hipoestomáticas) e situados acima do nível das células epidérmicas, com espessamento periclinal interno e externo iguais nas células-guarda (Figura 6 – A-C). As câmaras subestomáticas têm dimensões avantajadas acrescidas dos espaços intercelulares formados pelo parênquima braciciforme (Figura 6 – A, B e C).

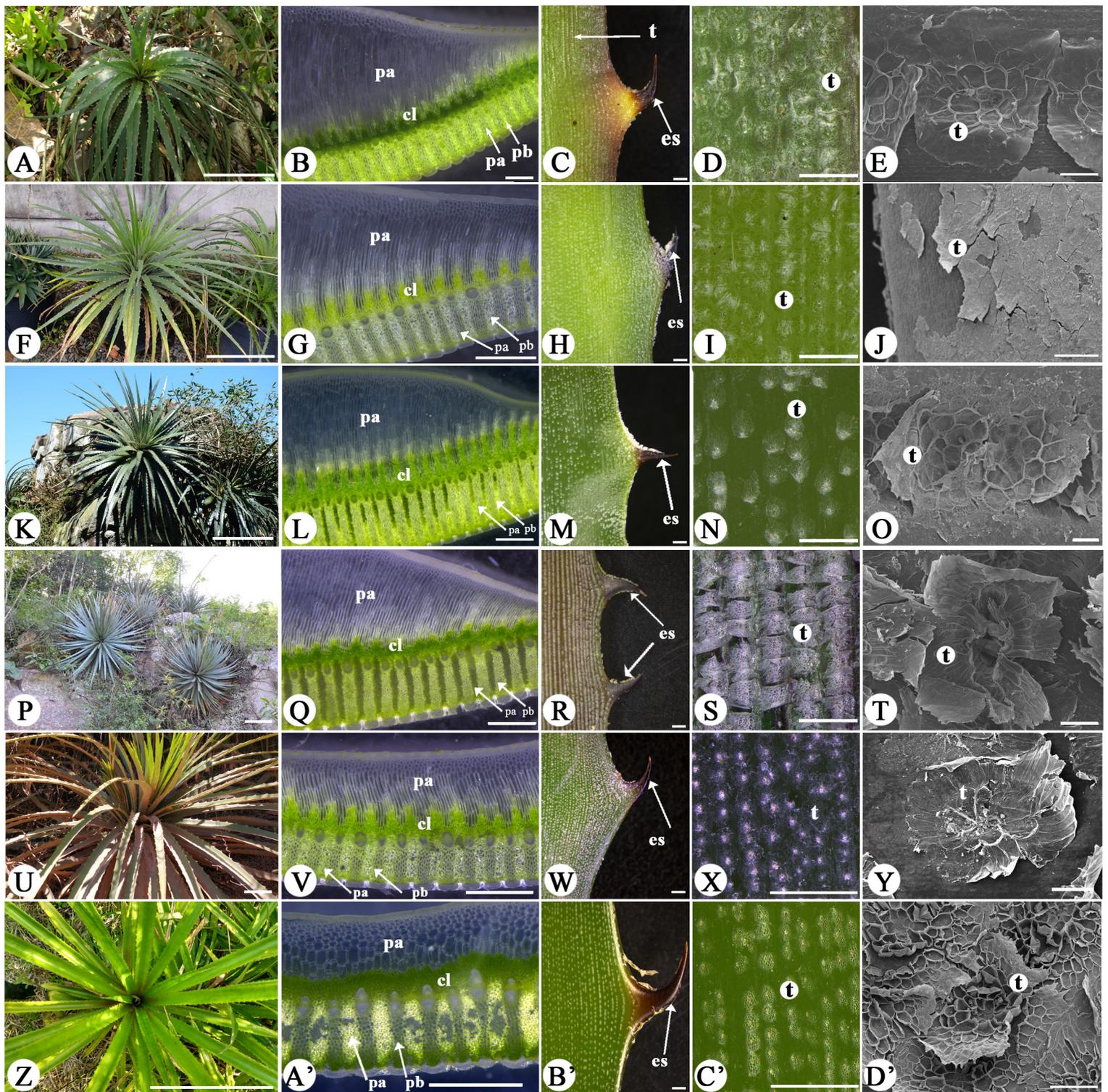


Figura 2: Espécies estudadas e morfologia externa em coleta de campo, em estereomicroscopia e em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV). A-E: *D. agudensis*. F-J: *D. maritima*. K-O: *D. myriostachya*. P-T: *D. nigrospinulata*. U-Y: *D. rigida*. Z-D': *B. antia-cantha*. A, F, K, P, U e Z: Aspecto geral das plantas. B, G, L, Q, V e A': Folha, sem coloração, em seção transversal de figura plana em estereomicroscopia. C, H, M, R, W e B': Face adaxial da folha, mostrando espinho e escama peltada. D, I, N, T, X e C': Detalhe e disposição das escamas peltadas. E, F, O, U, Y e D': Face adaxial da folha, escama peltada detalhe em MEV. cl: clorênquima. es: espinho. pa: Parênquima aquífero. pb: Parênquima aerífero. t: tricomas. Barras: 50 μ m (E, U e Y), 100 μ m (J e D'), 0,5 mm (B, D, I, N e T), 1 mm (C, G, H, L, M, R, S, X, W, Y, A', B', C') e 2 cm (A, F, K, P, U e Z).

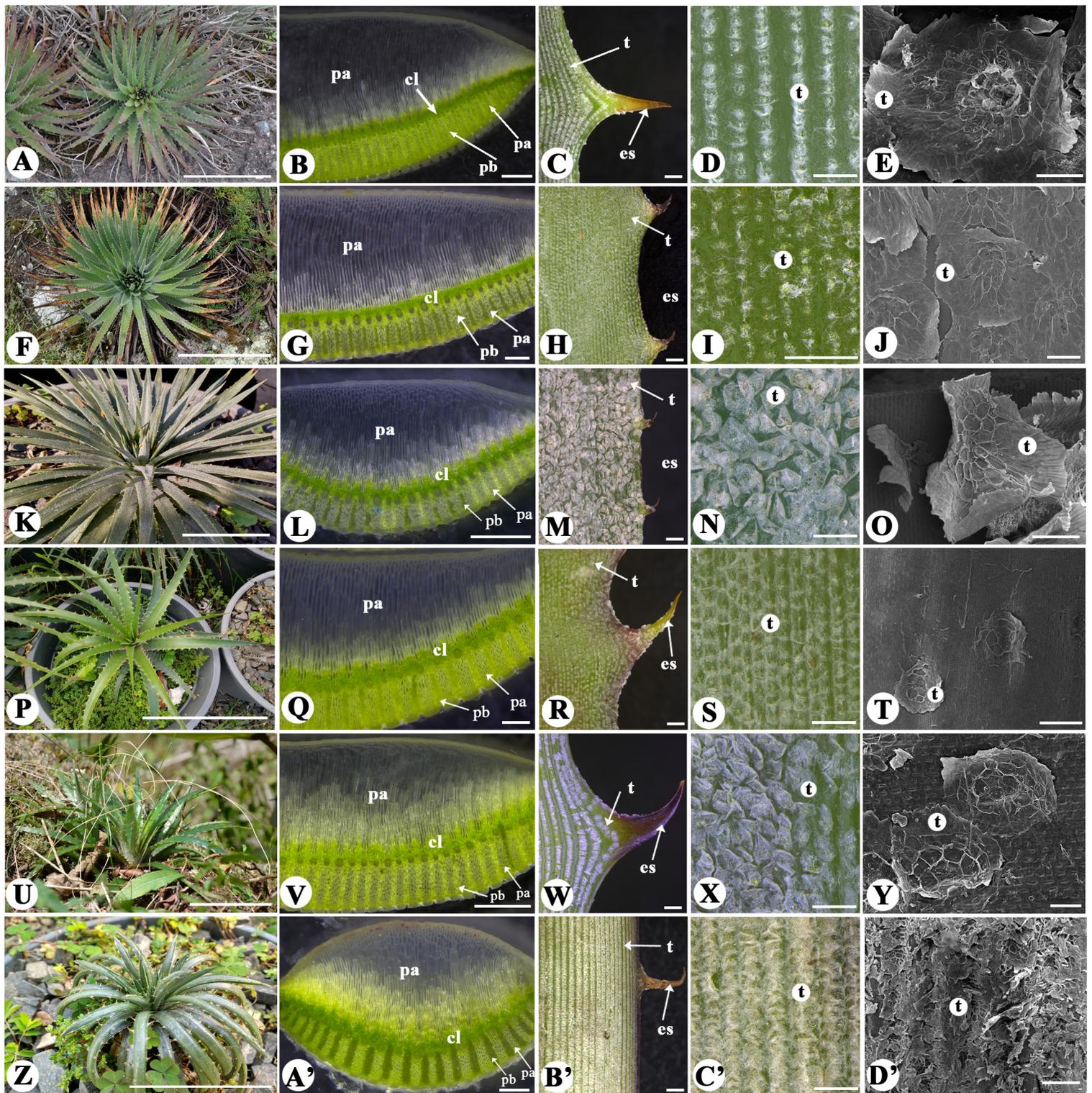


Figura 3: Espécies estudadas e morfologia externa em coleta de campo em estereomicroscopia e em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). **A-E:** *D. alba*. **F-J:** *D. domfelicianensis*. **K-O:** *D. hebdingii*. **P-T:** *D. selloa*. **U-Y:** *D. retroflexa*. **Z-D':** *D. choristaminea*. **A, F, K, P, U e Z:** Aspecto geral das plantas. **B, G, L, Q, V e A':** Folha, sem coloração, em seção transversal de figura plana. **H, N e W:** Face adaxial da folha, mostrando espinho e escama peltada. **C, R e C':** Face abaxial da folha, mostrando espinho e escama peltada. **D, I, N, S, X e C':** Detalhe da escama peltada. **E, J, O, T, Y e D':** Superfície da folha, escama peltada em detalhe. **cl:** clorênquima. **es:** espinho. **pa:** parênquima aquífero. **pb:** parênquima aerífero. **t:** tricomas. Barras: 50 μ m (Y), 100 μ m (E, J, O e T), 200 μ m (D') 0,5 mm (D, G, Q, S, X, A' e C'), 1 mm (B, C, H, I, L, M, N, R, V, W e B') e 2 cm (A, F, K, P, U e Z).

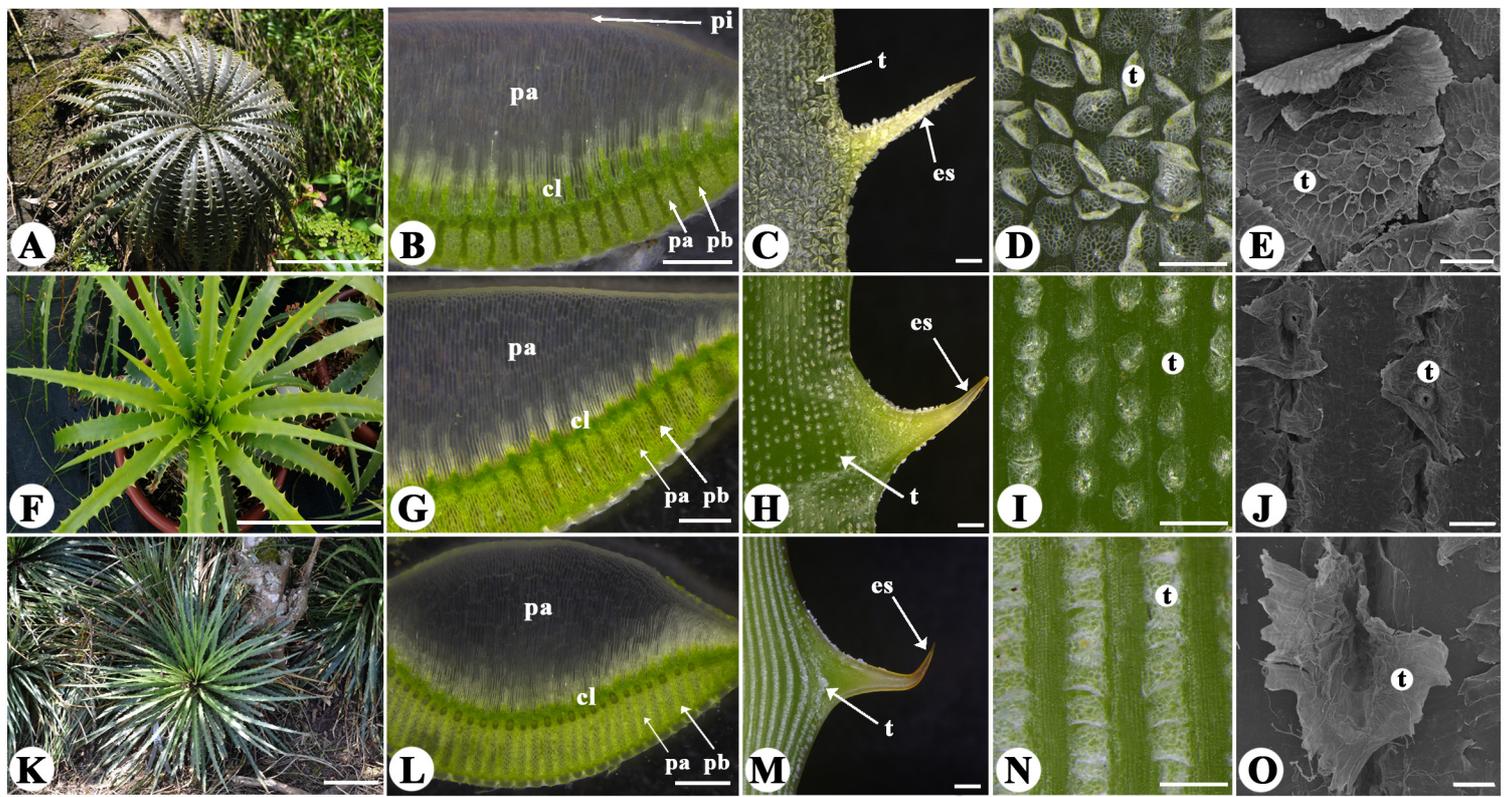


Figura 4: Espécies estudadas e morfologia externa em coleta de campo em estereomicroscopia e em Microscopia Eletrônica Varredura (MEV). **A-E:** *D. delicata*. **F-J:** *D. polycladus*. **K-O:** *D. tomentosa*. **A, F e K:** Aspecto geral das plantas. **B, G e L:** Folha, sem coloração, em seção transversal de figura plana. **C, H e M:** Face adaxial da folha, mostrando espinho e escama peltada. **D, I e N:** Detalhe do escama peltada. **E, J e O:** Face adaxial da folha, escama peltada em detalhe. **cl:** clorênquima. **es:** espinho. **pa:** parênquima aquífero. **pb:** parênquima aerífero. **pi:** pigmentos. **t:** tricomas. Barras: 50 μm (O), 100 μm (E, J), 0,5 mm (D, I e N), 1 mm (B, C, G, H, L e M) e 2 cm (A, F e K).

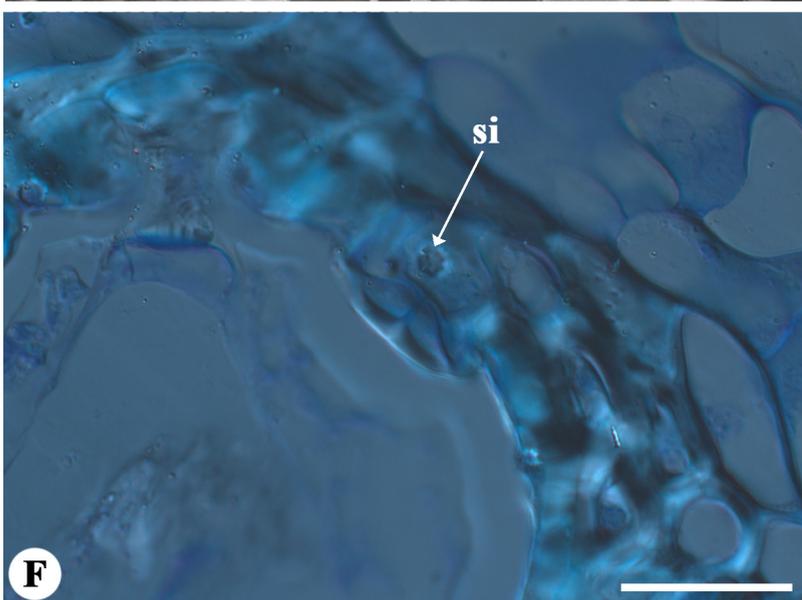
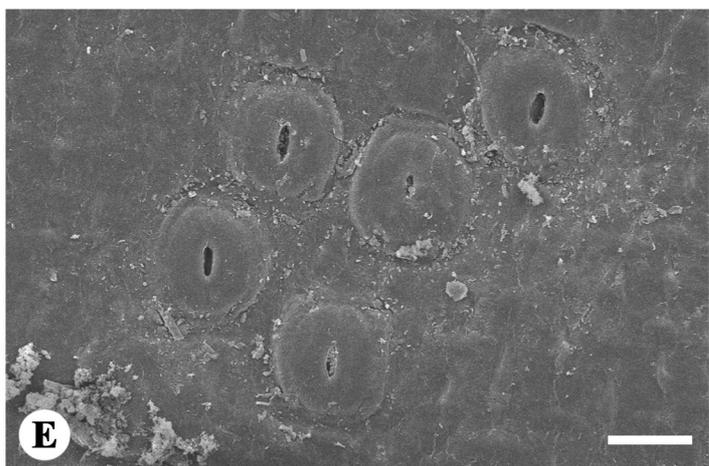
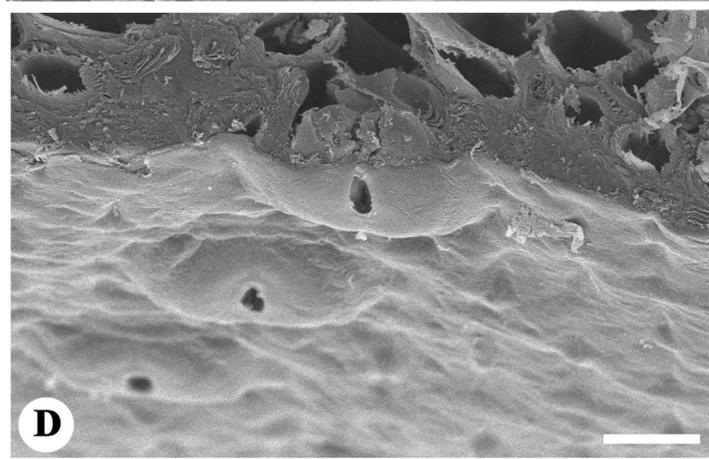
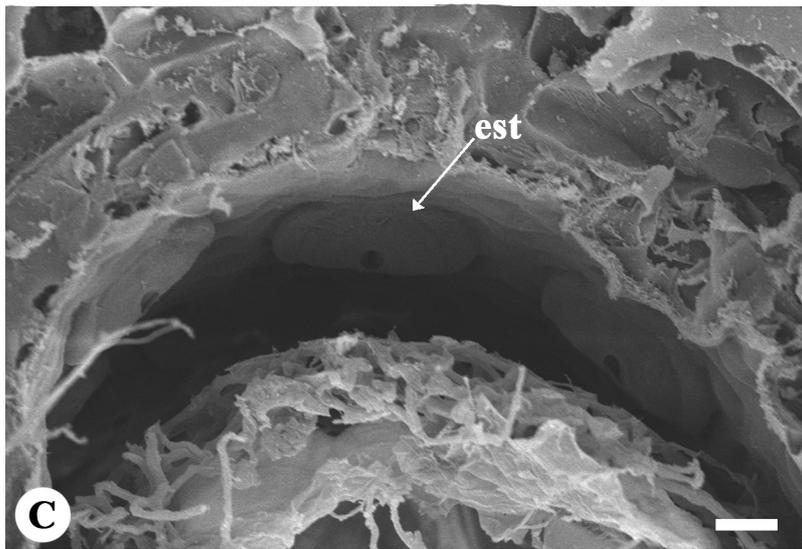
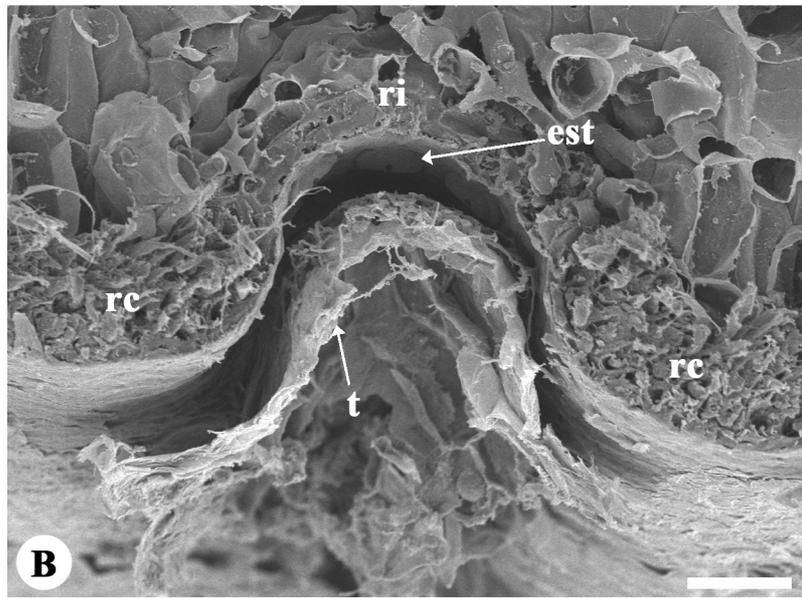
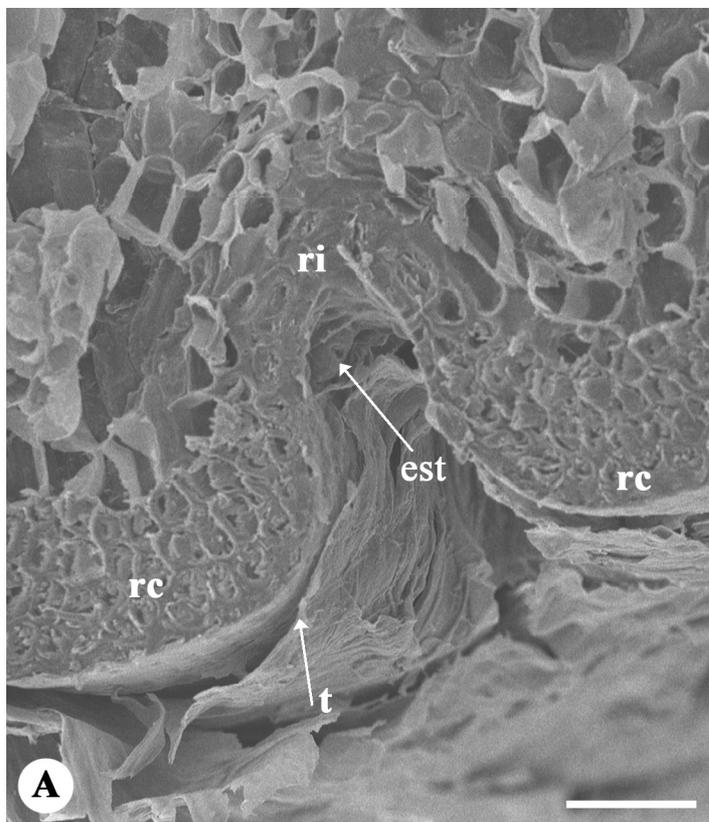


Figura 5: Regiões costais e intercostais na face abaxial, evidenciando estômatos e tricomas em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e Contraste Interferencial (DIC). **A.** Vista geral em *D. alba*. **B.** Vista geral em *D. myriostachya*. **C.** Detalhe *D. myriostachya*. **D.** Vista Transversal estômato de *D. hebdingii*. **E.** Vista paradérmica de estômato de *D. hebdingii*. **F.** Vista transversal do estômato de *D. tomentosa*. **est:** estômato. **rc:** região costal. **ri:** região intercostal. **si:** sílica. **t:** tricoma. Barras: 50 μm (A, B) e 10 μm (C-F).

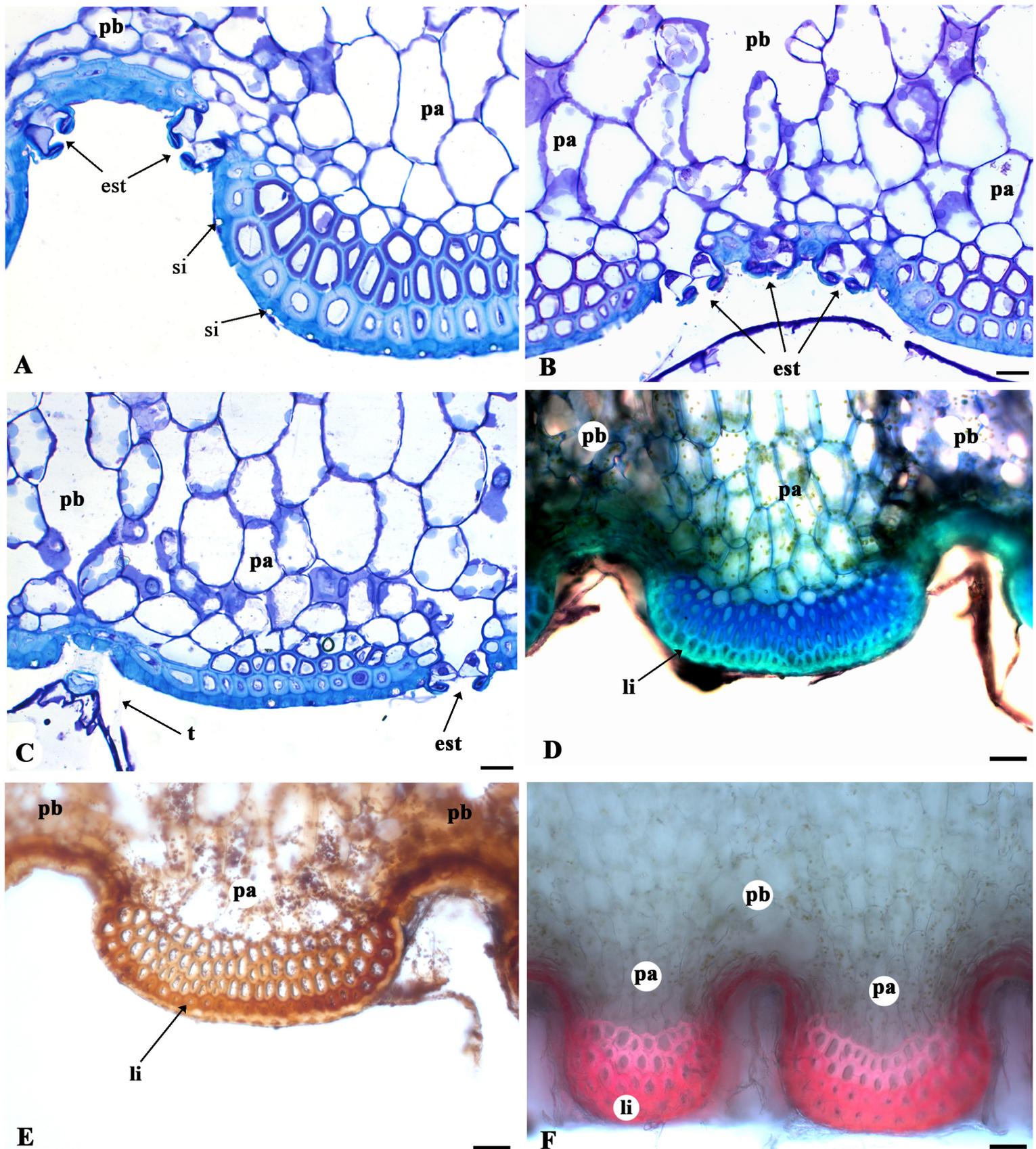


Figura 6: Vista longitudinal da face abaxial em Microscopia de Luz. A-C: Corte transversal dos estômatos corados com Azul de Toluidina. A. *D. alba*. B. *D. delicata*. C. *D. hebdin-gii*. D-F: Coloração de corte transversal à mão livre. D. Azul de Toluidina em *D. alba*. E. Reação negativa para lignina siringil em *D. alba* (Teste de Maüle). F. Reação positiva de detecção de ligninas (floroglucinol acidificado) em *D. nigrospinulata*. est: estômato. li: lignina. pa: parênquima aquífero. pb: parênquima braciforme. si: sílica. t: tricomas. Barras: 20 μm (A-C) e 50 μm (D-F).

As células epidérmicas apresentam um espessamento acentuado nas paredes anticlinais e periclinal interna, tornando o lume reduzido em ambas as faces da lâmina foliar. Cada célula epidérmica contém um cristal de sílica (Figura 5F, Figura 6A,e Figura 7A). A superfície foliar, na sua face adaxial, apresenta uma leve ondulação, determinando a formação de depressões nas quais ocorre a redução do número de camadas da hipoderme mecânica e inserção dos tricomas peltados (Figura 7A). Na face abaxial observam-se ondulações na superfície foliar, formando zonas costais e, por consequência, estabelece zonas intercostais. Nessas zonas intercostais é também evidenciada a presença de tricomas e estômatos (Figura 6).

O mesofilo em *Dyckia* evidencia uma hipoderme mecânica, em ambas faces foliares, com estratos diferenciados sendo compostos de pectina (Figura 6 A-D, 6F e Figura 7D) e de lignina (Figura 6 e Figura 7). A lignina é evidenciada, preferencialmente nas camadas celulares mais externas da hipoderme mecânica (Figura 6C, 6D e Figura 7 A-D). Após a hipoderme mecânica ocorre um parênquima aquífero que está voltado para a face adaxial que ocupa, em média, dois terços do mesofilo foliar em seção transversal. As duas a três camadas próximas à hipoderme mecânica da face adaxial são formadas por células isodiamétricas. As células que compõe esse tecido até os feixes vasculares são células alongadas anticlinalmente (Figura 2 e Figura 3 – B, G, L, Q, V e A’; Figura 4 – B, G e L). Nas paredes anticlinais desse parênquima aquífero percebeu-se um espessamento de parede que caracteriza a formação de trabéculas (figura 7E). Já na região do mesofilo, entre a parte dos feixes vasculares até a face abaxial da epiderme, ocorre a presença de parênquima aquífero e de parênquima aerífero, no qual o formato celular do parênquima aquífero mostra-se poligonal podendo ou não ser alongado anticlinalmente em todas as camadas se estendendo até a região costal da face abaxial (Figura 6 A-F) e no parênquima aerífero as células braciiformes podem ter células de braços curtos ou longos estendendo até a zona intercostal da epiderme da face abaxial. Já o grupo externo *B. antiacantha* apresenta a mesma conformação de *Dyckia*, todavia possui menos camadas celulares no parênquima aquífero que fica voltado a face adaxial. Nessa espécie o clorênquima divide o mesofilo em duas partes, deixando a proporção 1:1 dos tecidos simples (Figura 2A’). As células do clorênquima têm seção de formato isodiamétrico e se distribuem entre os feixes vasculares no centro do limbo foliar, contendo ainda idioblastos com ráfides (Figura 8 B-D). O colênquima, o parênquima paliçádico e o parênquima esponjoso estão ausentes em

folhas de *Dyckia*.

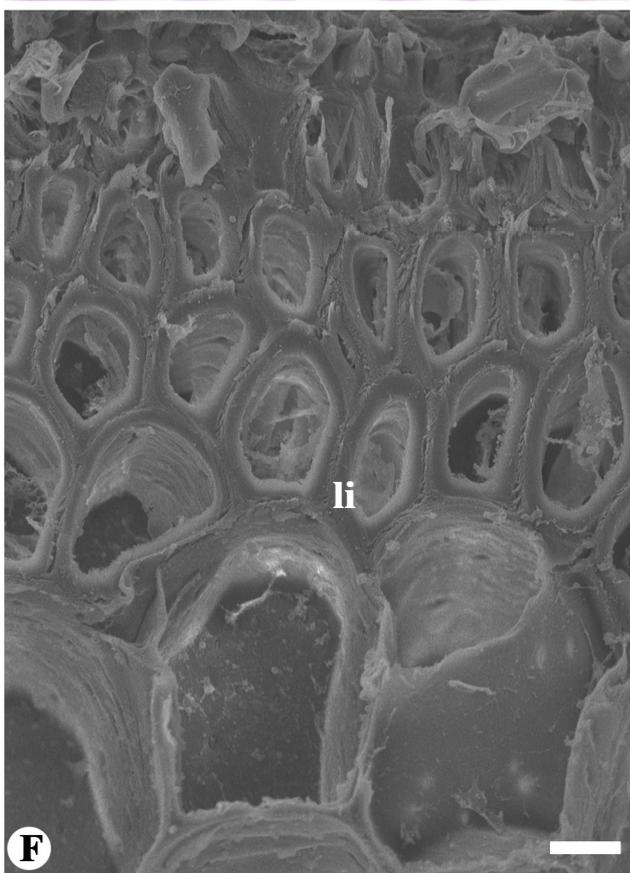
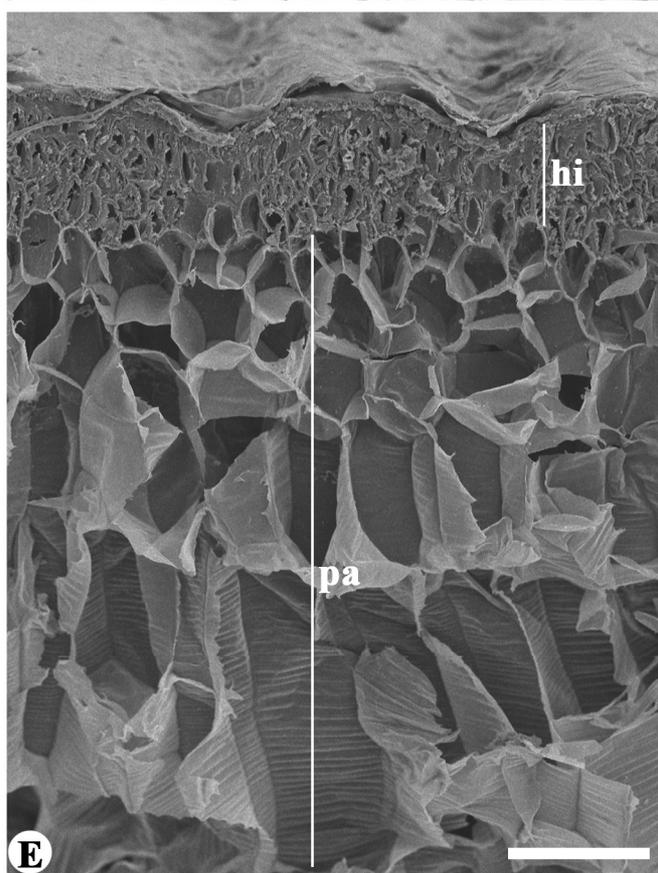
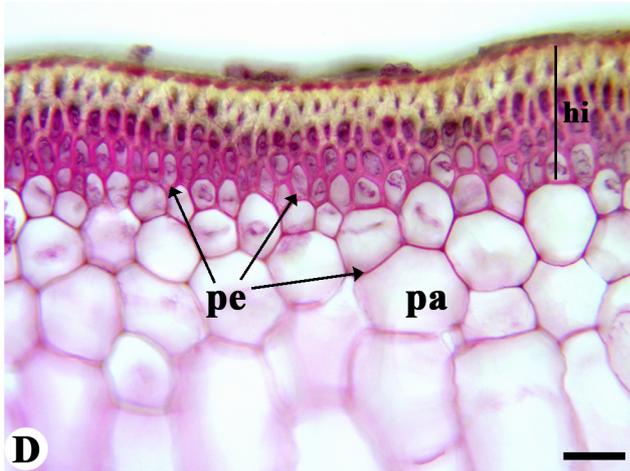
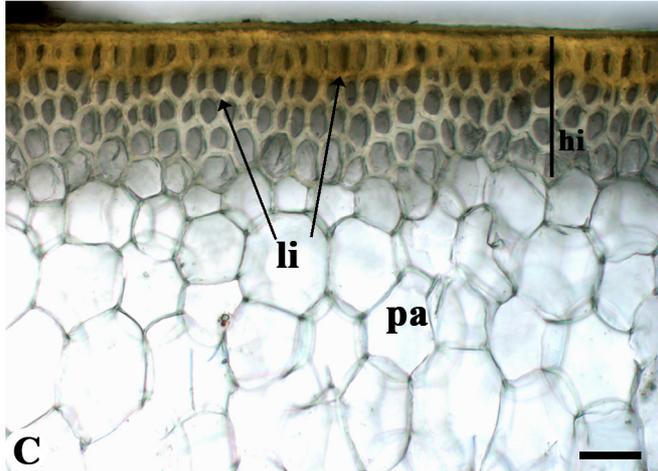
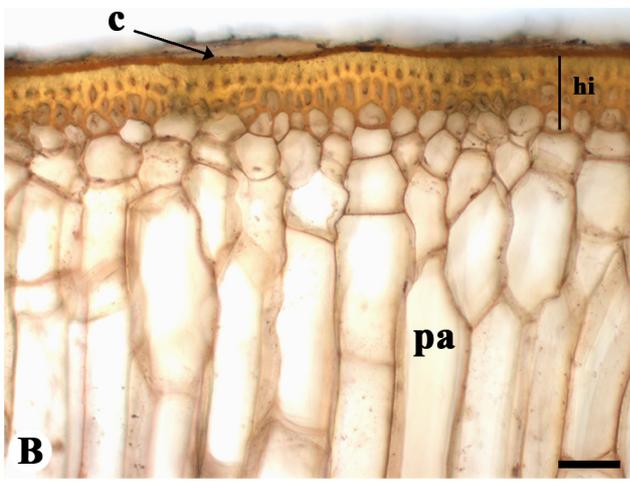
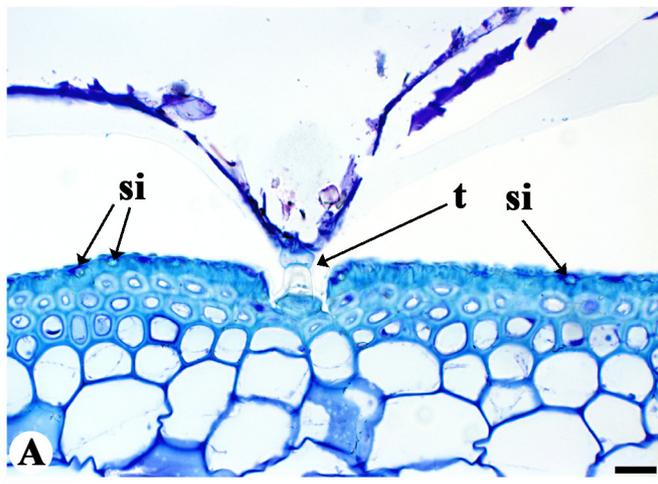


Figura 7: Vista longitudinal da face adaxial em Microscopia de Luz e Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). **A-D:** Colorações em escama peltada, hipoderme mecânica e parênquima aquífero. **A.** Azul de Toluidina em *D. hebdingii*. **B.** Sudan Black B em *D. selloa*. **C.** Teste Sulfito de cloro em *D. rigida*. **D.** Vermelho de Rutênio em *D. domfelicianensis*. **E.** Vista da hipoderme e parênquima de *D. agudensis*, em MEV. **F.** Detalhe da hipoderme mecânica de *D. nigrospinulata* em MEV. **c:** cutícula. **li:** lignina. **hi:** hipoderme mecânica. **pa:** parênquima aquífero. **pe:** pectina. **si:** sílica. **t:** tricoma. Barras: 10 μm (F) 20 μm (A), 50 μm (B-D), 100 μm (E).

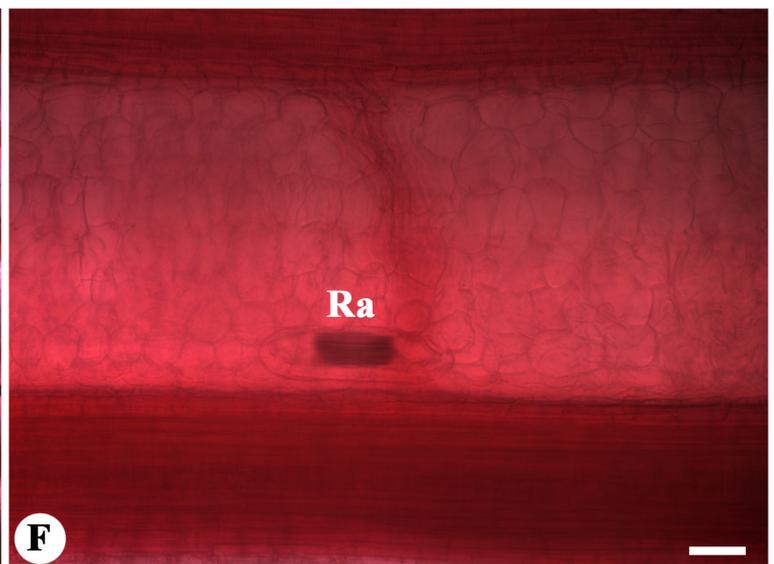
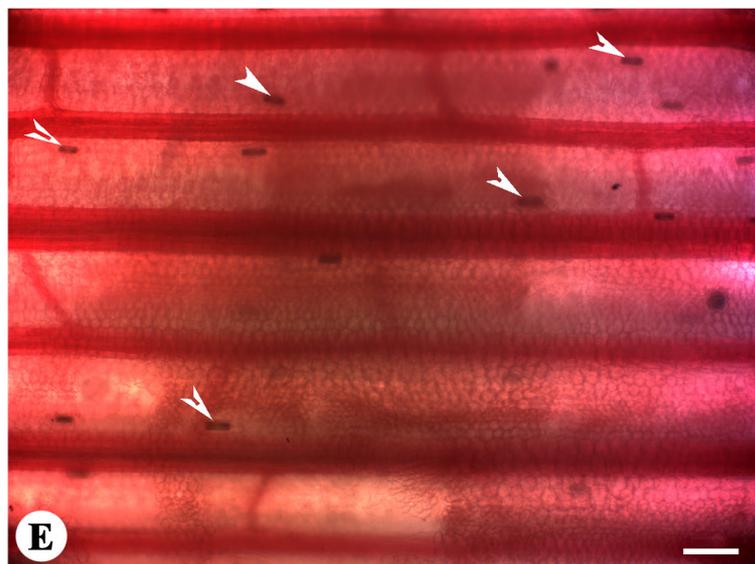
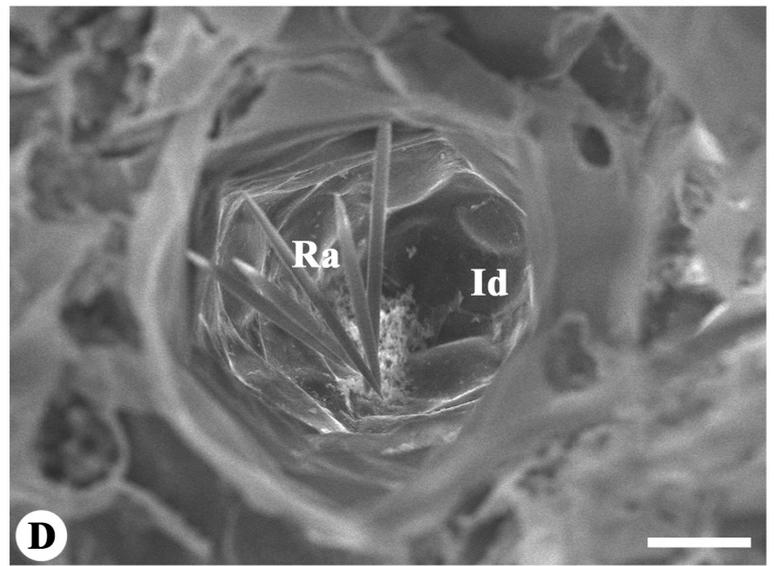
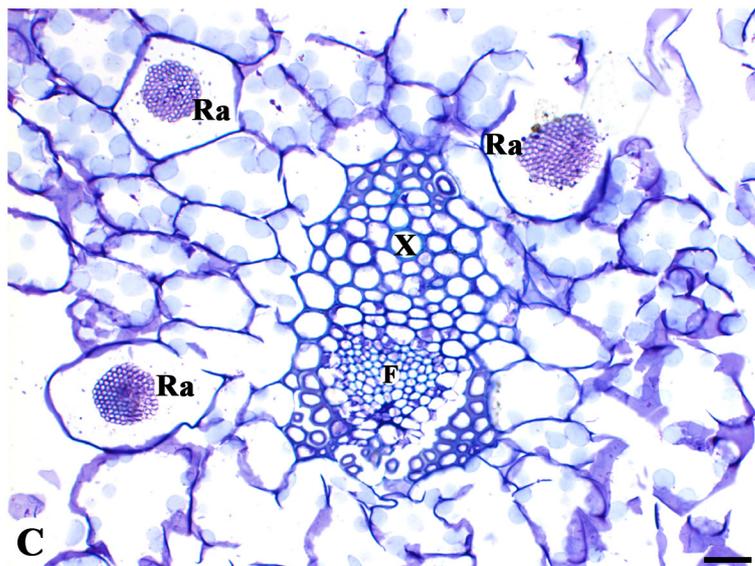
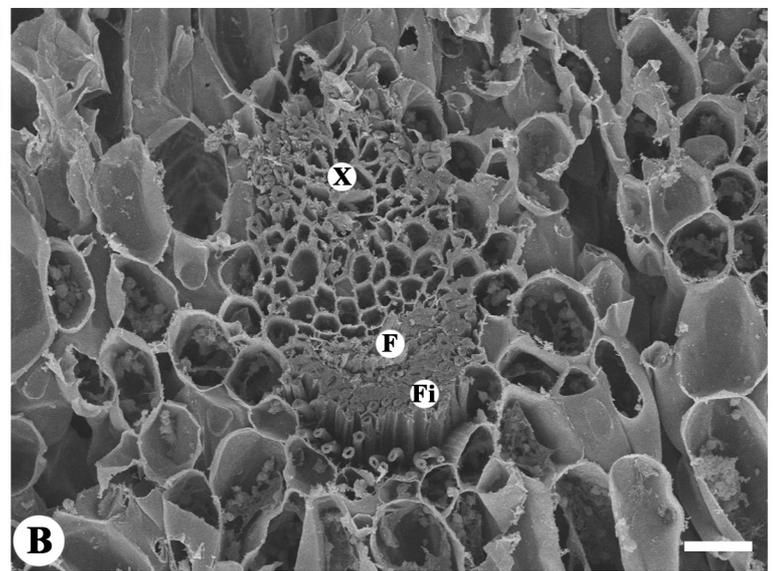
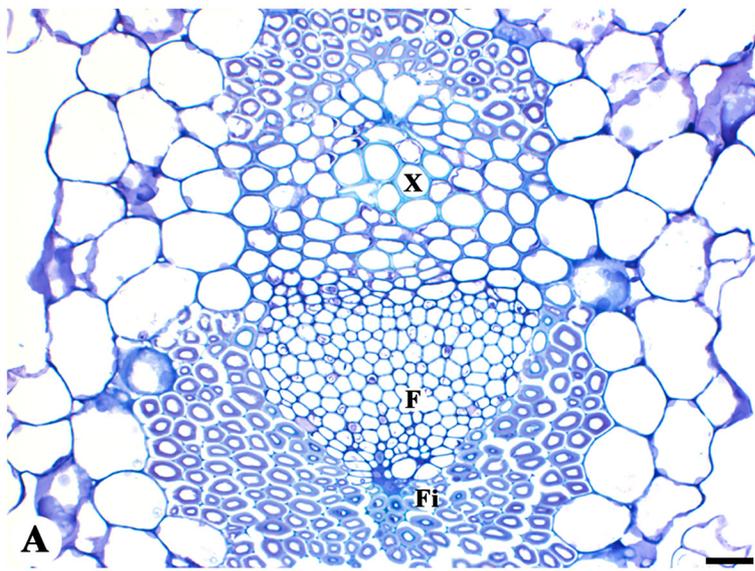


Figura 8: Feixes vasculares e ráfides em Microscopia de Luz e em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). **A.** *D. nigrospinulata*. **B.** *D. hebdingii*. **C.** *D. delicata*. **D.** *D. agudensis*. **E-F:** *D. alba* em diafanização. **f:** floema. **fi:** fibras. **id:** Idioblastos. **x:** xilema. **ra:** ráfides. **Cabeça de seta:** ráfides. Barras: 20 μ m (A-D), 200 μ m (E) e 50 μ m (F).

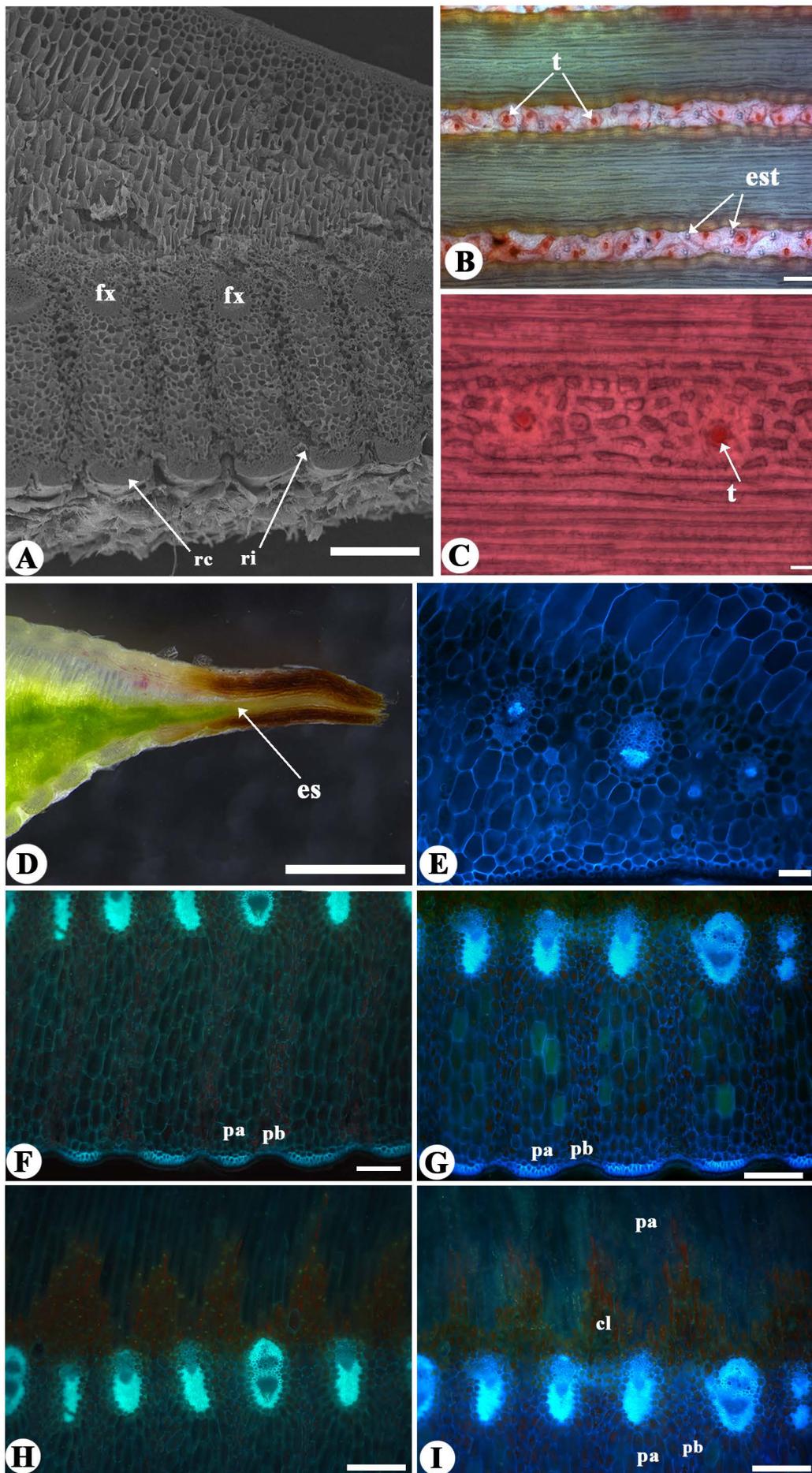


Figura 9: Vista geral, paradérmica e longitudinal das folhas de *Dyckia*. **A.** Vista geral mesofilo de *D. nigrospinulata* em MEV. **B.** Diafanização da face abaxial de *D. alba*. **C.** Detalhe da Diafanização da face adaxial de *D. alba*. **D.** Corte transversal do mesofilo mostrando a vascularização no espinho em *D. agudensis*. **E.** Calcoflúor White no mesofilo de *D. hebdingii*. **F, H:** Branco de HTPS em *D. hebdingii*. **G, I:** HTPS em *D. hebdingii*. **rc:** região costal. **ri:** região intercostal. **pa:** parênquima aquífero. **pb:** parênquima aerífero. **t:** tricomas. **cl:** clorênquima. **es:** espinho. **fx:** feixe. Barras: 200 μ m (A) 100 μ m (B) 20 μ m (C) 1 mm (D) 50 μ m (E) 100 μ m (F-I).

As espécies *D. delicata*, *D. agudensis* e *D. choristaminea* demonstram a presença de pigmento, provavelmente antocianínico, na face adaxial da folha (Figuras 3A', 4B e 9D).

Os feixes estão inseridos no clorênquima do mesofilo e se distribuem em um plano linear através do mesofilo sendo formado por feixes colaterais com uma ou duas calotas de fibras esclerenquimáticas, dependendo o calibre do mesmo (Figura 8 A, C). Em todos os feixes vasculares o xilema está voltado para a face adaxial e o floema para a abaxial. Nas espécies de *Dyckia* as fibras não associadas aos feixes vasculares estão ausentes, com exceção do grupo externo *B. antiacantha*.

4.2. Histoquímica

Nos testes histoquímicos com Lugol não foi evidenciado a coloração violácea a preta do amido, indicando sua ausência nas folhas das espécies analisadas. A presença de lipídeos na cutícula foi evidenciada em todas as espécies estudadas pela coloração marrom observada no material tratado com o corante Sudan Black B (Figura 7B). Identificou-se que a lignina é do tipo ácido coniferílico (Guaiacil) na hipoderme mecânica da face abaxial, visto que foi realizado o Teste de Maüle que cora em vermelho ligninas do tipo siringil, e o material apresentou a coloração marrom, revelando-se negativo para lignina siringil (Figura 6E). O Floroglucinol Acidificado foi positivo para todas as espécies, evidenciando a lignina guaiacil pela coloração vermelho violáceo (Figura 6F). O espessamento celulósico nas paredes do parênquima aquífero nas espécies do “*complexo maritima*” foi destacado pelo corante Calcoflúor White (Figura 9E). A reação ao corante Vermelho de Rutênio na hipoderme mecânica foi mais intensa nas regiões de paredes com espessamentos secundários não lignificados (Figura 7D). Para a identificação de sílica utilizou-se o método do fenol líquido e o EDS em MEV. E por fim, o HTPS marcou na coloração esverdeada o conteúdo das células do parênquima aquífero em ambas as faces das folhas (Figura 9 F-I).

4.3. Análise estatística

Os resultados obtidos na análise de agrupamento demonstraram através do dendrograma que *B. antiacantha* se distinguiu do grupo das espécies estudadas. *D. choristaminea*, *D. delicata* e *D. hebdingii* se destacaram por apresentarem características morfoanatômicas semelhantes tanto pelo tamanho quanto pela coloração verde-claro do espinho e o comprimento das folhas dos indivíduos. Desse grupo ocorreu uma divisão em outros dois grandes grupos de espécies, um que tem espécies de maiores dimensões com espinho na coloração preta, como observa-se nas espécies *D. maritima*, *D. nigrospinulata*, *D. rigida*, *D. myriostachya*, *D. agudensis* e *D. retroflexa*; e outras que tem os espinhos castanhos claros como *D. selloa*, *D. tomentosa*, *D. polycladus*, *D. domfelicianensis* e *D. alba*.

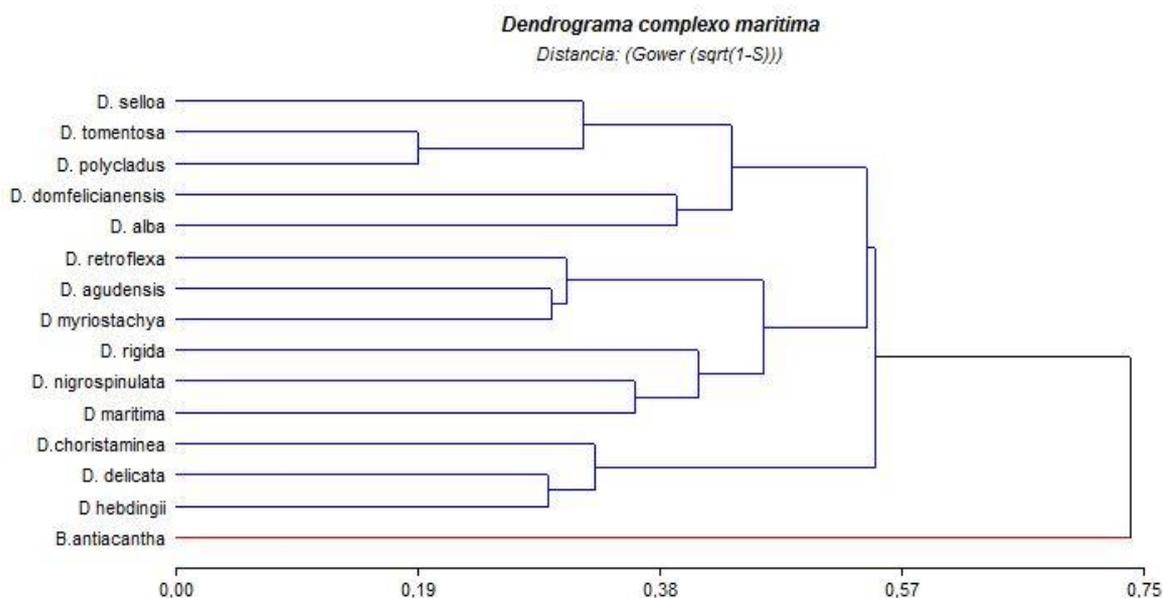


Figura 10: Análise de agrupamento com o método de distância de Gower

O gráfico de ordenação obtido através da análise de correspondência múltipla (ACM) possibilitou a delimitação de três grupos. Dois grupos correspondem às espécies utilizadas como grupo externo e um agrupamento único formado pelas demais espécies analisadas (Figura 11). A dimensão 1 (D1) apresentou 45.1% (Cronbach's Alpha = 0.951) da variação observada, e a dimensão 2 (D2) apresentou 41.1% (Cronbach's Alpha = 0.943), totalizando 86.2% de toda a variação observada. Entre todos os caracteres analisados, somente o comprimento total da folha e parênquima aquífero 2° estrato da face adaxial possuem altos valores de correlação para as duas dimensões

apresentadas (Tabela 3). Adicionalmente para D2, caracteres com altos valores de correção foram relacionados a largura da folha, parênquima aquífero adaxial e abaxial.

Tabela 3: Medidas de discriminação para a primeira e segunda dimensões obtidas nas Análises de Correspondências Múltiplas (ACM) realizadas com o conjunto de dados morfológicos e anatômicos

		Medidas de Discriminação	
		Análise de Correspondência Múltipla	
	Caracter	Dimensão 1	Dimensão 2
Morfologia externa	Comprimento	0.925	0.895
	Largura na porção Media	0.697	0.863
	Espessura	0.737	0.620
	Proporção comprimento x largura	-	-
	Forma foliar	0.201	0.418
	Figura plana de secção transversal	0.613	0.338
	Face adaxial	-	-
	Face abaxial	-	-
	Cor do espinho	0.390	0.141
	Tipo de estômatos	0.096	0.220
	Distribuição dos estômatos	-	-
	Tricomas na epiderme da face adaxial	-	-
	Tricomas na epiderme da face abaxial	-	-
	Morfologia interna	Parênquima aquífero adaxial (espessura total)	0.843
Parênquima aquífero adaxial 1º estrato(espessura)		0.531	0.164
Parênquima aquífero adaxial 2º estrato (espessura)		0.915	0.802
Parênquima clorofiliano total(espessura total)		0.283	0.636
Parênquima aerífero-braciforme (espessura)		0.749	0.735
Parênquima aerífero-braciforme(posição)		0.121	0.477
Parênquima aquífero abaxial (espessura)		0.590	0.842

	Proporção entre os parênquimas no mesofilo	0.393	0.157
	Hipoderme aquífera adaxial (número de estratos)	0.070	0.421
	Hipoderme mecânica abaxial (espessura)	0.081	0.537
	Número de feixes	0.610	0.651
	Espessura dos feixes grandes	0.131	0.293
	Disposição dos feixes vasculares	0.298	0.038
Morfologia interna	Fibras envolvendo o feixe	-	-
	Fibras não associadas a feixes e a epiderme	0.749	0.120
	Forma do contorno do floema	0.050	0.128
	Ráfides (posição)	0.012	0.015
	Corpos silicosos na epiderme	-	-
	Disposição do clorênquima	0.338	0.046
	Forma das células do parênquima aerífero	0.479	0.003
	Esclerênquima	-	-

Notas: traço (-) = caráter excluído das análises finais devido à ausência de variação.

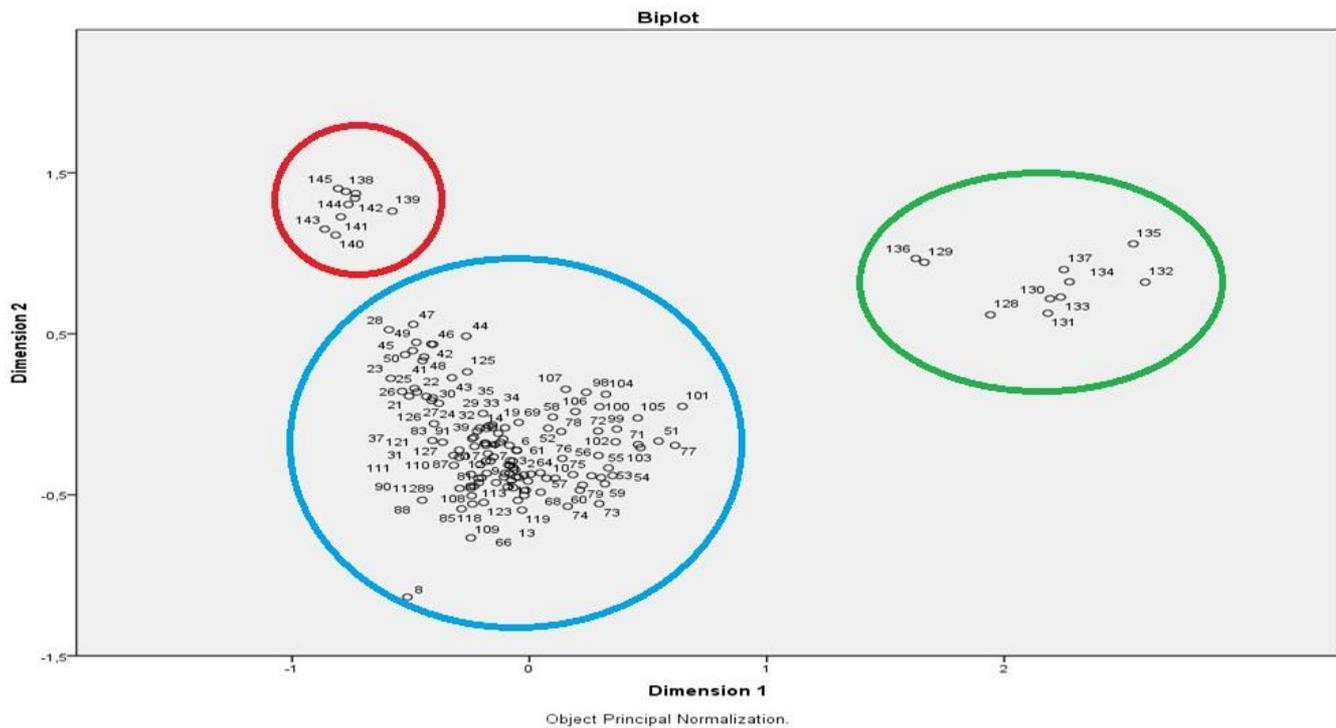


Figura 11: Análise de correspondência Múltipla (ACM). Os indivíduos representados pelo círculo vermelho pertencem a *D. choristaminea*, verde a *B. antiacantha* e azul as demais espécies do “complexo marítima”

5. DISCUSSÃO

5.1 Morfologia e anatomia

O gênero *Dyckia* apresenta características comuns com os gêneros *Deuterocohnia* e *Pitcairnia*, pois em conjunto eles constituem o clado xérico na família Pitcairnioideae (Givnish *et al.* 2007). Dentre as características compartilhadas por eles está o Metabolismo CAM, hipoderme com fibras e parênquima aquífero em ambas as faces. (Givnish *et al.* 2011 e Gomes – da – Silva *et al.* 2017).

Nas análises realizadas por vários autores percebe-se que existem algumas diferenças nas características morfológicas como a disposição da roseta, a coloração dos espinhos, a presença de tricomas nas faces da epiderme foliar, o alongamento anticlinal das células na camada celular mais externa do escudo, o esclerênquima presente abaixo da epiderme em ambas as faces da folha, as camadas do parênquima aquífero, a morfologia do parênquima braciforme, a proporção dos tecidos no mesofilo, pigmentos na face adaxial, o número de feixes relacionados ao tamanho da folha e a disposição do clorênquima no mesofilo (Tomlinson 1969, Smith & Downs 1974, Reitz 1983, Benzing 2000, Voltolini 2007, Proença & Sajo 2007, Santos-Silva *et al.* 2013, Krapp *et al.* 2014, Pinangé *et al.* 2016 e Schutz *et al.* 2016).

A filotaxia está expressa sob forma de rosetas sem formação de cisternas, assim como descrito por Ayoama (2012), Voltolini (2007), Proença & Sajo (2007) e Dettke & Milaneze-Gutierrez (2008). Em Benzing (2000), Reitz (1983) e Smith & Downs (1974) também existe comentário dessa filotaxia nas espécies de *Dyckia*, todavia não há indícios do grau de embricamento da roseta. Percebemos que as espécies *D. agudensis*, *D. delicada* e *D. hebdingii* têm uma disposição da roseta mais aberta que o restante das espécies. Essas espécies são pequenas em relação às demais. Em vista disso, deduzimos que é necessária uma maior superfície de contato para buscar água e nutrientes no ambiente xerofítico dessas espécies.

Segundo Ferri *et al.* (1978), acúleos e espinhos são elementos semelhantes, pontiagudos na superfície de órgãos vegetais. O acúleo é uma estrutura exclusivamente epidérmica, que se destaca facilmente da planta e o espinho pode ser resultante da modificação de um ramo, uma folha, uma estípula ou uma raiz, possuindo vascularização e permanecendo firmemente aderido à planta (Ferri *et al.* 1978, Font-Quer 1982). Entretanto, lembrando que os tecidos epidérmicos provêm da protoderme

(túnica) e os demais tecidos internos do meristema provascular e fundamental (corpo), podendo indicar que a origem dos acúleos vem da protoderme e espinho com origem mista, ou seja, da túnica e do corpo (Esau 1959). Assim, as estruturas encontradas nas margens das folhas de Bromelioideae e Pitcairnioideae são rígidas e duras, mostrando maior resistência a impacto. No interior do espinho das espécies estudadas, podem estar presentes os tecidos meristemáticos, como o fundamental e o provascular, confirmando que são espinhos conforme a literatura de Bromeliaceae. Para Reitz (1983), as espécies de *Dyckia* apresentam espinhos extraordinariamente fortes, de constituição córnea, negro-castanhos e o ápice foliar pode terminar em espinhos.

Tomlinson (1969) descreve que os espinhos estão organizados distalmente nas margens das folhas nas subfamílias Bromelioideae e Pitcairnioideae. Muitas bromélias terrestres investem em espinhos como defesa mecânica contra herbívoros (Benzing 2000). Favretto (2017) também comenta da existência de espinhos nas margens das folhas de muitas espécies dentro da família, entretanto discordando que somente *Aechmea calyculata* tenham acúleos nas margens das folhas.

Os espinhos são, normalmente, brancos ou da mesma coloração da folha da planta (Smith & Downs 1974, Reitz 1983). Entretanto, no “*complexo maritima*” ocorre uma modificação na coloração dessas estruturas. As espécies como *D. agudensis*, *D. domfelicianensis*, *D. maritima*, *D. myriostachya*, *D. nigrospinulata*, *D. retroflexa*, *D. rígida* e o grupo externo, *B. antiacantha* apresentam os espinhos na coloração preta; enquanto *D. alba*, *D. delicata*, *D. hebdingii*, *D. polycladus*, *D. selloa*, *D. choristaminea* e *D. tomentosa* apresentam a coloração castanho a incolor.

Mantovani & Iglesias (2005) demonstraram que nas espécies de *Nidularium* e *Aechmea* o surgimento da primeira escama na folha ocorreu após 11 dias da emissão da radícula. Assim, as raízes representam uma importante função para o crescimento e nutrição no desenvolvimento da planta. Em Bromelioideae, o sistema radicular é a via que absorve a água e os nutrientes, e as plântulas dificilmente se adaptam a solos secos, somente em ambientes úmidos (Benzing 2000). Em Pitcairnioideae, por ter seus representantes terrestres, os tricomas não teriam como função principal a absorção, além de não apresentarem tanque de estocagem de água no centro das rosetas. Já em solos pobres de nutrientes e umidade, as escamas foliares estabeleceriam adaptação para absorção de água e nutrientes, como em espécies de Tillandsioideae (Smith & Downs 1974). Essa função foi confirmada na utilização de substâncias, como Leucina e Glicina, em espécies das subfamílias e somente em Tillandsioideae os tricomas tiveram

a função de absorver água (Benzing *et al.* 1976). É perceptível, então, que a camada celular mais externa do escudo dos tricomas de *Dyckia* apresentam um alongamento anticlinal, perdem a umidade com facilidade por estarem presente em ambiente xérico. Os tricomas retêm a água absorvida e distribuem para as células da epiderme. Benzing *et al.* (1976) concorda com Meyer (1940) que nas espécies de *Tillandsia* estudadas, a água seria conduzida da raiz para as folhas por capilaridade, através dos canais de ar, e armazenada no parênquima aquífero. As espécies utilizam os tricomas como estratégia eficiente de economia e reserva de água. Tomlinson (1969) sugere que os tricomas estão associados com a melhoria da absorção, redução de transpiração e proteção mecânica. E autores, como Aoyama & Sajo (2003), Scatena & Segecin (2005) e Proença e Sajo (2007) relatam a presença de escamas peltadas como característica comum na família. Benzing (2000) e Strehl (1983) corroboram as informações no que tange à organização dos tricomas. Tricomas presentes na face abaxial mostram-se mais organizados e conservam o caráter cedo divergente. Sendo assim, revelam-se mais resistentes às modificações comparados aos tricomas da face adaxial, os quais ficam expostos às variações microclimáticas.

Em espécies do “*complexo maritima*” as escamas peltadas são numerosas, alinhadas em ambas as faces e compartilham o espaço intercostal com os estômatos na face abaxial. Os resultados corroboram com Tomlinson (1969), Krauss (1949), Smith & Downs (1974) e Benzing (2000). Lobo (2007) também visualizou que os tricomas peltados apresentam-se recobrimo os estômatos nas zonas intercostais favorecendo a formação de uma camada limítrofe, como em *D. brevifolia*. Taiz *et al.* (2017) esclarecem a importância da camada de ar saturado junto à superfície foliar, a qual proporciona uma proteção contra a desidratação da planta.

Os complexos estomáticos, encontrados nas zonas intercostais da face abaxial das folhas (hipostomáticos) das espécies estudadas são do tipo paracítico. Para Tomlinson (1969), os estômatos de Pitcairnioideae são de tipo paracítico e acima do nível da epiderme, corroborando com as espécies do “*complexo maritima*” aqui analisadas, podendo ser paracíticos e/ou tetracíticos dependendo da espécie dentro da família. Segundo Benzing (2000), Tomlinson (1969) e Krahl *et al.* (2013) os estômatos são do tipo tetracítico, sendo que a presença de quatro células subsidiárias, duas laterais e duas terminais, já foram mencionados para a família e para o gênero. Guerra (2016) comenta que os estômatos das espécies xerófilas do chaco seriam mais eficientes se estiverem dispostos em depressões, posicionados abaixo do nível da epiderme. A autora

afirma que esses atributos foliares indicam adaptação a ambientes secos e/ou sazonalmente com déficit hídrico e os estômatos dispostos em depressões mostrariam maior eficiência. Entretanto, dentre as espécies estudadas por ela, não temos exemplares de Bromeliaceae. Santos-Silva *et al.* (2013) não menciona o tipo estomático, mas define que a posição dos estômatos, acima ou ao nível da epiderme, é um dos caracteres que separa os gêneros da subfamília como clado méxico e clado xérico. Lobo (2007) descreve que os estômatos de *D. brevifolia* são tetracíticos com as quatro células subsidiárias visíveis em um corte paradérmico realizado a mão livre. Nas análises, encontramos somente estômatos paracíticos e acima do nível da epiderme nas treze espécies de *Dyckia*. Em *Aechmea* e *Ananas* os estômatos são tetracíticos, localizados abaixo do nível das células epidérmicas, como descrito em Aoyama e Sajo (2003) e Krahl *et al.* (2013).

Essa elevação das células-guardas permite que os estômatos fiquem protegidos nas cavidades intercostais indicando que as células da epiderme foram pressionadas para dentro, resultando em uma modificação do complexo estomático auxiliando nas trocas gasosas e aumentando a proteção contra a perda de água. Por apresentar essa conformação, a zona intercostal é mais flexível e diminui a necessidade do espessamento como nas células da zona costal.

A caracterização morfológica da epiderme com as observações de com Lobo (2007) de que a superfície da face adaxial é mais linear e contém somente tricomas. As superfícies da face abaxial têm ondulações ocasionadas por duas ou três camadas de uma hipoderme mecânica, verificando a presença de uma zona costal com 2 a 3 camadas celulares de lignina e uma zona intercostal composta apenas pela camada celular epidérmica, estômatos e tricomas.

Em Sousa *et al.* (2005) e Voltolini *et al.* (2007) as epidermes do gênero *Aechmea* e de *D. dystachya*, respectivamente, apresentam as mesmas características, demonstrando constituírem características gerais da família. Os resultados corroboram com os já descritos por Tomlinson (1969), Krauss (1949), Smith & Downs (1974), Reitz (1983) e Benzing (2000).

Nas análises das folhas nas espécies de *Dyckia*, percebeu-se que cada célula da epiderme contém um cristal de sílica esférico com a superfície semelhante a drusas, rugosas ou espinescentes, a semelhança da citação do tipo mais comum de corpo silicoso em monocotiledôneas por Prychid *et al.* (2003). Em Judd (2009) a presença de corpos silicosos na epiderme das folhas constitui uma sinapomorfia da família que

coloca Bromeliaceae dentro da ordem Poales. Adata & Besford (1986) elucidaram, devido a presença de sílica na epiderme, um aumento da rigidez na epiderme, diminuição da senescência e maior resistência a patógenos desse efeito ocorridos em folhas de pepino. A associação com a proteção contra ataque de insetos e patógenos e no controle de transpiração excessiva está presente em várias espécies de Bromeliaceae (Krauss 1949, Tomlinson 1969, Proença & Sajo 2004, 2007). No teste com o Fenol líquido, os corpos silicosos ficaram levemente róseos, como visto também por Ayoama & Sajo (2003) presente em espécies de *Tillandsia* em ambas as faces foliares.

Nas análises das folhas do “*complexo maritima*”, percebeu-se que somente nas espécies de *D. delicata*, *D. agudensis* e *D. choristaminea* ocorre a presença de pigmentos de coloração avermelhada na face adaxial. Segundo Benzing and Friedman (1981) a presença de pigmentos na face adaxial foliar em espécies do gênero pode estar relacionada a resposta de defesa das plantas expostas a uma alta intensidade luminosa.

No mesofilo ocorre uma hipoderme com estratos diferenciados e com variações na deposição de pectinas e de ligninas no espessamento da parede dessas células. A pectina permeia toda a hipoderme mecânica de ambas as faces da epiderme. E as duas camadas logo abaixo da epiderme demonstram uma maior deposição de lignina formando uma parede secundária. Essa lignina caracteriza o tecido esclerenquimático, presentes em todas as folhas do “*complexo maritima*”. As fibras estão presentes abaixo da epiderme em ambas as faces e envolvendo os feixes vasculares de muitas espécies da família (Smith & Downs 1974, Flores 1975, Braga 1977, Reitz 1983, Benzing 2000, Proença & Sajo 2004, 2007, Souza *et al.* 2005, Lobo 2007, Gomes *et al.* 2009 e Guarçoni 2015). Em *B. antiacantha* foram observados também fibras não relacionadas aos feixes vasculares (Dettke & Milaneze-Gutierrez 2008). As camadas da face adaxial são mais contínuas com presença de escamas peltadas e na face abaxial é descontínua com presença de estômatos e tricomas (Tomlinson 1969). Na face adaxial, a hipoderme é contínua linearmente e na face abaxial mostra zonas costais e intercostais, e somente, nestas têm a ocorrência de estômatos e tricomas. A hipoderme mecânica pode fornecer um caráter taxonômico, visto que apresenta, dependendo da espécie, uma variação no espessamento da parede e número de pontoações mais evidentes. Assim, os gêneros *Dyckia* e *Encholirium* têm maior espessamento que o restante dos gêneros na subfamília (Santos-Silva *et al.* 2013 e Guarçoni 2015). A função dessa hipoderme mecânica com lignina é referida como proteção contra herbivoria, luminosidade, para evitar a perda hídrica e para manter a forma da folha (Krauss 1949). Entretanto, a presença de uma

hipoderme mecânica não tem conexão com o clima do habitat que encontramos as espécies, pois segundo Guarçoni (2015) as espécies *D. brachyphylla* e *D. hilaireana* que são próximas de *D. sulcada* pertencem ao mesmo ambiente e apresentam número diferente de camadas. Além disso, pode ocorrer que espécies de outros gêneros dentro da família e de diversos ambientes apresentem o espessamento e pertençam a ambientes méxicos (Arruda & Costa 2003, Proença & Sajo 2004, Sousa *et al.* 2005, Santos-Silva *et al.* 2013 e Forzza *et al.* 2014). O parênquima aquífero ou hidrênquima (Font-Quer 1989) ocorre normalmente em folhas de plantas xerofíticas, visto que tem função de armazenamento de água. Em folhas suculentas de ambientes xerófitos, uma das adaptações é ter um tecido de estocagem de água (Tomlinson 1969). As células de reserva de água podem ou não conter cloroplastos, mucilagens e grandes vacúolos (Fahn & Cutler 1992). O hidrênquima pode estar presente voltado tanto para a face adaxial quanto para a face abaxial como observado nas folhas do gênero. Autoras como Pita (1992), Voltolini (2007) e Vailati (2009) também destacam que além do parênquima aquífero voltado para a face adaxial, tem-se o mesmo tecido entre o parênquima braciciforme em *D. dystachya* e *D. encholirioides*. Já em *D. brevifolia*, Lobo (2007) comenta que o parênquima aquífero está presente somente próximo a face adaxial. Santos-Silva *et al.* (2013) colocam que o parênquima aquífero ocorre em ambas as faces das folhas de todas as espécies dos gêneros *Dyckia* e *Encholirium*. Por outro lado, em *Pitcairnia*, *Fosterella* e *Deuterocohnia* está presente em algumas espécies e na maioria somente na face adaxial. Corroborando com a autora, o gênero *Dyckia* apresenta parênquima aquífero voltado para ambas as faces da folha, confirmado, inclusive, com traçador apoplástico.

As espécies demonstram uma proporção bem definida do parênquima aquífero perante o parênquima aerífero, já o parênquima clorofiliano difere na sua disposição, podendo acompanhar os feixes ou alcançar parte do parênquima aquífero da face adaxial, visto também pelas autoras Lobo (2007) e Voltolini (2007). Nas espécies *D. selloa*, *D. polycladus*, *D. retroflexa*, *D. agudensis*, *D. myriostachya*, *D. rigida*, *D. maritima*, *D. choristaminea*, *D. delicata* e *D. hebdingii* o parênquima clorofiliano alcança parte do parênquima aquífero; já em *D. tomentosa*, *D. domfelicianensis*, *D. alba*, *D. nigrospinulata* e *B. antiacantha* o clorênquima acompanha os feixes. Por sua vez Santos-Silva *et al.* (2013) constata que essas disposições do clorênquima são graduais no gênero e que é somente transição entre tecidos. O parênquima aerífero apresenta a função de reservar espaços de ar e trocas gasosas nas folhas do gênero. A

posição é estratégica, localizado entre os hidrênquimas e na zona sem o espessamento de lignina, junto a face abaxial onde se observa tricomas e estômatos. O tipo de parênquima é braciforme e revela diferença nos tamanhos dos espaços intercelulares. Santos-Silva *et al.* (2013) citaram que as espécies de *Dyckia* estudadas apresentaram somente células braciformes com projeções celulares de braços curtos. Entretanto no "*complexo maritima*" analisados nesse trabalho encontramos células tanto com braços curtos, como com braços longos.

Em Bromeliaceae, as ráfides são abundantes em todas as partes da planta (Tomlinson 1969). A característica é comum tanto em órgãos vegetativos, como folha e escapos, quanto reprodutivos, como em carpelos e frutos, da família. (Aoyama & Sajo 2003, Souza *et al.* 2005, Segecin & Scatena 2005, Proença & Sajo 2007, Lobo 2007, Voltolini 2007, Dettke & Milaneze-Gutierrez 2008, Vailati, 2009; Silva & Scatena, 2011, Krahl *et al.* 2013 e Guarconi 2015). No escapo floral de *Dyckia* não foi observado ráfides, embora já tenha relatos da presença das ráfides no escapo floral de *Aechmea* e *Tillandsia* (Silva & Scatena 2011).

A presença dessas estruturas de oxalato de cálcio podem evitar a herbivoria, deixando as plantas menos palatáveis aos predadores (Mauseth 1988). Segundo Prychid & Rudall (1999) podem ter a função de armazenar resíduos metabólicos evitando a nocividade para a célula e tecido do indivíduo.

Os feixes vasculares são colaterais e envoltos por fibras pericíclicas em ambos os polos dependendo da dimensão do feixe. O número de feixes vasculares por folha varia dependendo do tamanho da planta em cada espécie. Em indivíduos de pequeno porte, como: *D. delicata*, *D. hebdingii* e *D. choristaminea* observou-se uma menor quantidade de feixes. Já em indivíduos de grande porte, como: *D. tomentosa*, *D. retroflexa* e *D. alba* ocorreu um número considerável de feixes. Os indivíduos que apresentam as folhas mais crassas também apresentaram uma quantidade maior de feixes vasculares, como em: *D. agudensis*, *D. domfelicianensis*, *D. maritima*, *D. nigrospinulata*, *D. myriostachya*, *D. polycladus*, *D. rigida*, *D. selloa* e *B. antiacantha*. A forma do floema pode variar de orbicular a triangular, conforme Guarconi (2015) relata no estudo da anatomia foliar em *Dyckia*. Tomlinson (1969) comenta que em Bromeliaceae há um parênquima mais compacto junto aos feixes vasculares e outro mais frouxo nas zonas intercostais. Segundo o autor, a compactação auxilia na sustentação dos feixes vasculares.

5.2. Histoquímica

A histoquímica tem como princípio a identificação dos compostos químicos que ocorrem nos tecidos. Ela associa à histologia, um aspecto químico, determinando a natureza de cada substância presente nos tecidos (Figueiredo *et al.* 2007). O amido está ausente nas folhas de espécies do “*complexo maritima*”, exceto em *B. antiacantha* (Dettke & Milaneze-Gutierrez 2008). Tomlinson (1969) afirma que a presença de amido é comum na família Bromeliaceae. Em Ayoama & Sajo (2003) a presença de amido foi observada nas células fotossintetizantes e na endoderme de *Araecoccus parviflorus*, ocorrendo também, nos gêneros *Lymania* e *Aechmea*. Em *Ananas lucidus* Mill. os grãos de amido foram detectados nas células do parênquima clorofiliano (Krahl *et al.* 2013) corroborando com os dados observados em *B. antiacantha* (Dettke & Milaneze-Gutierrez 2008). Já em Magalhães & Mariath (2012), a reação de Lugol foi positiva nas células centrais do endosperma nas espécies *Vriesea carinata* e *Tillandsia aeranthos*. O amido é o produto resultante da polimerização de glicose, formada nas plantas durante a fotossíntese e que apesar de ser uma substância muito frequente nos vegetais, são relativamente poucas as plantas que utilizam o amido como fonte de reserva (Oliveira & Akissue 1997, Conceição & Ayoama 2016). A ausência de acúmulo de amido nas folhas das espécies do “*complexo maritima*” sugere que esse carboidrato não seja indispensável como substância de reserva para a sobrevivência dessas plantas.

As ligninas coniferílicas se mostraram presentes em toda a hipoderme mecânica de ambas as faces da folha de todas as espécies analisadas, e se percebe a presença de pontoações. Segundo Saliba *et al.* (2001), a lignina é uma substância amorfa, de natureza aromática e muito complexa e faz parte da parede celular dos vegetais. Além disso, tem um importante papel no transporte de água, nutrientes e metabólitos, sendo responsável pela resistência mecânica de vegetais e proteção dos tecidos. Em *D. brevifolia* (Lobo 2007), a lignina é caracterizada pela rigidez nas paredes próximas da epiderme e pode conferir proteção e manutenção da estrutura foliar para evitar a desidratação de indivíduos expostos à intensa radiação solar. E podemos notar essas características nas espécies do “*complexo maritima*”. Já em Ayoama & Sajo (2003) que analisaram a estrutura foliar de espécies de *Aechmea*, notou-se que a maioria das espécies estudadas tem uma hipoderme mecânica sem lignina. Esses dados são diferentes do padrão observado nas espécies de *Dyckia*.

Nas camadas mais internas da hipoderme mecânica a composição péctica das paredes se sobressae, além de se perceber pontoações, as quais também estão presentes na camada mais externa da mesma. Lobo (2007) em seu estudo com *D. brevifolia* observou comunicações nas paredes anticlinais que seriam microporos. Assim como em Lyshede (1978) que estudou o caule de plantas xerófitas, e observou microcanais na camada péctica da parede celular e sugere como provável função o transporte de água. A autora comenta que esses canais poderiam auxiliar a passagem de água do lado externo para o lado interno das células cujas paredes tem características xeromórficas. Assim, as espécies estudadas por apresentarem camadas pécticas na parte interna da hipoderme mecânica, pode-se sugerir que desempenham funções como auxílio na absorção de água, na manutenção do turgor das folhas, além de evitar a desidratação da lâmina foliar, visto que sobrevivem em um ambiente xerófito.

A seção transversal das células do parênquima aquífero apresentam um espessamento celulósico mais evidente do que no clorênquima. A deposição de celulose estabelece a formação de trabéculas que encontramos no parênquima aquífero das espécies do “*complexo maritima*”, da mesma forma como encontrado por Vailati (2009) em *D. encholirioides*.

5.3. Análise estatística

No dendrograma e no gráfico de análise de correspondência múltipla (ACM) é observado que *B. antiacantha* permaneceu separada do restante do grupo em ambas as análises. Observamos que *D. choristaminea* (grupo externo) permaneceu externo do “*complexo maritima*” somente no gráfico de análise de correspondência múltipla, já no dendrograma, esse grupo externo, continuou dentro do “*complexo maritima*” e no mesmo grupo das espécies *D. hebdingii* e *D. delicata*. As espécies *D. hebdingii* e *D. delicata* que têm características semelhantes, como espinhos castanhos, plantas de porte pequeno e roseta revoluta, mas se diferenciam do restante do grupo, sugerindo-se a separação dessas espécies. *D. tomentosa* é considerada sinônimo de *D. maritima*, todavia no dendrograma temos que as espécies mostram-se distantes uma da outra, sendo que *D. maritima* está no mesmo grupo de *D. nigrospinulata* e *D. rigida* enquanto *D. tomentosa* se agrupou com *D. selloa* e *D. polycladus*. *D. myriostachya* é considerada sinônima de *D. selloa* na Flora do Brasil (2020). Entretanto, neste trabalho, essas espécies são evidenciadas em grupos diferentes. Sugere-se, portanto, que *D.*

myriostachya seja reconhecida como espécie aceita. Já na análise de correspondência múltipla temos de que os grupos externos permaneceram destacados do restante do “*complexo maritima*”. As populações dos indivíduos encontram-se aglutinadas não havendo separação das espécies *D. hebdingii* e *D. delicata* pelos caracteres abordados. Dessa forma, a definição em um complexo de espécies não está bem esclarecida, necessitando mais caracteres informativos, como características da semente, flor e fruto.

6. CONCLUSÃO

Na análise morfoanatômica das folhas do “*complexo maritima*” podemos constatar que muitas das espécies tradicionalmente agrupadas nesse complexo, apresentam características distintas. As espécies *D. delicata* e *D. hebdingii* apresentaram características morfoanatômicas muito semelhantes ao grupo externo (*D. choristaminea*). Esses dados, somados às análises do rudimento seminal (Breitsameter 2017), nos permite inferir que essas espécies não pertencem ao “*complexo maritima*”.

A partir dos dados observados nesse trabalho, em especial a coloração dos espinhos, podemos agrupar as espécies do “*complexo maritima*” em dois grupos. Um grupo de espécies que se caracterizam por apresentarem espinho de cor predominantemente preta. E outro grupo de espécies com espinhos de cor castanho a verde. No primeiro caso, incluímos as espécies *D. agudensis*, *D. maritima*, *D. myriostachya*, *D. nigrospinulata* e *D. rigida*, grupo este, parcialmente correspondente ao grupo de espécies *strictu senso* de Büneker *et al.* (2015). No segundo caso, as espécies *D. alba*, *D. domfelicianensis*, *D. hebdingii*, *D. selloa*, *D. retroflexa*, *D. polycladus*, *D. tomentosa* e *D. delicata* formariam um grupo independente do “*complexo maritima*”, podendo ser denominado “*complexo alba*”, até que futuras abordagens utilizando estruturas reprodutivas, como as sementes ou os frutos em espécies de *Dyckia*, possam auxiliar na melhor circunscrição deste conjunto de espécies ou mesmo do próprio gênero.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adatia MH & Besford RT. 1986. The effects of silicon on Cucumber plants grown in recirculating nutrient solution. *Annals of Botany* 58: 343-351.
- Aoyama EM & Sajo MG. 2003. Estrutura foliar de *Aechmea* Ruiz & Pav. subgênero *Lamprococcus* (Beer) Baker e espécies relacionadas. *Revista Brasileira de Botânica*. vol. 26: 461-473.
- APG IV 2016. Chase, M.W. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Bot. J. Linn. Soc.* 141, 339–436. <https://doi.org/10.1046/j.1095-8339.2003.t01-1-00158.x>.
- Arruda R Costa A. 2003. “Foliar Anatomy of Five *Vriesea* Sect. *Xiphion* (Bromeliaceae) Species.” *Selbyana* 24(2):180–89.
- Baker JG 1889. *Handbook of the Bromeliaceae*. London: George Bell and Sons. 243 p.
- Barfuss MHJ, Till W, Leme EMC, Pinzon JP, Manzanares JM, Halbritter H, Samuel, R, Brown GK. 2016. Taxonomic revision of Bromeliaceae subfam. Tillandsioideae based on a multi-locus DNA sequence phylogeny and morphology. *Phytotaxa* 279: 1–97. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.279.1.1>
- Benzing DH. 2000. *Bromeliaceae: Profile of an adaptive radiation*. Cambridge: Cambridge University Press. p.708.
- Benzing DH, Friedman WE. 1981. Patterns of foliar pigmentation in Bromeliaceae and their adaptive significance. *Selbyana* 5: 224–240.
- Benzing DH, Henderson K, Kessel B, Sulak J. 1976. The absorptive capacities of bromeliad trichomes. *Botanical Gazette* 110(2): 217-231.
- Braga MMN. 1977. *Anatomia foliar de Bromeliaceae da Campina*. Dissertação de mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, Brasil.
- Breitsameter CJ. 2017. *Caracterização morfoanatômica do rudimento seminal de espécies do Complexo *Dyckia Maritima* (Bromeliaceae: Pitcairnioideae)*. Dissertação de mestrado.

Büneker HM, Pontes RC, Witeck L, Soares KP. 2015. Taxonomic study of *Dyckia maritima complex* (Bromeliaceae, Pitcairnioideae): Preliminary results. Poster congresso nacional de Botanica.

Carvalho JDT, Essi L, Oliveira JMS. 2016. Flower and floral trichome morphology of species of *Dyckia Schult. f.* (Bromeliaceae, Pitcairnioideae), and their importance to species characterization and genus taxonomy. *Acta Botânica Brasílica*. doi: 10.1590/0102-3306201abb0335.

Conceição LO, Aoyama EM. 2016. Anatomia e histoquímica da lâmina foliar de espécies conhecidas por quebra-pedra (*Euphorbia prostrata* Aiton, *Euphorbia hyssopifolia* L., *Phyllanthus amarus* Schumach. & Thonn e *Phyllanthus tenellus* Roxb.). *Rev. Bras. Plantas Med.* doi: 10.1590/1983-084X/15_226

Costa A. 2012. Sistemática e Conservação de Bromeliaceae. Mus Nac do Rio Janeiro: http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/PesquisaemUCs/Autorizacoes_e_Projetos_de_Pesquisa_Autorizados_em_2012/434_projeto.pdf

Crayn DM, Winter K, Smith JAC. 2004. Multiple origins of crassulacean acid metabolism and the epiphytic habit in the Neotropical family Bromeliaceae. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 101: 3703–3708. doi:10.1073/pnas.0400366101

Crayn DM, Winter K, Schulte K, Smith JAC. 2015. Photosynthetic pathways in Bromeliaceae: phylogenetic and ecological significance of CAM and C3 based on carbon iso- tope ratios for 1893 species. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 178: 169–221.

Dettke GA, Milanez-gutierrez MA. 2008. Anatomia vegetativa de *Bromelia antiacantha* Bertol. (Bromeliaceae, Bromelioideae). *Balduinia* 13: 1–14.

Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, Gonzalez L, Tablada M, Robledo CW. 2016. InfoStat versión Grupo InfoStat. FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina: <http://www.infostat.com.ar>.

Esau K. 1959. *Anatomia Vegetal*. Barcelona. Omega. 1-729.

Esau K. 1974. *Anatomia das Plantas com sementes*. São Paulo. 1-312.

Fagundes NF, Mariath JEA. 2014. Ovule ontogeny in *Billbergia nutans* in the evolutionary context of Bromeliaceae (Poales). *Plant Syst. Evol.* 300: 1323–1336.

- Fagundes NF, Mariath JEA, 2010. Morphoanatomy and ontogeny of fruit in Bromeliaceae species. *Acta Bot. Brasilica* 24: 765–779.
- Fahn A. 1986. Structural and Functional Properties of Trichomes of Xeromorphic Leaves. *Ann Bot*: 57(5): 631-637.
- Fahn A & Cutler DF. 1992. Xerophytes. Gebrüder Borntraeger. Berlin. 1-176.
- Favretto MA, Geuster CJ. 2017. Orquídeas e Bromélias do oeste de Santa Catarina.
- Feder N, O'brien TP. 1968. Plant microtechnique: some principles and new methods. *American Journal of Botany* 55: 123-142.
- Ferri MG, Menezes NL, Monteiro-Scanavacca WR. 1978. Glossário Ilustrado de Botânica. Editora da Universidade de São Paulo: 1- 211.
- Figueiredo AC, Barroso JG, Pedro LMG, Ascensão L. 2007. Histoquímica e Citoquímica em Plantas: Princípios e Protocolos. Lisboa. 1º Edição. Edição Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Centro de Biotecnologia Vegetal.
- Flora Ameaçada Do Rio Grande Do Sul. 2014. Táxons da flora nativa do Estado Rio Grande do Sul ameaçadas de extinção. Decreto estadual n 52109, Publ em 19/12/2014.(iii):21.
- Forzza RC, Costa A, Siqueira Filho JA, Martinelli G, Monteiro RF, Santos-Silva F, Saraiva DP, Paixão-Souza B, Louzada RB, Versieux L. 2015. Bromeliaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB6046>>. Acesso em: 18 jan. 2016.
- Flores EM. 1975. Algunos aspectos de anatomia foliar comparada de dos espécies de Bromeliaceae (*Aechmea mexicana* Baker y *Hechtia glomerata* Zucc). *Rev. Biol. Trop.* 23: 29–52.
- Font-Quer P. 1982. Diccionario de Botánica. Barcelona: Editora Labor: 1-1244.
- Forzza RC. 2005. Revisão Taxonômica de *Encholirium* Mart. Ex Schult. & Schult. F. (Pitcairnioideae - Bromeliaceae). *Bol. Botânica da Univ. São Paulo*. doi:10.11606/issn.2316-9052.v23i1p1-49
- Garth RE. 1964. The Ecology of Spanish Moss (*Tillandsia Usneoides*): Its Growth and Distribution. *Ecology* 45: 470-481.

Gerrits PO, Smid L. 1983. A new less toxic polymerization system for the embedding of soft tissues in glycol methacrylate and subsequent preparing of serial section. *Journal of Microscopy* 132: 81-85.

Gersterberger P, Leins P. 1978. Rasterelektronmikroskopische untersuchungen an blütenknospen von *Physalis philadelphica* (Solanaceae). Anwendung einer neuen präparationsmethode. *Ber.Deutsch. Bot. Ges.* 91: 381-387.

Givnish TJ, Sytsma KJ, Smith JF, Hahn WJ, Benzing DH, Burkardt EM. 1997. Molecular evolution and adaptative radiation in *Brocchinia* (Bromeliaceae: Pitcairnioideae) Atop Tepuis of Guiana Shield. In: Givnish TJ, Sytsma KJ, eds. *Molecular Evolution and Adaptative Radiation*. New York: Cambridge University Press.

Givnish TJ, Millam KC, Berry PE & Systma KJ. 2007. Phylogeny, adaptive radiation, and historical biogeography of Bromeliaceae inferred from *ndhF* sequence data. *Aliso* 23: 3–26.

Givnish TJ, Ames M, McNeal JR, McKain MR, Steele PR, DePamphilis CW, Graham SW, Pires JC, Stevenson DW, Zomlefer WB, Briggs BG, Duvall MR, Moore MJ, Heaney JM, Soltis DE, Soltis PS, Thiele K, Leebens-Mack JH. 2010. Assembling the Tree of the Monocotyledons: Plastome Sequence Phylogeny and Evolution of Poales. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 97: 584–616. Doi: 10.3417/2010023.

Givnish TJ, Barfuss MHJ, van Ee B, Riina R, Schulte K, Horres R, Gonsiska PA, Jabaily RS, Crayn DM, Smith JAC, Winter K, Brown GK, Evans TM, Holst BK, Luther H, Till W, Zizka G, Berry PE, Sytsma KJ. 2011. Phylogeny, adaptive radiation, and historical biogeography in Bromeliaceae: Insights from an eight-locus plastid phylogeny. *Am. J. Bot.* 98: 872–895. doi:10.3732/ajb.1000059

Givnish TJ, Millam KC, Evans TM, Hall JC, Chris J. Berry PE, Sytsma KJ. 2004. Ancient Vicariance or Recent Long - Distance Dispersal? Inferences about Phylogeny and South American – African Disjunctions in Rapateaceae and Bromeliaceae Based on *ndh F* Sequence Data Source. *International Journal of Plant Sciences* 165: s35–s54.

Givnish TJ, Montgomery RA. 2014. Common-garden studies on adaptive radiation of photosynthetic physiology among Hawaiian lobeliads. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.* 281 20132944–20132944.

Givnish TJ, Pires JC, Graham SW, Mcpherson MA, Prince LM, Patterson TB, Rai HS, Roalson EH, Evans TM, Hahn WJ, Hall C, Kress WJ, Sytsma KJ. 2006. Phylogenetic

relationships of monocots based on the highly informative plastid gene *ndhF*: evidence for widespread concerted convergence. *Monocots Comp. Biol. Evol.* (excluding Poales) 22: 28–51.

Gomes SM, Somavilla NSDN, Gomes-Bezerra KM, Miranda SDC, Carvalho PS, Graciano-Ribeiro D. 2009. Anatomia foliar de espécies de Myrtaceae: contribuições à taxonomia e filogenia. *Acta Bot Brasilica*.23(1): 224-238. doi:10.1590/S0102-33062009000100024

Gomes-da-Silva J, Vargens FAC, Arruda RCO, Costa AF. 2012. A morphological cladistic analysis of the *Vriesea corcovadensis* group (Bromeliaceae: Tillandsioideae), with anatomical descriptions: New evidence of the non-monophyly of the genus. *Systematic Botany* 37: 641–654.

Gomes-da-Silva J, Amorim AM, Forzza RC. 2017. Distribution of the xeric clade species of Pitcairnioideae (Bromeliaceae) in South America : a perspective based on areas of endemism. *J. Biogeogr.* 44: 1994–2006.

Guarçoni EAE. 2015. Estudos taxonômicos e de anatomia foliar em espécies de *Dyckia* Schult. & Schult. f. (Bromeliaceae, Pitcairnioideae) Tese.

Guerra A. 2016. Variação em traços funcionais e interpretações ecológicas da morfoanatomia foliar de espécies de diferentes hábitos do chaco. Dissertação.

Harms H. 1930. Bromeliaceae. In: Engler, A., Prantl, K. (eds.). *Die natlirlichen Pflanzenfamilien*, 2nd edn., 15a. Leipzig: W. Engelmann, pp. 65-159.

Hughes I, Mcculy ME. 1975. Use of an optical brightener in study of plant structure. *Stain Technology* 50 (5): 319-329.

Irgang B, Sobral M. 1987. “*Dyckia Agudensis*. Nova Espécie Do Rio Grande Do Sul, Brasil.” 1-4.

Jabaily RS, Sytsma KJ. 2010. Phylogenetics of *Puya* (Bromeliaceae): Placement, Major Lineages, and Evolution of Chilean Species. *American Journal of Botany* 97 (2): 337–356.

Janssen T, Bremer K. 2004. The age of major monocot groups inferred from 800+ *rbcL* sequences. *Bot. J. Linn. Soc.* 146: 385–398.

- Jensen ASC, Rotondaro FC, Nascimento, EE 2010. "Bromélia : agente para proliferação do *Aedes aegypti* ou agente para melhoria do meio ambiente ?," *Arte e Ciência* 117: 3–6.
- Jensen WA. 1962. *Botanical histochemistry - principles and practice*. San Francisco, W.H.Freeman and Company.
- Johansen DA. 1940. *Plant microtechnique*. 1.ed. New York: McGraw-Hill Company: 1-523.
- Judd WS, Campbell CS, Kellogg EA, Stevens PF. 2009. *Sistemática vegetal: um enfoque filogenético*. 3.ed. Porto Alegre Artmed.
- Krahl A, Holanda ASS, Krahl DRP, Corrêa MM. 2013. Anatomia foliar de *Ananas lucidus* Mill. (Bromeliaceae). *Nat online*. 11(4):161-165.
- Krapp F, Pinangé DS, Benko-Iseppon AM, Leme EMC, Weising K. 2014. Phylogeny and evolution of *Dyckia* (Bromeliaceae) inferred from chloroplast and nuclear sequences. *Plant Syst. Evol.* 300: 1591–1614.
- Kraus JE, Arduin M. 1997. *Manual básico de métodos em morfologia vegetal*. 1.ed. Seropédica, Rio de Janeiro: EDUR.
- Krauss BH. 1949. Anatomy of the Vegetative Organs of the Pineapple, *Ananas comosus* (L.) Merr Merr. I. Introduction, Organography, the Stem, and the Lateral Branch or Axillary Buds. *Botanical Gazette* 110(2): 159-217.
- Kuhn SA, Nogueira FM, Fagundes NF, Mariath JEA. 2016. Morphoanatomy of the ovary and ovule in Bromeliaceae subfamily Tillandsioideae and its systematic relevance. *Botany Journal Linnean Society* 180 (3):1-19.
- Larocca J, Sobral M. 2002. *Dyckia delicata* (Bromeliaceae), a new species from Rio Grande do Sul, Brazil. In: Intergovernmental Panel on Climate Change, ed. Novon. Vol 2. Cambridge: Cambridge University Press: 234-236.
- Leme EMC, Ribeiro OBC, Miranda ZJG. 2012. New species of *Dyckia* (Bromeliaceae) from Brazil. *Phytotaxa* 67: 9–37.
- Lobo GM. 2007. Morfoanatomia da reófito *Dyckia brevifolia* Baker (Bromeliaceae). Dissertação.
- Luther HE. 2014. An alphabetical list of bromeliad binomials. *Bromel.Soc. Int.* 12, 114.
- Lyshede OB. 1978. Studies on outer epidermal cell walls with microchannels in a

xerophytic species.

Magalhães RI, Mariath JEA. 2012. Seed morphoanatomy and its systematic relevance to Tillandsioideae (Bromeliaceae). *Plant Syst. Evol.* 298: 1881–1895.

Mantovani A, Iglesias R. 2005. Quando Aparece a Primeira Escama? Estudo Comparativo sobre O Surgimento De Escamas De Absorção Em Três Espécies De Bromélias Terrestres De Restinga. *Rodriguésia* 56: 73–84.

Martin FW. 1959. Staining and observing pollen tubes in the style by means of fluorescence. *Stain Technol* 34: 125-128.

Martinelli G, Vieira CM, Gonzalez M, Leitman P, Piratininga A, Da Costa AF, Forzza RC. 2008. Bromeliaceae da Mata Atlântica brasileira: lista de espécies, distribuição e conservação. *Rodriguésia* 59(1): 209–258.

Mauseth JD. 1988. *Plant Anatomy*. The Benjamin Cummings Publishing Co. Inc., California. 1-560.

McDowell EM, Trump BF. 1976. Histologic fixatives suitable for diagnostic light and electron microscopy. *Archives of Pathology & Laboratory Medicine* 100: 405-414.

Menezes NL, Silva DC, Pinna, GFAM. 2003. Folha. In: Appezzato-da-Glória, B.; Carmello- Guerreiro SM.(eds.) *Anatomia Vegetal*. Viçosa: UFV. p. 303-326.

Meyer L. 1940. Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Bromeliaceenwurzeln. *Planta* 31: 492-522.

Mez C. 1934-35. Bromeliaceae. In: Engler A. *Das pflanzenreich*. Stuttgart: Heft 100. p.667.

Mez, C. 1896. Bromeliaceae. In: Candolle APP de & Candolle ACP (eds.) de *Monographiae phanerogamarum*. Paris: Sumptibus Masson 9: 1- 990.

Mocellin MG, Simões TC, do Nascimento TFS, Teixeira MLF, Lounibos LP, de Oliveira RL, 2009. Bromeliad-inhabiting mosquitoes in an urban botanical garden of dengue endemic Rio de Janeiro - Are bromeliads productive habitats for the invasive vectors *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*? *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 104: 1171–1176.

Moura MN, Forzza RC, Cristiano MP. 2018. Reconstruction of ancestral genome size in Pitcairnioideae (Bromeliaceae): What can genome size tell us about the evolutionary history of its five genera? *Bot. J. Linn. Soc.* 186: 321–333.

Okimoto M C 1948. Anatomy and histology of the pineapple inflorescence and fruit. *Botanical Gazette* 110 (2): 217-231.

Oliveira F, Akisue G. 1997. Fundamentos de farmacobotânica. 2.ed. Rio de Janeiro, São Paulo: Atheneu,. 178p.

Oparka KJ, Read D. 1994. The use of fluorescent probes for studies of living plant cells. In: Harris N, Oparka KJ. (Eds.) *Plant cell biology: a practical approach*. Oxford: Oxford University Press: 27-50.

Pasw Statistics 18, SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA; 2009. Statistics P.A.S.W 2009 PASW statistics 18 (Release 18.0. 0) [computer software]. Quarry Bay, Hong Kong: IBM.

Pinangé DSB, Krapp F, Zizka G, Silvestro D, Leme EMC, Weising K, Benko-Iseppon AM. 2016. Molecular phylogenetics, historical biogeography and character evolution in *Dyckia* (Bromeliaceae, Pitcairnioideae). *Bot. J. Linn. Soc.*

Pita PB. 1997. Estudos anatômicos dos órgãos vegetativos de *Dyckia* Schultz f. e *Encholirium* Mart ex Schultz f. (Bromeliaceae) da Serra do Cipó - MG. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Porembski S, Barthlott W. 1999. *Pitcairnia feliciana*: The only indigenous african bromeliad. *Harvard Pap. Bot.* 4: 175–184.

Proença SL, Sajo MDG. 2004. Estrutura foliar de espécies de *Aechmea* Ruiz & Pav. (Bromeliaceae) do Estado de São Paulo, Brasil. *Acta Bot Brasilica* 18(2):319-331.

Proença SL, Sajo MDG. 2007. Anatomia foliar de bromélias ocorrentes em áreas de cerrado do Estado de São Paulo, Brasil. *Acta Bot Brasilica* 21 (3): 451-466.

Prychid CJ, Rudall PJ. 1999. Calcium oxalate crystals in monocotyledons: A review of their structure and systematics. *Ann. Bot.* 84: 725–739.

Prychid CJ, Rudall PJ, Gregory M. 2003. Systematics and Biology of Silica Bodies in Monocotyledons. *Bot. Rev.* 69: 377–440. [https://doi.org/10.1663/0006-8101\(2004\)069\[0377:SABOSB\]2.0.CO2](https://doi.org/10.1663/0006-8101(2004)069[0377:SABOSB]2.0.CO2).

Reitz R. 1983. Bromeliáceas e a Malária - Bromélia endêmica. Itajaí: Flora Ilustrada Catarinense. Herbário Barbosa Rodrigues.

- Sajo MG, Machado SR & Carmello Guerreiro SM. 1998. Aspectos estruturais de folhas de bromélias e suas implicações no agrupamento de espécies. In: Leme EMC (org.). Canistropsis – Bromélias da Mata Atlântica. Rio de Janeiro: Salamandra. 102-111.
- Saliba EDOS, Rodriguez NM, Morais, SAL De, Veloso DP 2001. Ligninas – Métodos de obtenção e caracterização química lignins. Ciência Rural 31: 917–928.
- Sangster AG. 1977. Characteristics of sílica deposition in *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.(Crabgrass). Annals of Botany 41: 341-350.
- Santos-Silva F, Mastroberti AA, Mariath JEA. 2015. Capsule structure in three species of *Dyckia* (Bromeliaceae): ontogenetic and taxonomic issues. J. Torrey Bot. Soc. 142: 249–257.
- Santos-Silva F, Saraiva DP, Monteiro RF, Pita P, Mantovani A, Forzza RC. 2013. Invasion of the South American dry diagonal: What can the leaf anatomy of Pitcairnioideae (Bromeliaceae) tell us about it? Flora Morphol. Distrib.Funct. Ecol. Plants 208: 508–521.
- Sass C, Specht CD. 2010. Phylogenetic estimation of the core Bromelioids with an emphasis on the genus *Aechmea*. Mol Phyl Evol 55: 559 – 571.
- Schutz N, Krapp F, Wagner N, Weising K. 2016. Phylogenetics of Pitcairnioideae s .s. (Bromeliaceae): evidence from nuclear and plastid DNA sequence data. Bot. J. Linn. Soc. 1–20.
- Segecin S, Scatena VL. 2005. Anatomia de *Tillandsia* L. (Bromeliaceae) dos Campos Gerais, Paraná, Brasil. Rev. Bras. Botânica 28: 635–649.
- Shultis E. 2009. Bromeliads as a breeding site for the Dengue vector *Aedes aegypti*. Digital Collections@SIT, Paper 616. http://digitalcollections.sit.edu/isp_collection/.
- Silva IV, Scatena VL. 2011. Anatomia de escapos de espécies de Bromeliaceae da Amazônia, Mato Grosso, Brasil. Hoehnea 38: 51–59.
- Silva IV, Oliveira DM, ScatenaVL. 2011. Anatomia foliar de *Ananas ananassoides* (baker) l . B .Sm ., (Bromeliaceae) do Parque Estadual Cristalino , Alta Floresta- MT, Brasil. Rev Ciências Agro-Ambientais 9 (1):83-95.

- Silvestro D, Zizka G, Schulte K, 2014. Disentangling the effects of key innovations on the diversification of Bromelioideae (Bromeliaceae). *Evolution* (N. Y). 68: 163–175. <https://doi.org/10.1111/evo.12236>.
- Smith LB, Downs RJ. 1974. Pitcairnioideae (Bromeliaceae). In: Zanoni T, ed. *Flora Neotropica Monograph*. New York: Hafner Press. 1-662
- Smith LB, Downs RJ. 1977. Tillandsioideae (Bromeliaceae). In: Zanoni T, ed. *Flora Neotropica Monograph*. New York: Hafner Press. 663- 1492.
- Smith LB, Downs RJ. 1979. Bromelioideae (Bromeliaceae). In: Zanoni T, ed. *Flora Neotropica Monograph*. New York: Hafner Press. 1493-2142.
- Smith L. 1941. *Studies in the Bromeliaceae* — XII 137: 381–417.
- Smith LB. 1989. Another Giant *Dyckia* Mystery. *J. Bromel. Soc.* 38: 248–249.
- Smith, LB, Till W. 1998. Bromeliaceae. In: K. Kubitzki (Ed.). *The Families and Genera of Vascular Plants IV*. New York, Springer.
- Solereeder H, Meyer FJ. 1929. Bromeliaceae. In *Systematische Anatomie der Monokotyledonen*. Gebrüder Borntraeger, Berlin, Heft IV, p.80-129.
- Soltis PS, Soltis DE, Zanis M J Kim S, 2000. Basal Lineages of Angiosperms: Relationships and Implications for Floral Evolution. *Int. J. Plant Sci.* 161: 96–107.
- Souza GM De, Estelita MEM, Wanderley MDGL. 2005. Anatomia foliar de espécies brasileiras de *Aechmea* subg. *Chevaliera* (Gaudich. ex Beer) Baker, Bromelioideae-Bromeliaceae. *Rev Bras Botânica.* 28(3): 603-613.
- Strehl T. 1983. “Forma, distribuição e flexibilidade dos tricomas foliares usados na filogenia de Bromeliaceae.” *Iheringia. Serie Botanica* 31: 105–19.
- Strehl T. 2004. “Novas espécies de Bromeliaceae do Rio Grande Do Sul, Brasil.” *Vidalia* 2 (2): 26–36.
- Strehl T, Beheregaray LB. 2006. Morfologia de sementes do Gênero *Dyckia* subfamília Pitcairnioideae (Bromeliaceae). *Pesquisas Botânicas* 57: 103–120.
- Strittmatter CD. 1973. Nueva técnica de diafanización. *Bol. Soc. Arg. Bot* 15 (1): 126-129.
- Taiz L, Zeiger E. Moller IM, Murphy A, Oliveira PL. 2017. *Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal*. Porto Alegre. 6.ed.Ed.Art Med. 858 p.

Tietze M. 1906. Die Entwicklung der wasseraufnehmenden Bromeliaceen -Trichome. in: Physiologische Bromeliaceen- Studien II. pp. 1–50.

Tomlinson PB. 1969. Commelinales – Zingiberales. In: C. R. Metcalfe (ed.). Anatomy of the Monocotyledons. Clarendon Press, Oxford. 446 p.

Vailati MG. 2009. Morfoanatomia de três espécies de Bromeliaceae de restingas do Estado de Santa Catarina, Brasil . Dissertação. 93p.

Varadarajan GS, Gilmartin AJ. 1987. Foliar scales of the subfamily Pitcairnioideae (Bromeliaceae). Syst. Bot. 12: 562–571.

Voltolini CH, Reis A, Santos M. 2009. Leaf morphoanatomy of the rheophyte *Dyckia distachya* Hassler (Bromeliaceae). Plant Biol. 4849: 335–343.

Winkler S, Irgang BE. 1979. Observações ecológicas em bromeliáceas na mata subtropical do Alto Uruguai, Rio Grande do Sul, Brasil. Iheringia. Série Botânica 24: 51-60.

Winkler S. 1982. Die Bromeliaceae Von Rio Grande do Sul (S-Brasilien). Documenta Naturae 3 (42): 1-90.

8. APÊNDICES

APÊNDICE A: Planilha das espécies do “complexo maritima”

Família	Bromeliaceae	Bromeliaceae	Bromeliaceae	Bromeliaceae	Bromeliaceae	Bromeliaceae	Bromeliaceae	Bromeliaceae	Bromeliaceae	Bromeliaceae	Bromeliaceae	Bromeliaceae	Bromeliaceae
Gênero (aceito)	<i>Dyckia</i>	<i>Dyckia</i>	<i>Dyckia</i>	<i>Dyckia</i>	<i>Dyckia</i>	<i>Dyckia</i>	<i>Dyckia</i>	<i>Dyckia</i>	<i>Dyckia</i>	<i>Dyckia</i>	<i>Dyckia</i>	<i>Dyckia</i>	<i>Dyckia</i>
Epíteto (aceito)	<i>alba</i>	<i>agudensis</i>	<i>delicata</i>	<i>domfelicianensis</i>	<i>rigida</i>	<i>hebbingii</i>	<i>polycladus</i>	<i>selloa</i>	<i>tomentosa</i>	<i>maritima</i>	<i>myriostachya</i>	<i>nigrospinulata</i>	<i>retroflexa</i>
Autor (aceito)	S. winkl.	Irgang & Sobral	Larocca & Sobral	T. strehl	T. strehl	L.M.Smith	L.M.Smith	S. winkl.	Mez	Baker	Baker	T. strehl	S. winkl.
Nome (basiônimo/sinônimo)	<i>D.alba</i> S.Winkl.	<i>D. agudensis</i> Irgang & sobral	<i>D. delicata</i> Larocca & Sobral	<i>D. domfelicianensis</i> T. strehl	<i>D. rigida</i> T. strehl	<i>D. hebbingii</i> L.B.Sm.	<i>D. polycladus</i> L.B.Sm.	Basinômio: <i>P. selloum</i> K.Koch; Sinônimo <i>D. grandifolia</i> , <i>D. macrantha</i> , <i>D. myriostachia</i> <i>D. macracantha</i> <i>D. myriostachya</i>	<i>D. maritima</i> Baker	Basinômio: <i>P. maritimum</i> (Baker) Mez; <i>D. tomentosa</i>	espécie considerada um sinônimo. Heterotipo: <i>D. selloa</i> (K.Koc) Baker	<i>D. nigrospinulata</i> T. Strehl	<i>D. retroflexa</i> S.winkl.
Nome aceito	nome aceito	nome aceito	nome aceito	nome aceito	nome aceito	nome aceito	nome aceito	nome aceito	sinônimo	nome aceito	sinônimo	nome aceito	nome aceito
RISCO*	DD	CR	CR	CR	DD	DD	DD	NE	X	Em perigo	NE	NE	DD
ATUALIZAÇÃO no REFLORA**	Büneker, H.M. em 07/06/2016 - 11:54:12	Büneker, H.M. em 29/05/2016 - 12:50:22	Büneker, H.M. em 07/06/2016 - 10:40:21	Büneker, H.M. em 07/06/2016 - 10:49:26	Büneker, H.M. em 07/06/2016 - 13:27:58	Büneker, H.M. em 07/06/2016 - 11:04:46	Büneker, H.M. em 07/06/2016 - 12:11:40	Büneker, H.M. em 07/06/2016 - 17:49:46	Forzza, R.C. em 11/10/2013 - 11:07:43	Büneker, H.M. em 07/06/2016 - 11:50:20	Forzza, R.C. em 20/02/2015 - 00:13:46	Büneker, H.M. em 29/05/2016 - 12:44:00	Büneker, H.M. em 07/06/2016 - 12:32:03
Reconhecimento espécies Luther 2014	espécie aceita	espécie aceita	espécie aceita	espécie aceita	espécie aceita	espécie aceita	espécie aceita	espécie aceita	espécies sinônimo	espécie aceita	espécies sinônimo	espécie aceita	espécie aceita

GenBank	-	-	7 registros entre plastid, ptn S16,ptn L32, PhyC, intron	-	-	21 registros entre plastid, ptn S16,ptn L32, PhyC	-	-	-	17 registros entre plastid, phyC cloroplastos, ptn ribossomal S16, ptn L32,	-	-	-
Referência Gen Bank			krapp, 2014			krapp, 2014				krapp, 2014			

*NE =não avaliada; DD = Deficiente de dados; EN=em perigo; CR=Criticamente em perigo

**citação: *Dyckia* in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB34305>>. Acesso em: 15 Jun. 2016.

APÊNDICE B: Conferência em folha de cada indivíduo de cada espécie.

Procedimento para cada folha:

1. Nome da espécie:
2. Numero de registro (CV) (), coleta do indivíduo () ou coleta das folhas ()
3. Foto de indivíduo ()
4. Foto das folhas maduras a serem coletadas () (Coletar as folhas (duas) abaixo do nó da inflorescência).
5. Fixação (Duas folhas)
 - Glutaraldeído: formaldeído ()
 - FAA 50% ()
 - Etilenodiamina ()
 - Câmara úmida ()
6. Registro imagem no estéreo em câmara úmida
 - Face Adaxial com espinho ()
 - Face Abaxial com espinho ()
 - Detalhe tricomas ()
 - Corte transversal sem coloração ()
7. Raspar os tricomas da face adaxial em lâmina () e registro DIC DM-R ()
8. Raspar a folha da Face Adaxial para Abaxial () registrar estômatos
9. Preencher tabela de caracteres ()
10. Corte a mão livre:
 - Hematoxilina de Delafied ()
 - Formaldeído 4% () (15 cortes de cada individuo)
11. Coloração para histoquímica (Utilizar 1 folha de cada espécie):
 - Floroglucinol +HCl (Lignina e celulose) ()
 - Lugol (amido) ()
 - Sudan III (lipídeos) ()
 - Vermelho de Rutênio (ácidos pecticos) ()
 - Azul de anilina (celulose) ()
 - Calcofluor (calose) ()
 - Teste de maule (Lignina) ()
 - Cloreto de Zn Iodado (lignina- amarela, celulose – azul acinzentado, Amido – negro azulado). ()
 - A folha fixada em Glutaraldeído: Formaldeído incluir uma amostra por espécie em metacrilato e gelatina (15 amostras) (15 espécies= 13 complexo; 2 grupo externo).

Esclerênquima	Tipo (esclereídes ou fibras)											Santos-Silva, 2013
	Localização (adaxial, abaxial)											
	Forma da célula											
Vascularização	Feixes (quantidade)											Santos-Silva, 2013
	Fibras floemáticas											
Fibras não associadas aos feixes												Souza, 2005;

APÊNDICE D: Caracteres morfológicos gerais de todas as espécies:

Espécies/ caracteres	Caracteres externos da folha					Tricomos (escamas)						Estômatos			Espinhos		
	Com prime nto	Largura (Ápice- Base)	Espes sura	Plano (convexo , côncavo, plano)	Cor	tipo	Flexibi lidade (rígidos e flexíveis)	Face adaxial	Face abaxial	localização (meio, apice, base)	orientação (linear, aleatório)	Tipo	localização (adaxial abaxial)	Posição (depres-são /nível epiderme)	Dureza	cor	orientação (mesmo sentido ou contrário)
<i>D. alba</i>	20 - 30 cm	0,51- 2,7 cm	0,55 cm	Eliptica	Verde	Esca ma	Flexível	muitos	muitos	Toda a folha	Linear	paracítico	Abaxial	Nível da epiderme	rígido	castanho escuro	ambos sentidos
<i>D. agudensis</i>	36 – 47 cm	0,38 - 2 cm	0,54 cm	Estreita Eliptica	Verde es curo	Esca ma	Flexível	Present e nas margin s	muitos	Toda a folha	Linear	paracítico	Abaxial	Nível da epiderme	rígido	Preto	ambos sentidos
<i>D. delicata</i>	18 – 29 cm	0,28 - 1,16 cm	0,39 cm	Depressa Obovada	Verde	Esca ma	Flexível	muitos	muitos	Toda a folha	Linear	paracítico	Abaxial	Nível da epiderme	flexível	verde a branco	ambos sentidos
<i>D. domfelicia nensis</i>	23,5 - 33,5 cm	0,7 - 3,1 cm	0,4 cm	Estreita Eliptica	Verde	Esca ma	Flexível	Poucos	muitos	Toda a folha	Linear	paracítico	Abaxial	Nível da epiderme	rígido	castanho escuro	ambos sentidos
<i>D. hebdingii</i>	8 -14 cm	0,5 - 1 cm	0,36	Depressa Obovada	Verde	Esca ma	Flexível	Poucos	muitos	Toda a folha	Linear	paracítico	Abaxial	Nível da epiderme	rígido	Castanho claro	ambos sentidos
<i>D. maritima</i>	0,46 - 0,62 cm	0,38 - 3.45	0,4	Estreita Eliptica	Verde Claro	Esca ma	Flexível	muitos	muitos	Meio p base e nas margens	Linear	paracítico	Abaxial	Nível da epiderme	rígido	Preto	ambos sentidos

<i>D. myriostachya</i>	47 - 58 cm	0,49 - 3,1 cm	0,7 cm	Estreita Elíptica	Verde	Escama	Flexível	poucos	muitos	Toda a folha	Linear	paracítico	Abaxial	Nível da epiderme	rígido	Preto	ambos sentidos
<i>D. nigrospinulata</i>	64 - 78 cm	1,17 - 3,5 cm	0,5 cm	Estreita Elíptica	Verde escuro	Escama	Flexível	poucos	muitos	Toda a folha	Linear	paracítico	Abaxial	Nível da epiderme	rígido	Preto	ambos sentidos
<i>D. polycladus</i>	31,8 - 41,8 cm	0,79 - 2,93 cm	0,58 cm	Estreita Elíptica	Verde	Escama	Flexível	poucos	poucos	margens	Linear	paracítico	Abaxial	Nível da epiderme	rígido	Castanho	ambos sentidos
<i>D. retroflexa</i>	26 - 36 cm	0,41 - 2,22 cm	0,42 cm	Estreita Elíptica	Verde	Escama	Flexível	poucos	muitos	meio e base	Linear	paracítico	Abaxial	Nível da epiderme	rígido	Castanho	ambos sentidos
<i>D. rigida</i>	100 - 110 cm	0,54 - 4,3 cm	0,33 cm	Estreita Elíptica	Verde	Escama	Flexível	poucos	muitos	Toda a folha	Linear	paracítico	Abaxial	Nível da epiderme	rígido	Castanho	ambos sentidos
<i>D. selloa</i>	26 - 36,7 cm	0,32 - 2,94 cm	0,39 cm	Estreita Elíptica	Verde	Escama	Flexível	poucos	muitos	Toda a folha	Linear	paracítico	Abaxial	Nível da epiderme	rígido	Castanho	ambos sentidos
<i>D. tomentosa</i>	28,2 - 34,1 cm	0,3 - 2,23	0,4 cm	Estreita Elíptica	Verde	Escama	Flexível	muitos	muitos	Toda a folha	Linear	paracítico	Abaxial	Nível da epiderme	rígido	verde a branco	ambos sentidos
<i>D. choristaminea</i>	6,47 - 10,95 cm	0,23 - 0,64 cm	0,32 cm	Estreita Elíptica	Verde Claro	Escama	Flexível	muitos	muitos	Toda a folha	Linear	paracítico	Abaxial	Nível da epiderme	rígido	castanho	ambos sentido
<i>B. antiacantha</i>	124 - 139 cm	0,83 - 3,69	0,2 cm	Linear	Verde escuro	Escama	Flexível	poucos	muitos	base e abaxial	Linear	paracítico	Abaxial	Nível da epiderme	rígido	castanho	ambos sentido
<i>Autores</i>	Scatena, 2005			Radford, 1974			Strehl, 1983	Santos-Silva, 2013	Smith & downs, 1974; Strehl, 1983					Santos - Silva, 2013	Tomlinson, 1969; Reitz, 1983; Benzing, 2000; Eames & Macdaniels, 1947		

APÊNDICE E: Caracteres anatômicos gerais de todas as espécies.

	Pigmento			Colênquima		Clorênquima		Parênquima paliçádico		Parênquima esponjoso		Parênquima Fundamental		Parênquima aerífero (canais de ar)			Parênquima aquífero			Esclerênquima		Vascularizaçã o	Fibras não associadas aos feixes	Estruturas secretoras		
	Tipo	Face adaxial	Face abaxial	Tipo	localização (adaxial, abaxial)	Forma da célula	Localização (adaxial, abaxial, entre os feixes)	localização (adaxial, abaxial)	Forma da célula	localização (adaxial, abaxial)	Forma da célula	Localização (adaxial, abaxial)	Forma da célula	Tipo	Localização (adaxial, abaxial)	Forma da célula	Localização (adaxial, abaxial)	Número de camadas adaxial	Forma da célula	Tipo (esclereides ou fibras)	Localização (adaxial, abaxial)	Feixes (quantidade)		Tipo	Face adaxial	Face abaxial
<i>D. alba</i>	Antocianina	-	-	Ausente	Ausente	Isodiamétrica	Entre os feixes	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Abaxial	Isodiamétrica	Braciforme	Abaxial	?	Ambos	9	Estreita e alongadas	Fibras	Ambo s	74	Epidermes	Sílica	Presente	Presente
<i>D. agudensis</i>	Antocianina	Presente	-	Ausente	Ausente	Isodiamétrica	Entre os feixes	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Abaxial	Isodiamétrica	Braciforme	Abaxial	?	Ambos	10	Estreita e alongadas	Fibras	Ambo s	67	Epidermes	Sílica	Presente	Presente
<i>D. delicata</i>	Antocianina	Presente	-	Ausente	Ausente	Isodiamétrica	Entre os feixes	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Abaxial	Isodiamétrica	Braciforme	Abaxial	?	Ambos	8	Estreita e alongadas	Fibras	Ambo s	30	Epidermes	Sílica	Presente	Presente
<i>D. domfelicianensis</i>	Antocianina	-	-	Ausente	Ausente	Isodiamétrica	Entre os feixes	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Abaxial	Isodiamétrica	Braciforme	Abaxial	?	Ambos	9	Estreita e alongadas	Fibras	Ambo s	64	Epidermes	Sílica	Presente	Presente
<i>D. hebdingii</i>	Antocianina	-	-	Ausente	Ausente	Isodiamétrica	Entre os feixes	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Abaxial	Isodiamétrica	Braciforme	Abaxial	?	Ambos	10	Estreita e alongadas	Fibras	Ambo s	41	Epidermes	Sílica	Presente	Presente
<i>D. maritima</i>	Antocianina	-	-	Ausente	Ausente	Isodiamétrica	Entre os feixes	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Abaxial	Isodiamétrica	Braciforme	Abaxial	?	Ambos	11	Estreita e alongadas	Fibras	Ambo s	72	Epidermes	Sílica	Presente	Presente
<i>D. myriostachya</i>	Antocianina	-	-	Ausente	Ausente	Isodiamétrica	Entre os feixes	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Abaxial	Isodiamétrica	Braciforme	Abaxial	?	Ambos	8	Estreita e alongadas	Fibras	Ambo s	65	Epidermes	Sílica	Presente	Presente
<i>D. nigropinulata</i>	Antocianina	-	-	Ausente	Ausente	Isodiamétrica	Entre os feixes	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Abaxial	Isodiamétrica	Braciforme	Abaxial	?	Ambos	9	Estreita e alongadas	Fibras	Ambo s	83	Epidermes	Sílica	Presente	Presente

<i>D. polycladus</i>	Antocianina	-	-	Ausente	Ausente	Isodiamétrica	Entre os feixes	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Abaxial	Isodiamétrica	Braciforme	Abaxial	?	Ambos	10	Estreita e alongadas	Fibras	Ambo s	53	Epidermes	Sílica	Presente	Presente
<i>D. retroflexa</i>	Antocianina	-	-	Ausente	Ausente	Isodiamétrica	Entre os feixes	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Abaxial	Isodiamétrica	Braciforme	Abaxial	?	Ambos	9	Estreita e alongadas	Fibras	Ambo s	63	Epidermes	Sílica	Presente	Presente
<i>D. rigida</i>	Antocianina	-	-	Ausente	Ausente	Isodiamétrica	Entre os feixes	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Abaxial	Isodiamétrica	Braciforme	Abaxial	?	Ambos	8	Estreita e alongadas	Fibras	Ambo s	81	Epidermes	Sílica	Presente	Presente
<i>D. selloa</i>	Antocianina	-	-	Ausente	Ausente	Isodiamétrica	Entre os feixes	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Abaxial	Isodiamétrica	Braciforme	Abaxial	?	Ambos	10	Estreita e alongadas	Fibras	Ambo s	62	Epidermes	Sílica	Presente	Presente
<i>D. tomentosa</i>	Antocianina	-	-	Ausente	Ausente	Isodiamétrica	Entre os feixes	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Abaxial	Isodiamétrica	Braciforme	Abaxial	?	Ambos	9	Estreita e alongadas	Fibras	Ambo s	39	Epidermes	Sílica	Presente	Presente
<i>D. chorisaminea</i>	Antocianina	Presente	-	Ausente	Ausente	Isodiamétrica	Entre os feixes	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Abaxial	Isodiamétrica	Braciforme	Abaxial	?	Ambos	9	Estreita e alongadas	Fibras	Ambo s	23	Epidermes	Sílica	Presente	Presente
<i>B. antiantha</i>	Antocianina	-	-	Ausente	Ausente	Isodiamétrica	Entre os feixes	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Abaxial	Isodiamétrica	Braciforme	Abaxial	?	Ambos	6	Estreita e alongadas	Fibras	Ambo s	78	Epidermes	Sílica	Presente	Presente
<i>Autor es</i>	Nunes & Mariath, 1994; Scatena 2005					Santos-Silva, 2013					Santos-Silva, 2013					Krahl, 2014				Santos-Silva, 2013	Santos-Silva, 2013	souza, 2005				

APÊNDICE F: Unificação das tabelas de caracteres morfoanatômicos para analisar nos softwares Infostat e SPSS:

Segue os caracteres morfoanatômicos da planilha acima:

- 1 - Indivíduos
- 2 - Comprimento da folha (valor absoluto)
- 3 - Largura (ápice p/ base) media
- 4 - Espessura da folha (valor absoluto)
- 5 - Espessura da hipoderme mecânica (valor absoluto)
- 6 - Proporção do comp.x largura (valor absoluto)
- 7 - Parênquima aquífero adaxial total (valor absoluto)
- 8 - Parênquima aquífero adaxial 1º estrato (valor absoluto)
- 9 - Parênquima aquífero adaxial 2º estrato (valor absoluto)
- 10- Parênquima clorofiliano total (valor absoluto)
- 11- Hipoderme mecânica Face abaxial (valor absoluto)
- 12- Parênquima braciiforme (valor absoluto)
- 13- Parênquima aquífero abaxial (valor absoluto)
- 14- Feixe (valor absoluto)
- 15- Número de feixes (valor absoluto)
- 16- Posição longitudinal da lamina foliar:(0) lanceolada (1) revoluta (2) intermediario
- 17- Figura Plana secção transversal:(0) Elíptica (1) estreita elíptica (2) Depressa obovada (3) linear
- 18- Disposição do Parênquima clorofiliano: (0) acompanha os feixes(1) alcança o parênquima aquífero face adaxial
- 19- Forma das células do parênquima aerífero:(0)lobadas (1) estreladas (2) intermediaria
- 20- Forma do floema:(0) triangular (1) semiorbicular

- 21- Disposição dos feixes vasculares: (0) Ausente (1) G/P/P/G (2) G/P/P/P/G (3) Ambos
- 22- Proporção do Parênquima aquifero: (0) 2:1 (1)3:1 (2) 1:1
- 23- Fibras não associadas a feixe e a epiderme: (0) Ausente (1) Presente
- 24- Fibras envolvendo o feixe: (0) 1 - 2 calotas (2) 2 calotas
- 25- Distribuição dos Estômatos: (0) Hipostomático (1) anfiestomático (2)epistomático
- 26- Ráfides: (0) Ausente (1) entre os feixes (2) acima dos feixes (3) Abaixo dos feixes
- 27- Cor do espinho: (0) preto (1) castanho (2) incolor
- 28- Corpos silicosos na epiderme: (0) Ausentes (1) Face Adaxial (2) Face abaxial (3) Ambas faces
- 29- Face Adaxial: (0) Lisa (1) Sulcada
- 30- Face Abaxial:(0) Lisa (1) Sulcada
- 31- Tricomas na epiderme da Face Adaxial: (0) Ausentes (1) Presentes no sulco (2) Presentes, mas não restritos as sulcos
- 32- Tricomas na epiderme da Face Abaxial: (0) Ausentes (1) Presentes no sulco (2) Presentes, mas não restritos as sulcos
- 33- Tipo de Estômatos: (0) Ausente (1) Paracitico (2) Tetracítico
- 34- Esclerênquima: (0) Ausente (1) Presente no feixe (2) Presente na epiderme
- 35- Parenquima aerifero: (0) Ausente (1) Canais de aerenquima (2) Contínuo do feixe a face abaxial
- 36- Hipoderme aquífero: (0) Ausente (1) 1 estrato (2) 2 estratos (3) 3 ou mais estratos
- 37- Forma da semente: (0) longo ovalado, não achatado, aspecto triangular ;(1) ovalado, achatado, discoide

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
<i>Dyckia alba</i>	A101	16	1,3	0,5	0,00093	1/2,6	0,03813	0,00093	0,03565	0,1271	0,00093	0,00899	0,00837	0,00217	75	0	0	1	1	0	2	2	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	A102	22	1,75	0,5	0,00093	1/3,5	0,04185	0,0031	0,0372	0,0155	0,00124	0,01302	0,0124	0,00186	88	0	0	1	1	0	2	2	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	A103	20	1,85	0,5	0,00031	1/3,7	0,0248	0,00217	0,0217	0,01116	0,00062	0,00775	0,00713	0,00186	60	0	0	1	1	0	2	2	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	A104	21	1,3	0,4	0,00062	1/3,25	0,0248	0,00341	0,02015	0,0124	0,00062	0,0093	0,00775	0,00186	54	0	0	1	1	0	2	2	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	A105	17	1,7	0,5	0,00062	1/3,4	0,03472	0,0124	0,03255	0,01302	0,0124	0,0093	0,00837	0,00186	84	0	0	1	1	0	2	2	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	A106	14	2,2	0,6	0,00062	1/3,66	0,02914	0,0124	0,0279	0,01271	0,0093	0,01054	0,00992	0,00217	84	0	0	1	1	0	2	2	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	A107	26	1,75	0,4	0,00093	1/4,37	0,03255	0,00093	0,03162	0,01395	0,00062	0,00093	0,00899	0,00155	60	0	0	1	1	0	2	2	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	A108	19	1,7	0,7	0,00062	1/2,42	0,0462	0,00176	0,04444	0,01496	0,00132	0,011	0,0088	0,00176	83	0	0	1	1	0	2	2	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	A109	28	2,4	0,7	0,00031	1/3,42	0,03472	0,00279	0,03193	0,01364	0,0009	0,0093	0,0102	0,015	72	0	0	1	1	0	2	2	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	A110	23	1,75	0,7	0,00124	1/2,5	0,03844	0,0031	0,3534	0,01581	0,00093	0,01147	0,01054	0,00217	88	0	0	1	1	0	2	2	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	A g 0 1	63	1,35	0,4	0,00124	1/3,37	0,02635	0,00217	0,02418	0,0124	0,00093	0,00899	0,00775	0,00124	74	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	A g	26	1,25	0,5	0,00093	1/2,5	0,0186	0,00186	0,01674	0,01209	0,00124	0,00775	0,00713	0,00170	72	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
<i>Dyckia agudensis</i>	02													5																							
	Ag03	31	1,3	0,6	0,00093	1/2,16	0,02635	0,00186	0,02449	0,01674	0,00093	0,01178	0,01116	0,00186	52	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	Ag04	29	1,7	0,3	0,00093	1/5,6	0,01705	0,00093	0,01612	0,01271	0,0124	0,00961	0,00868	0,00093	66	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	Ag05	37	1,9	0,5	0,00124	1/3,8	0,02635	0,00093	0,02542	0,0155	0,00093	0,01023	0,00961	0,00124	52	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	Ag06	22	1,2	0,6	0,00124	1/2	0,02635	0,00124	0,02511	0,0155	0,00124	0,01085	0,01023	0,00124	64	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	Ag07	15	1,5	0,4	0,00124	1/3,75	0,02015	0,00093	0,01922	0,01023	0,00124	0,00992	0,0093	0,00124	56	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	Ag08	42	1,85	0,4	0,00093	1/4,62	0,02635	0,00124	0,02511	0,01085	0,00124	0,00775	0,0062	0,00124	64	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	Ag09	55	1,15	0,5	0,00062	1/2,5	0,02015	0,00093	0,01922	0,01116	0,00062	0,0062	0,00806	0,00124	54	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	Ag10	41	1,25	0,5	0,00093	1/2,5	0,0186	0,00124	0,01736	0,01147	0,00124	0,01147	0,01054	0,00186	60	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
De01	De01	18	1,1	0,5	0,00031	1/2,2	0,2325	0,00124	0,23126	0,01178	0,00062	0,00713	0,00589	0,00186	32	1	2	1	1	1	2	1	0	0	0	2	2	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	De02	15	0,85	0,4	0,00031	1/2,12	0,2325	0,00186	0,23064	0,01395	0,00062	0,00992	0,00806	0,00124	28	1	2	1	1	1	2	1	0	0	0	2	2	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	De03	21	0,95	0,4	0,00062	1/2,37	0,02015	0,00124	0,01891	0,01488	0,00062	0,01178	0,1023	0,00124	31	1	2	1	1	1	2	1	0	0	0	2	2	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
<i>Dyckia delicata</i>	D e 0 4	24	1,4	0,4	0,000 93	1/3,5	0,018 6	0,00 124	0,01 736	0,01 364	0,00 961	0,00 93	0,00 899	0,00 124	33	1	2	1	1	1	2	1	0	0	0	2	2	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	D e 0 5	12	0,9	0,4	0,000 62	1/2,25	0,015 5	0,00 093	0,01 457	0,01 271	0,00 093	0,00 868	0,00 806	0,00 124	30	1	2	1	1	1	2	1	0	0	0	2	2	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	D e 0 6	20	0,56	0,4	0,000 31	1/1,4	0,232 5	0,00 124	0,23 126	0,01 178	0,00 062	0,00 713	0,00 589	0,00 186	31	1	2	1	1	1	2	1	0	0	0	2	2	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	D e 0 7	22	0,7	0,4	0,000 31	1/1,75	0,021 7	0,00 093	0,02 077	0,01 209	0,00 093	0,00 62	0,00 558	0,00 124	29	1	2	1	1	1	2	1	0	0	0	2	2	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	D e 0 8	14	0,65	0,3	0,000 62	1/2,16	0,010 85	0,00 062	0,01 023	0,01 24	0,00 062	0,00 806	0,00 651	0,00 124	25	1	2	1	1	1	2	1	0	0	0	2	2	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	D e 0 9	23	0,75	0,3	0,000 31	1/2,5	0,029 45	0,00 093	0,02 852	0,01 085	0,00 031	0,00 775	0,00 62	0,00 155	31	1	2	1	1	1	2	1	0	0	0	2	2	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	D e 1 0	13	0,85	0,4	0,000 31	1/2,12	0,020 15	0,00 031	0,01 984	0,01 364	0,00 062	0,00 93	0,00 992	0,00 155	32	1	2	1	1	1	2	1	0	0	0	2	2	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	D o m 0 1	30	2	0,4	0,000 93	1/5	0,022 32	0,00 217	0,02 015	0,01 116	0,00 062	0,00 868	0,00 775	0,00 279	42	0	1	0	1	0	2	1	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	2	1	2	3	0
	D o m 0 2	28	2	0,4	0,000 31	1/5	0,032 24	0,00 186	0,03 038	0,00 992	0,00 031	0,00 93	0,00 806	0,00 124	98	0	1	0	1	0	2	1	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	2	1	2	3	0
	D o m 0 3	23	2,2	0,3	0,000 62	1/7,33	0,017 98	0,00 186	0,01 612	0,00 93	0,00 062	0,00 868	0,00 651	0,00 186	78	0	1	0	1	0	2	1	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	2	1	2	3	0
	D o m	24	2,65	0,4	0,000 31	1/6,62 5	0,030 38	0,00 186	0,02 852	0,01 023	0,00 093	0,00 899	0,00 775	0,00 248	122	0	1	0	1	0	2	1	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	2	1	2	3	0

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
<i>Dyckia dom felici anensis</i>	04																																				
	D05	26	2,4	0,5	0,00062	1/4,8	0,2821	0,00124	0,28086	0,01116	0,00062	0,00961	0,00744	0,0031	96	0	1	0	1	0	2	1	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	2	1	2	3	0
	D06	24	1,95	0,4	0,00062	1/4,8	0,0186	0,00124	0,01736	0,00961	0,00062	0,00775	0,00651	0,00248	77	0	1	0	1	0	2	1	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	2	1	2	3	0
	D07	15	1,9	0,4	0,00062	1/4,75	0,01519	0,00124	0,01395	0,01147	0,00062	0,00961	0,00775	0,0031	48	0	1	0	1	0	2	1	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	2	1	2	3	0
	D08	17	1,6	0,5	0,00062	1/3,2	0,03007	0,00093	0,02914	0,01054	0,00062	0,00899	0,0062	0,0031	64	0	1	0	1	0	2	1	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	2	1	2	3	0
	D09	26	1,55	0,4	0,00031	1/3,875	0,0186	0,00124	0,01736	0,01085	0,00093	0,0093	0,00744	0,0031	55	0	1	0	1	0	2	1	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	2	1	2	3	0
	D10	22	1,45	0,3	0,00062	1/4,83	0,01736	0,00093	0,01643	0,0093	0,00093	0,00775	0,0062	0,00248	64	0	1	0	1	0	2	1	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	2	1	2	3	0
He	He01	11	0,85	0,4	0,00062	1/2	0,01829	0,00124	0,01705	0,00651	0,00093	0,00589	0,00496	0,00186	33	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	He02	12	0,75	0,3	0,00031	1/2,5	0,0248	0,00186	0,02294	0,00651	0,00031	0,00558	0,00434	0,00186	42	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	He03	12	1,8	0,6	0,00031	1/3	0,0186	0,00124	0,01736	0,0155	0,00031	0,00558	0,00465	0,00248	48	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	He	10	0,75	0,3	0,00031	1/2,5	0,0155	0,00124	0,01426	0,00558	0,00062	0,00465	0,00372	0,00124	32	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
<i>Dyckia hebdingii</i>	04																																				
	He05	10	0,5	0,3	0,000 62	1/1,6	0,018 6	0,00 093	0,01 767	0,00 868	0,00 031	0,00 651	0,00 558	0,00 155	44	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	He06	9	0,95	0,4	0,000 62	1/2,37	0,023 56	0,00 155	0,02 201	0,00 713	0,00 062	0,00 496	0,00 434	0,00 124	40	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	He07	10	0,9	0,4	0,000 31	1/2,25	0,019 84	0,00 093	0,01 891	0,00 62	0,00 031	0,00 403	0,00 279	0,00 155	34	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	He08	14	0,95	0,3	0,000 31	1/3	0,024 8	0,00 124	0,02 48	0,00 775	0,00 062	0,00 558	0,00 434	0,00 155	52	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	He09	12	0,65	0,3	0,000 31	1/2,16	0,020 15	0,00 155	0,01 86	0,00 837	0,00 031	0,00 434	0,00 62	0,00 124	49	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	He10	13	0,65	0,3	0,000 31	1/2,16	0,020 46	0,00 155	0,01 891	0,00 93	0,00 062	0,00 62	0,00 496	0,00 124	39	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
<i>Dyckia maritima</i>	Ma01	45	1,4	0,2	0,000 62	1/7	0,028 83	0,00 155	0,02 728	0,00 93	0,00 093	0,00 775	0,00 62	0,00 155	73	0	1	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	Ma02	46	0,6	0,4	0,000 62	1/3	0,021 7	0,00 186	0,01 984	0,00 93	0,00 093	0,00 713	0,00 589	0,00 186	88	0	1	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	Ma03	40	1,85	0,6	0,000 62	1/3	0,024 8	0,00 248	0,00 223 2	0,01 364	0,00 062	0,00 992	0,00 837	0,00 217	93	0	1	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	Ma04	44	1,9	0,4	0,000 62	1/4,75	0,026 35	0,00 465	0,02 17	0,01 209	0,00 093	0,00 992	0,00 899	0,00 155	88	0	1	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	Ma05	34	2,15	0,3	0,000 62	1/7	0,023 25	0,00 124	0,02 201	0,13 95	0,00 155	0,01 054	0,00 899	0,00 279	66	0	1	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
	Ma06	50	2,5	0,4	0,00031	1/6,25	0,02015	0,00217	0,01798	0,01116	0,00062	0,00806	0,00682	0,00217	69	0	1	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	Ma07	45	2	0,3	0,00093	1/6,66	0,01395	0,00217	0,01178	0,01085	0,00124	0,00806	0,00651	0,00124	86	0	1	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	Ma08	54	1,85	0,3	0,00062	1/6,16	0,0155	0,00155	0,01395	0,00248	0,00062	0,01209	0,00682	0,00279	96	0	1	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	Ma09	59	2	0,3	0,00093	1/6,6	0,0124	0,0031	0,0093	0,01085	0,00093	0,00775	0,0062	0,00279	87	0	1	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	Ma10	53	1,95	0,3	0,00093	1/6,5	0,0124	0,00217	0,01023	0,1085	0,00093	0,00775	0,00682	0,0031	70	0	1	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
<i>Dyckiamyriostachya</i>	Mi01	23	2	0,4	0,00031	1/5	0,0248	0,00186	0,02294	0,01116	0,00062	0,01178	0,01085	0,00155	66	0	1	1	1	1	2	0	0	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	Mi02	24	1,65	0,4	0,00031	1/3,3	0,02356	0,00062	0,02294	0,01302	0,00062	0,0093	0,00868	0,00155	59	0	1	1	1	1	2	0	0	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	Mi03	49	1,75	0,5	0,00093	1/3,5	0,02635	0,00155	0,0248	0,01395	0,00062	0,0124	0,1209	0,00186	57	0	1	1	1	1	2	0	0	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	Mi04	62	1,8	0,4	0,00062	1/4,5	0,02325	0,00155	0,0217	0,01395	0,00093	0,01085	0,01054	0,00186	64	0	1	1	1	1	2	0	0	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	Mi05	50	1,7	0,6	0,00062	1/2,8	0,0248	0,00155	0,0233	0,01922	0,00093	0,01395	0,01178	0,00217	55	0	1	1	1	1	2	0	0	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	Mi06	67	2,85	0,7	0,00062	1/4	0,02325	0,00155	0,0217	0,02015	0,00093	0,01302	0,01147	0,00186	72	0	1	1	1	1	2	0	0	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	Mi07	88	1,75	0,5	0,00062	1/3,5	0,0279	0,00248	0,02542	0,02232	0,00062	0,01426	0,0124	0,00155	98	0	1	1	1	1	2	0	0	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	Mi08	67	2,2	0,5	0,00031	1/4,4	0,031	0,0031	0,0279	0,0217	0,00124	0,01581	0,0155	0,00155	60	0	1	1	1	1	2	0	0	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	Mi0	24	1,9	0,3	0,00031	1/6,33	0,0155	0,00093	0,01457	0,00992	0,00062	0,00806	0,00465	0,00155	41	0	1	1	1	1	2	0	0	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
	9																																				
	M i 0	24	1,65	0,4	0,000 31	1/4,1	0,023 25	0,01 24	0,02 201	0,01 302	0,00 062	0,00 992	0,00 837	0,00 186	62	0	1	1	1	1	2	0	0	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
<i>Dy ckia ni gros pi nula ta</i>	N i 0 1	38	1,6	0,2	0,000 62	1/8	0,017 05	0,00 527	0,01 178	0,01 24	0,00 124	0,01 054	0,00 961	0,00 248	66	0	1	1	2	1	1	1	0	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	N i 0 2	70	2,25	0,3	0,000 62	1/7,5	0,029 45	0,00 155	0,02 79	0,01 209	0,00 062	0,00 93	0,00 806	0,00 248	67	0	1	1	2	1	1	1	0	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	N i 0 3	80	3,05	1,8	0,000 62	1/6,1	0,023 25	0,00 186	0,02 139	0,01 891	0,00 124	0,01 271	0,01 116	0,00 279	94	0	1	1	2	1	1	1	0	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	N i 0 4	80	3,25	0,5	0,000 62	1/6,5	0,035 65	0,00 155	0,03 41	0,01 581	0,00 124	0,01 054	0,00 93	0,00 341	92	0	1	1	2	1	1	1	0	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	N i 0 5	60	3,5	0,5	0,000 62	1/7	0,026 35	0,00 465	0,02 17	0,01 395	0,00 093	0,00 93	0,00 899	0,00 248	130	0	1	1	2	1	1	1	0	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	N i 0 6	50	1	0,5	0,000 62	1/2	0,029 45	0,00 465	0,02 48	0,00 775	0,00 124	0,01 023	0,00 775	0,02 17	98	0	1	1	2	1	1	1	0	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	N i 0 7	70	2,55	0,5	0,000 93	1/5,1	0,003 1	0,00 341	0,00 031	0,01 55	0,00 093	0,01 116	0,00 992	0,00 217	90	0	1	1	2	1	1	1	0	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	N i 0 8	90	1,65	0,4	0,000 62	1/4	0,021 7	0,00 31	0,01 86	0,01 209	0,00 062	0,00 775	0,00 713	0,00 186	65	0	1	1	2	1	1	1	0	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	N i 0 9	48	2,4	0,6	0,000 62	1/4	0,026 35	0,00 31	0,02 325	0,01 612	0,00 124	0,01 209	0,01 023	0,00 186	80	0	1	1	2	1	1	1	0	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	N i 1 0	60	1,95	0,5	0,000 62	1/4	0,021 7	0,00 248	0,01 922	0,02 046	0,00 124	0,12 09	0,00 992	0,00 186	57	0	1	1	2	1	1	1	0	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
<i>Dyckia polycladus</i>	P ol 0 1	34	1,7	0,6	0,000 31	1/2,8	0,031	0,00 155	0,02 945	0,01 829	0,00 093	0,01 054	0,01 085	0,00 155	49	0	1	1	1	0	2	0	0	0	0	2	2	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	P ol 0 2	53	1,45	0,7	0,000 62	1/2	0,026 35	0,00 31	0,02 325	0,01 612	0,00 093	0,01 116	0,00 992	0,00 186	56	0	1	1	1	0	2	0	0	0	0	2	2	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	P ol 0 3	39	1,45	0,3	0,000 31	1/4,8	0,032 55	0,00 062	0,03 193	0,02 542	0,00 093	0,01 55	0,01 674	0,00 186	30	0	1	1	1	0	2	0	0	0	0	2	2	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	P ol 0 4	24	1,95	0,3	0,000 31	1/6,5	0,001 86	0,00 155	0,00 031	0,01 333	0,00 062	0,00 93	0,00 899	0,00 155	54	0	1	1	1	0	2	0	0	0	0	2	2	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	P ol 0 5	39	3,3	0,7	0,000 31	1/4,71	0,034 1	0,00 155	0,03 255	0,02 046	0,00 093	0,01 24	0,01 209	0,00 186	46	0	1	1	1	0	2	0	0	0	0	2	2	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	P ol 0 6	37	1,95	0,5	0,000 62	1/3,9	0,029 45	0,00 186	0,02 759	0,01 488	0,00 093	0,01 178	0,01 023	0,00 124	73	0	1	1	1	0	2	0	0	0	0	2	2	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	P ol 0 7	31	1,45	0,5	0,000 31	1/2,9	0,020 15	0,00 093	0,01 922	0,01 829	0,00 062	0,01 333	0,01 271	0,00 186	52	0	1	1	1	0	2	0	0	0	0	2	2	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	P ol 0 8	27	1,75	0,7	0,000 62	1/2,5	0,035 65	0,00 124	0,03 441	0,02 263	0,00 062	0,01 674	0,01 426	0,00 124	58	0	1	1	1	0	2	0	0	0	0	2	2	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	P ol 0 9	16	1,35	0,5	0,000 62	1/2,7	0,031	0,00 124	0,02 976	0,01 271	0,00 124	0,01 054	0,00 93	0,00 155	44	0	1	1	1	0	2	0	0	0	0	2	2	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	P ol 1 0	18	2,05	4,1	0,000 31	1/4,1	0,031	0,00 093	0,30 07	0,01 612	0,00 093	0,01 209	0,01 147	0,00 217	54	0	1	1	1	0	2	0	0	0	0	2	2	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
R e o l	18	1,1	0,4	0,000 31	1/2,75	0,017 05	0,00 062	0,01 643	0,01 085	0,00 031	0,00 744	0,00 744	0,00 124	59	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0	
R e	22	1,2	0,4	0,000 31	1/3	0,018 6	0,00 062	0,01 798	0,00 93	0,00 031	0,00 837	0,00 558	0,00 124	57	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0	

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
<i>Dyckia retroflexa</i>	02																																				
	Re03	19	1,9	0,4	0,00031	1/4,75	0,0186	0,00093	0,01767	0,01054	0,00031	0,00806	0,00062	0,00093	40	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	Re04	20	1,25	0,3	0,00031	1/4,16	0,0186	0,00093	0,01767	0,01271	0,00062	0,01178	0,00075	0,00155	38	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	Re05	34	1,75	0,3	0,00031	1/5,8	0,0248	0,00217	0,02263	0,01271	0,00031	0,0093	0,00075	0,00217	86	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	Re06	36	1,7	0,4	0,00031	1/4,25	0,0186	0,00093	0,01767	0,00992	0,00062	0,00744	0,00062	0,00124	84	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	Re07	38	1,65	0,4	0,00031	1/4,125	0,02325	0,00124	0,02201	0,01271	0,00062	0,00899	0,000806	0,00155	82	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
<i>Dyckia rigida</i>	Re01	55	1,4	0,4	0,00062	1/3,5	0,0155	0,00186	0,01364	0,00682	0,00062	0,00434	0,000372	0,00124	48	0	3	1	2	1	2	0	0	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	Re02	98	2,13	0,4	0,00062	1/5,75	0,0155	0,00124	0,01426	0,00961	0,00093	0,00682	0,000527	0,00217	88	0	3	1	2	1	2	0	0	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	Re03	100	3,15	0,3	0,00093	1/10,5	0,00992	0,00155	0,00837	0,00961	0,00093	0,00527	0,000465	0,00186	92	0	3	1	2	1	2	0	0	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	Re04	100	2,7	0,2	0,00062	1/13,5	0,00868	0,00031	0,00558	0,01023	0,00093	0,00744	0,000558	0,00217	96	0	3	1	2	1	2	0	0	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	Re05	100	2,75	0,3	0,00062	1/9	0,01395	0,00248	0,01147	0,01054	0,00093	0,00837	0,000651	0,00248	76	0	3	1	2	1	2	0	0	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	Re06	120	2,4	0,4	0,00124	1/6	0,00155	0,00279	0,00124	0,01364	0,00093	0,0093	0,000806	0,00031	79	0	3	1	2	1	2	0	0	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
	R i 0 7	118	1,8	0,4	0,001 24	1/4,5	0,009 3	0,00 186	0,00 744	0,00 992	0,00 093	0,00 651	0,00 527	0,00 186	96	0	3	1	2	1	2	0	0	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	R i 0 8	100	2,6	0,3	0,000 62	1/8,66	0,013 95	0,01 55	0,00 155	0,00 93	0,00 093	0,00 62	0,00 527	0,00 186	98	0	3	1	2	1	2	0	0	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	R i 0 9	117	2,65	0,3	0,000 93	1/8,8	0,009 3	0,00 186	0,00 744	0,01 209	0,00 124	0,00 775	0,00 62	0,00 248	86	0	3	1	2	1	2	0	0	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	R i 1 0	94	2,65	0,3	0,000 93	1/8,83	0,016 43	0,00 372	0,01 271	0,00 775	0,00 093	0,00 589	0,00 465	0,00 217	112	0	3	1	2	1	2	0	0	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
<i>Dy ckia sel loa</i>	S e 0 1	33	1,85	0,4	0,000 62	1/4,62	0,020 15	0,00 186	0,01 829	0,01 302	0,00 093	0,00 93	0,00 806	0,00 31	57	0	1	1	1	0	3	0	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	S e 0 2	27	1,5	0,5	0,000 62	1/3	0,002 48	0,00 155	0,00 093	0,01 333	0,00 012 4	0,01 054	0,00 93	0,00 217	62	0	1	1	1	0	3	0	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	S e 0 3	17	1	0,4	0,000 62	1/2,5	0,017 05	0,00 012 4	0,01 581	0,01 24	0,00 093	0,00 93	0,00 806	0,00 124	59	0	1	1	1	0	3	0	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	S e 0 4	24	1,95	0,4	0,000 31	1/4,8	0,015 5	0,00 155	0,01 395	0,01 116	0,00 062	0,00 837	0,00 775	0,00 155	64	0	1	1	1	0	3	0	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	S e 0 5	20	1,95	0,3	0,000 31	1/6,5	0,013 64	0,00 155	0,01 209	0,01 209	0,00 062	0,00 93	0,00 806	0,00 201 7	47	0	1	1	1	0	3	0	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	S e 0 6	35	1,85	0,4	0,000 62	1/4,62	0,015 5	0,00 124	0,01 426	0,01 023	0,00 062	0,01 333	0,00 93	0,00 186	86	0	1	1	1	0	3	0	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	S e 0 7	18	1,6	0,3	0,000 31	1/5,3	0,023 25	0,00 124	0,02 201	0,01 116	0,00 062	0,00 93	0,00 775	0,00 186	66	0	1	1	1	0	3	0	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	S e	26	1,25	0,4	0,000 93	1/3,1	0,017 67	0,00 217	0,01 55	0,01 147	0,00 062	0,00 806	0,00 744	0,00 155	68	0	1	1	1	0	3	0	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
	08																																				
	Seo9	36	2,1	0,3	0,00062	1/7	0,01333	0,00093	0,0124	0,01116	0,00093	0,00806	0,00651	0,00186	48	0	1	1	1	0	3	0	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	Se10	31	1,65	0,4	0,00031	1/4,1	0,01953	0,00124	0,01829	0,01085	0,00062	0,00837	0,00744	0,00124	66	0	1	1	1	0	3	0	0	0	0	2	1	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
<i>Dyckia tomento sa</i>	To01	33	1,65	0,8	0,00031	1/2	0,0372	0,00062	0,03658	0,0155	0,00093	0,01085	0,0093	0,00186	62	0	1	1	1	0	2	0	0	0	0	2	3	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	To02	38	1,7	0,6	0,00031	1/2,8	0,0372	0,0031	0,0341	0,01581	0,00124	0,01085	0,01054	0,00217	60	0	1	1	1	0	2	0	0	0	0	2	3	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	To03	41	1,5	0,3	0,00062	1/5	0,01519	0,00186	0,01333	0,01085	0,00062	0,00775	0,00651	0,00186	54	0	1	1	1	0	2	0	0	0	0	2	3	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	To04	46	1,45	0,3	0,00062	1/4,8	0,0155	0,00062	0,01488	0,01054	0,00031	0,00806	0,00744	0,00217	56	0	1	1	1	0	2	0	0	0	0	2	3	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	To05	24	1,3	0,3	0,00031	1/4,33	0,01488	0,00124	0,01364	0,00899	0,00062	0,00713	0,0062	0,00155	56	0	1	1	1	0	2	0	0	0	0	2	3	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	To06	23	1	0,5	0,00062	1/2	0,02573	0,00248	0,02325	0,01271	0,00124	0,01085	0,00961	0,00186	33	0	1	1	1	0	2	0	0	0	0	2	3	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	To07	13	1,05	0,3	0,00031	1/3,5	0,01643	0,00124	0,01519	0,01271	0,00062	0,0093	0,00775	0,00155	29	0	1	1	1	0	2	0	0	0	0	2	3	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	To08	22	0,9	0,3	0,00031	1/3	0,01705	0,00155	0,0155	0,0062	0,00062	0,00496	0,0031	0,00093	30	0	1	1	1	0	2	0	0	0	0	2	3	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
	To09	18	1	0,3	0,00031	1/3,33	0,01333	0,00093	0,01237	0,00775	0,00031	0,00558	0,00465	0,00093	37	0	1	1	1	0	2	0	0	0	0	2	3	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
	T o l o	24	1,1	0,3	0,000 62	1/3,66	0,015 5	0,00 124	0,01 426	0,00 465	0,00 062	0,00 377 2	0,00 496	0,00 155	39	0	1	1	1	0	2	0	0	0	0	2	3	3	0	2	2	1	1	1	2	3	0
<i>Bro me lia antia can tha</i>	A n o 1	128	2,1	0,2	0,000 31	1/10,5	0,003 72	0,00 155	0,00 217	0,00 93	0,00 062	0,00 372	0,00 527	0,00 155	69	0	3	0	2	1	1	2	1	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	12	1	3	1
	A n o 2	165	2,25	0,2	0,000 31	1/11,2	0,004 34	0,00 31	0,00 124	0,00 93	0,00 062	0,00 434	0,00 434	0,00 093	102	0	3	0	2	1	1	2	1	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	22	1	3	1
	A n o 3	101	1,8	0,2	0,000 31	1/9	0,005 27	0,00 31	0,00 217	0,00 62	0,00 093	0,00 155	0,00 341	0,00 155	41	0	3	0	2	1	1	2	1	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	32	1	3	1
	A n o 4	149	2,15	0,2	0,000 31	1/10,7 5	0,003 1	0,00 31	0	0,00 558	0,00 093	0,00 186	0,00 341	0,00 186	88	0	3	0	2	1	1	2	1	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	42	1	3	1
	A n o 5	135	1,6	0,2	0,000 62	1/8	0,004 03	0,00 403	0	0,00 496	0,00 062	0,00 155	0,00 186	0,00 186	66	0	3	0	2	1	1	2	1	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	52	1	3	1
	A n o 6	120	4	0,2	0,000 31	1/20,0	0,003 1	0,00 31	0	0,00 558	0,00 031	0,00 124	0,00 341	0,00 186	93	0	3	0	2	1	1	2	1	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	62	1	3	1
	A n o 7	124	2,3	0,2	0,000 31	1/11,5	0,004 65	0,00 465	0	0,00 62	0,00 062	0,00 155	0,00 372	0,00 217	73	0	3	0	2	1	1	2	1	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	72	1	3	1
	A n o 8	105	2,25	0,2	0,000 31	1/11,5	0,005 89	0,00 589	0	0,00 713	0,00 062	0,00 155	0,00 372	0,00 217	104	0	3	0	2	1	1	2	1	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	82	1	3	1
	A n o 9	100	2,1	0,2	0,000 31	1/10,5	0,003 41	0,00 341	0	0,00 651	0,00 062	0,00 217	0,00 31	0,00 155	66	0	3	0	2	1	1	2	1	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	92	1	3	1
	A n l o	119	2,55	0,2	0,000 31	1/12,7	0,004 96	0,00 496	0	0,00 651	0,00 062	0,00 248	0,00 372	0,00 248	84	0	3	0	2	1	1	2	1	0	0	2	0	3	0	2	2	1	1	102	1	3	1
C h	6	0,4	0,3	0,000 62	1	0,015 5	0,00 31	0,01 24	0,00 775	0,00 062	0,00 527	0,00 465	0,00 093	18	2	0	1	1	1	2	1	0	0	0	2	2	3	0	2	2	1	2	1	2	2	3	

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
<i>Dyckia choristaminea</i>	01																																				
	Ch02	8	0,45	0,3	0,00062	1/1,15	0,02015	0,00155	0,0186	0,00713	0,00062	0,00434	0,0031	0,00217	30	2	0	1	1	1	2	1	0	0	0	2	2	3	0	2	2	1	2	1	2	2	3
	Ch03	8,5	0,6	0,3	0,00062	1/2	0,0186	0,00186	0,01674	0,0093	0,00031	0,00558	0,00558	0,00124	20	2	0	1	1	1	2	1	0	0	0	2	2	3	0	2	2	1	2	1	2	2	3
	Ch04	12	0,5	0,3	0,00031	1/1,25	0,01705	0,00124	0,01581	0,00651	0,00031	0,00496	0,00434	0,00124	23	2	0	1	1	1	2	1	0	0	0	2	2	3	0	2	2	1	2	1	2	2	3
	Ch05	11	0,6	0,3	0,00062	1/2	0,01984	0,00124	0,0186	0,00558	0,00062	0,00527	0,00465	0,00093	28	2	0	1	1	1	2	1	0	0	0	2	2	3	0	2	2	1	2	1	2	2	3
	Ch06	10,5	0,35	0,3	0,00062	1/1,1	0,02015	0,00124	0,01891	0,0093	0,00062	0,00713	0,00558	0,00124	21	2	0	1	1	1	2	1	0	0	0	2	2	3	0	2	2	1	2	1	2	2	3
	Ch07	11,5	0,5	0,3	0,00062	1/1,25	0,02325	0,00372	0,01953	0,0062	0,00062	0,00558	0,00434	0,00124	30	2	0	1	1	1	2	1	0	0	0	2	2	3	0	2	2	1	2	1	2	2	3
	Ch08	8	0,45	0,3	0,00062	1/1,15	0,02015	0,00093	0,01922	0,00651	0,00062	0,00496	0,00434	0,00093	14	2	0	1	1	1	2	1	0	0	0	2	2	3	0	2	2	1	2	1	2	2	3
	Ch09	9,5	0,25	0,1	0,000155	1/2,5	0,0093	0,00062	0,00868	0,00248	0,000155	0,00217	0,00248	0,00093	25	2	0	1	1	1	2	1	0	0	0	2	2	3	0	2	2	1	2	1	2	2	3
	Ch10	14	0,5	0,4	0,00062	1/1,25	0,02046	0,00186	0,0186	0,00775	0,00062	0,00465	0,00372	0,00093	27	2	0	1	1	1	2	1	0	0	0	2	2	3	0	2	2	1	2	1	2	2	3